

Bureau Enquêtes-Accidents



R A P P O R T

*relatif à l'incident survenu le 24 septembre 1994
pendant l'approche sur Orly (94)
à l'Airbus A 310 immatriculé YR-LCA
exploité par TAROM*

YR-A940924

AVERTISSEMENT

Ce rapport exprime les conclusions auxquelles est parvenu le Bureau Enquêtes-Accidents sur les circonstances et les causes de cet incident.

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

GLOSSAIRE.....	3
SYNOPSIS.....	4
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	5
1.1 Déroulement du vol.....	5
1.2 Tués et blessés	6
1.3 Dommages à l'aéronef.....	6
1.4 Autres dommages	6
1.5 Renseignements sur le personnel.....	6
1.6 Renseignements sur l'aéronef	8
1.6.1 Cellule	8
1.6.2 Moteurs.....	8
1.6.3 Masse et centrage.....	8
1.7 Conditions météorologiques	8
1.8 Aides à la navigation.....	9
1.9 Télécommunications	9
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	9
1.11 Enregistreurs de bord	10
1.11.1 Exploitation de l'enregistreur de paramètres.....	10
1.11.2 Exploitation de l'enregistreur de maintenance	10
1.11.3 Exploitation de l'enregistreur de conversations et d'alarmes sonores.....	12
1.12 Examen de l'avion après l'incident	15
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques.....	15
1.14 Incendie	15
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	15
1.16 Essais et recherches	16
1.16.1 Description des systèmes.....	16
1.16.2 La simulation.....	23
1.16.3 Les états des PA	24
1.16.4 Les modes successifs de l'AFS	25
1.17 Témoignages	25
2 - ANALYSE.....	26
2.1 Les actions du contrôle.....	26
2.2 Le mécanisme de l'incident	26
2.3 Le fonctionnement des protections de l'AFS.....	31
2.3.1 Protection du domaine en vitesse,	31
2.3.2 Analyse de la logique de protection contre le décrochage	31
3 - CONCLUSIONS	33
3.1 Faits établis.....	33
3.2 Causes probables.....	34
4 - RECOMMANDATIONS	35
4.1 Mesures prises	35
4.2 Recommandation intermédiaire.....	35
4.3 Nouvelles recommandations	36
4.3.1 Signalisation de l'activation de la protection en vitesse	36
4.3.2 Qualifications de type successives	37

GLOSSAIRE

ADC	Air Data Computer
AFS	Système automatique de conduite du vol (Auto Flight System)
ALT	Altitude
ATHR	Automanette (autothrottle)
ATIS	Automatic Information Service
ATS	Autothrottle system
CLB	Climb
CMD	Command
CR	Cruise
CVR	Enregistreur phonique (Cockpit Voice Recorder)
CWS	Control Wheel Steering
DME	Distance Measuring Equipment
DV	Directeur de vol
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitoring
FAC	Flight Augmentation Computer
FCC	Flight Control Computer
FCU	Flight Control Unit
FDR	Enregistreur de paramètres de vol (Flight Data Recorder)
FIDS	Fault Isolation and Detection System
FL	Niveau de vol (flight level)
FLEX TO	Flexible Take Off
FMA	Flight Mode Annunciator
GPWS	Avertisseur de proximité du sol
GS	Glide Slope
HDG	Heading
IRS	Inertial Reference System
LOC	Localizer
LVL CHG	Level Change
MCT	Maximum Continuous Thrust
NAV	Navigation
NM	Mille marin
ND	Nose Down
NU	Nose Up
PA	Pilote Automatique
PFD	Primary Flight Display
PHR	Plan Horizontal Réglable
PTS	Pitch Trim System
TCC	Thrust Control Computer
TRP	Thrust Rating Panel
TLA	Throttle Lever Angle
TOGA	Take Off - Go Around
V _{LS}	Velocity Lower Selectable
VS	Vitesse verticale
V _{SS}	Velocity Stick Shaker

SYNOPSIS

Date de l'incident

Le 24 septembre 1994
à 10 h 45 ⁽¹⁾

Aéronef

Airbus A 310
immatriculé YR-LCA

Lieu de l'incident

6 NM à l'est de Paris Orly

Exploitant

Tarom, Roumanie

Nature du vol

Transport public de passagers

Personnes à bord

11 personnels navigants
175 passagers

~~~~~

### Résumé

Pendant l'approche sur Paris Orly, par bonnes conditions météorologiques, l'avion se met soudainement en montée en prenant une forte assiette longitudinale et décroche. L'équipage parvient à récupérer le contrôle de l'avion et se représente à l'atterrissage.

### Conséquences

|           | Personnes |           |            | Matériel | Tiers |
|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-------|
|           | Tué(s)    | Blessé(s) | Indemne(s) |          |       |
| Equipage  |           |           | 11         | Nil      | Nil   |
| Passagers |           |           | 175        |          |       |

<sup>1</sup> Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC), elles ont été recalées par rapport à l'horloge de bord de l'avion. Il convient d'y ajouter deux heures pour obtenir l'heure légale en vigueur en France métropolitaine le jour de l'incident.

# 1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

## 1.1 Déroulement du vol

Arrivant de Bucarest en vol commercial régulier sous l'indicatif ROT 381, l'Airbus A 310 immatriculé YR-LCA de la compagnie aérienne roumaine Tarom estime l'arrivée à Paris Orly à 10 h 40 min. L'ATIS d'Orly indique que la piste 26 est en service, la visibilité annoncée est de dix kilomètres avec des nuages épars à 2 400 pieds.

L'avion quitte son niveau de croisière 350 à 10 h 30 min à la demande du contrôle régional. A environ 40 NM de la piste, à 10 h 36 min, il traverse le FL (niveau de vol) 150 en descente. Le contrôle lui demande d'accélérer la descente de façon à atteindre le FL 60 en deux minutes au maximum.

A 10 h 37 min 13 s, l'équipage entre en contact avec le contrôle d'approche. Le contrôleur lui demande de prendre le cap 330° pour une étape de base pour la 26. L'avion survole le VOR de Melun à 10 h 38 min 39 s, il passe 6 600 pieds en descente, sa vitesse sol est de 400 kt. Il est autorisé à 10 h 38 min 44 s à descendre à l'altitude de 3 000 pieds.

A 10 h 41 min 01 s, le contrôleur d'approche demande à l'équipage de virer au cap 310 pour l'interception de l'ILS 26. Les conversations dans le cockpit montrent que la piste est en vue ainsi que certains monuments de Paris.

Le commandant de bord est aux commandes. Il décide d'effectuer une approche et un atterrissage automatiques. Le contrôle d'approche n'en est pas avisé.

L'équipage commence à mettre l'avion en configuration d'approche, becs et volets à 15/0 à 10 h 42 min 05 s puis 15/15 à 10 h 42 min 53 s. Le train est sorti à 10 h 42 min 57 s.

Approchant de la balise OYE à la vitesse indiquée 250 kt et au cap 325, avant l'établissement sur l'axe d'alignement de piste, le commandant de bord constate que l'avion ne capture pas automatiquement la pente de l'alignement de descente de l'ILS. Il déconnecte les PA (pilotes automatiques) et continue l'approche en pilotage manuel, en conservant l'automanette en fonctionnement.

Alors que l'avion passe 1 700 pieds en descente, à 10 h 43 min 22 s, avec une vitesse d'environ 195 kt, le commandant de bord demande la sortie des volets à 20°. La  $V_{FE}$ , vitesse limite autorisée pour cette nouvelle configuration, est de 195 kt. Lorsque la commande des volets est placée sur 20°, les manettes de poussée avancent et la poussée des réacteurs augmente.

L'équipage contre l'effet cabreur dû à l'augmentation de la poussée par une action à piquer sur la commande de profondeur, l'automanette (ATHR) restant en mode automatique.

Puis, les manettes de poussée sont ramenées vivement à la position ralenti. Au même instant le plan horizontal réglable commence à se déplacer dans le sens à cabrer.

Le couple cabreur qui en résulte est contré par l'équipage par une action progressive à piquer sur la gouverne de profondeur. Alors que le plan horizontal réglable atteint sa valeur maximale à cabrer et que la gouverne de profondeur atteint également sa valeur maximale à piquer, les manettes de poussée sont, selon les enregistrements, rapidement avancées jusqu'à leur butée.

En quelques secondes, la trajectoire devient ascendante et l'assiette longitudinale passe à 60°. Des témoins voient l'avion monter. Il prend de fortes inclinaisons à gauche et à droite et décroche avant de prendre une forte assiette négative (-33°) vers le sol. L'altitude maximale atteinte est de 4 100 pieds, tandis qu'une vitesse indiquée minimale de 35 kt est enregistrée. Les alarmes de décrochage et de proximité du sol retentissent pendant la descente. L'équipage parvient à reprendre le contrôle de l'avion, le point bas de la ressource se situe à une hauteur de 800 pieds, soit 240 mètres sol.

L'équipage effectue ensuite un circuit à vue, suivi depuis la tour par le contrôleur. La seconde approche est faite en configuration becs et volets à 20/20. L'atterrissage a lieu à 10 h 52 min 25 s. L'avion rejoint directement son point de stationnement. Après vérifications et avec l'autorisation de l'enquêteur désigné, il quitte Paris Orly pour Bucarest, en vol de convoyage, le 29 septembre 1994.

## **1.2 Tués et blessés**

Il n'y a pas eu de blessés parmi les cent soixante-quinze passagers et les onze membres d'équipage. Toutefois, cet événement a fortement impressionné les passagers.

## **1.3 Dommages à l'aéronef**

L'avion n'a pas subi de dommages.

## **1.4 Autres dommages**

Néant.

## **1.5 Renseignements sur le personnel**

Commandant de bord :

- Homme, 46 ans
- Brevet de pilote de ligne n° 226 délivré le 24 septembre 1976, licence validée jusqu'au 2 mars 1995
- Aptitude médicale reconnue jusqu'au 14 janvier 1995

- Expérience
  - totale : 12 800 heures
  - sur A 310 : 1 040 heures
- Avant d'être qualifié sur A 310, le commandant de bord avait effectué la plupart de ses heures de vol sur BAC 111.
- Qualification de type A 310 obtenue à la suite des stages n° 6393 du 29 décembre 1992 et n° 1266 du 1er mars 1993 chez Aéroformation.
- Les appréciations sur le commandant de bord sont en général excellentes, elles appellent cependant à améliorer le travail avec l'ECAM et avec le FMA, ainsi que la coordination en équipage.
- Aucun événement aéronautique antérieur particulier n'a été rapporté aux enquêteurs.

#### Copilote :

- Homme, 41 ans
- Brevet de pilote de ligne n° 319 du 18 mai 1981, licence validée jusqu'au 9 juin 1995
- Aptitude médicale reconnue jusqu'au 11 janvier 1995
- Expérience :
  - totale : 9 828 heures
  - sur A 310 : 208 heures
- Qualification de type A 310 délivrée par Tarom (stage n° 3437 du 14 juin 1994).
- Aucun événement aéronautique antérieur particulier n'a été rapporté aux enquêteurs.

#### Autre personne dans le cockpit :

Une troisième personne, pilote Tarom en familiarisation sur A 310, se trouvait également dans le poste de pilotage.

- Homme, 41 ans
- Brevet de pilote de ligne n° 531 du 9 janvier 1992, licence valide jusqu'au 5 août 1995
- Aptitude médicale reconnue jusqu'au 8 juillet 1995
- Expérience :
  - totale : 4 848 heures
  - sur A 310 : 3 heures en familiarisation
- Aucun événement aéronautique antérieur particulier n'a été rapporté aux enquêteurs.

## 1.6 Renseignements sur l'aéronef

### 1.6.1 Cellule

- constructeur Airbus Industrie.
- type A 310/325.
- numéro de série 636.
- immatriculation YR-LCA.
- certificat d'immatriculation n° 1261 du 17 mai 1994.
- certificat de navigabilité délivré le 23 août 1994 par l'Autoritatea aeronautica civila (Direction de l'Aviation Civile) roumaine, valide jusqu'au 26 mars 1995.
- dernière visite de maintenance périodique : visite C effectuée le 30 mars 1994 conformément au programme de maintenance de Swissair. L'avion totalisait à cette date 4 538 heures de vol et 1 326 cycles

### 1.6.2 Moteurs

- constructeur Pratt et Whitney
- type PW 4156 A.
- numéros de série
  - position 1 (gauche) : 724553
  - position 2 (droit) : 724554
- fonctionnement
  - position 1 : 6 800 heures, 1 898 cycles
  - position 2 : 4 538 heures, 1 326 cycles

### 1.6.3 Masse et centrage

Au moment de l'incident, l'avion était à la masse de 106 tonnes et au centrage de 25 %, valeurs dans les limites autorisées.

## 1.7 Conditions météorologiques

La situation générale ne comportait aucun phénomène potentiellement dangereux pour le vol. Les conditions météorologiques à l'arrivée à Paris Orly étaient excellentes au moment de l'incident. L'information "Juliett" de 10 heures 30 donnée par l'ATIS était la suivante :

- Vent : 190°/12 kt
- Visibilité : 10 km
- Nuages épars à 2 400 pieds et à 25 000 pieds
- Température : 21 °C
- Point de rosée : 11 °C
- QNH : 1013 hPa
- QFE : 1003 hPa

## 1.8 Aides à la navigation

Le dernier contrôle en vol du radio alignement de piste 26 avait été effectué le 9 juin 1994, celui du radio alignement de descente avait été effectué le 22 juin 1994.

Le dernier contrôle hebdomadaire de l'ILS, effectué le 19 septembre 1994, indiquait un fonctionnement normal.

Le 24 septembre 1994, l'ILS fonctionnait sur l'ensemble numéro deux. Aucune anomalie de fonctionnement n'est mentionnée sur la main courante du chef de quart technique chargé de la supervision des équipements de navigation aérienne.

Les autres avions qui se sont posés à Paris Orly n'ont pas signalé d'anomalie.

## 1.9 Télécommunications

La transcription des communications entre l'équipage et les organismes du contrôle figure en annexes 2 et 3. Les échanges peuvent être résumés comme suit :

- à 10 h 25, le vol, au FL 350, entre en contact avec Paris Contrôle,
- à 10 h 29 min 47 s, il est autorisé à mettre le cap direct sur le VOR MEL et à descendre au FL 60,
- à 10 h 36 min 35 s, Paris Contrôle le rappelle pour lui demander d'accentuer son taux de descente,
- à 10 h 37 min 05 s, il est transféré à Orly Approche,
- à 10 h 37 min 13 s, il entre en contact avec Orly Approche qui lui donne le cap 330 pour une étape de base 26,
- à 10 h 38 min 44 s, il est autorisé à descendre à 3 000 pieds,
- à 10 h 41 min 01 s, Orly Approche lui donne le cap 310 pour intercepter l'ILS 26,
- à 10 h 43 min 36 s, il est autorisé à atterrir.

## 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. Son altitude de référence est de 292 pieds.

La carte d'approche ILS 26 de Paris Orly figure en annexe 1. Trois approches standard sont définies, une à partir du VOR EPR à l'ouest de l'aéroport et deux à l'est à partir des VOR MEL et BSN. Les vols Tarom en provenance de Bucarest débutent leur approche initiale au VOR MEL. L'approche standard prévoit que cette balise est survolée au FL 80 et que la descente est poursuivie vers le FL 60 sur une route orientée au 353°. Le FL 60 doit être atteint 7 NM plus loin et la descente poursuivie vers 3 000 pieds. Un début de virage à gauche au passage du radial 091° du VOR DME OL permet l'alignement sur

l'axe de piste orienté au 258°. Le plan de descente de l'ILS est intercepté à 3 000 pieds QNH et à la distance 8,7 NM de OL.

En cas de remise des gaz, la montée est effectuée vers 2 000 pieds au cap 243 après le radial 206 d'OL puis sur le radial 233 jusqu'à la distance 12 NM de OL. A ce point, la montée est poursuivie vers 4 000 pieds en recherchant le radial 278 de MEL en rapprochement.

## **1.11 Enregistreurs de bord**

### **1.11.1 Exploitation de l'enregistreur de paramètres**

Les références de l'enregistreur de paramètres (FDR) sont les suivantes :

- Marque : LOCKHEED
- Modèle : 209 F
- P/N : 1007 A500
- S/N : 4505

Conformément au protocole régissant la coopération entre le BEA et le Centre d'Essais en Vol, le dépouillement de cet enregistreur a été réalisé par ce dernier organisme. Le travail s'est déroulé en présence du BEA, d'officiers de police judiciaire et d'un agent de la Tarom.

La lecture directe de l'enregistreur ne donnant aucun résultat, il a été procédé à l'extraction de la bande et à sa lecture. Les constatations ont été les suivantes :

- la bande magnétique est cassée entre le premier indicateur servant à la détection de la fin de bande et la fin de celle-ci (soit 56,5 cm avant la fin),
- la bande est anormalement enroulée sur sa bobine. Une partie est emmêlée et repliée sur elle-même,
- les dernières données enregistrées sont datées du 27 mars 1994.

Il ressort de ces constatations que le FDR ne fonctionnait plus depuis près de six mois.

### **1.11.2 Exploitation de l'enregistreur de maintenance**

La cassette de l'enregistreur de maintenance (DAR) a été prélevée sur l'avion. Elle a été lue et exploitée sous le contrôle d'un enquêteur du BEA à Bucarest, dans les locaux de la Division Technique de la Tarom, entre le 26 et le 28 septembre 1994. Assistaient à cette lecture les représentants de la compagnie, d'Airbus Industrie, de l'Autoritatea aeronautica civila et de la compagnie Swissair.

Tarom dispose de la baie d'acquisition et d'analyse FLIDRAS développée par SAS. Son installation étant récente, il a d'abord été procédé à une validation des paramètres de lecture à l'aide de documents de référence fournis par Airbus Industrie et Tarom.

L'enregistreur a été lu. L'obtention et la mise en grandeur physique des données ont été réalisées sans difficulté particulière.

Le travail de validation et de corrélation des informations de l'enregistreur et du CVR a montré la cohérence des deux enregistrements, en particulier la synchronisation temporelle et la cohérence des alarmes sonores avec les paramètres associés. Toutefois, une désynchronisation de onze secondes interrompt la restitution des données de 10 h 42 min 41 s à 42 min 52 s. La raison de cette désynchronisation n'a pas été identifiée.

Il ressort de l'examen des données que :

- les pilotes automatiques ont été déconnectés à 10 h 42 min 28 s,
- l'avion a quitté le palier à 3 000 pieds à 10 h 42 min 35 s,
- les volets ont été sélectionnés à 20/20 à 10 h 43 min 24 s, la vitesse étant de 195 kt. Simultanément, la vitesse a augmenté vers 197 kt. Immédiatement, le mode Vertical Speed (VS) a commuté en Climb (CLB) et les manettes de poussée ont commencé à avancer,
- alors qu'elles étaient à 64°, les manettes de poussée sont revenues à 32°, position ralenti vol, à 10 h 43 min 51 s,
- un déplacement du PHR dans le sens à cabrer (NU pour nose up) de -3,9° à -13° (ce qui correspond à la butée électrique), a eu lieu entre 10 h 43 min 52 s et 10 h 44 min 04 s, à la vitesse constante de 0,9 degrés par seconde,
- à 10 h 44 min 02 s, les manettes de poussée sont passées en deux secondes du ralenti vol à 84°,
- la commande de profondeur a été braquée à piquer, le braquage de la gouverne atteignant 15° à 10 h 44 min 04 s,
- l'avion a commencé à monter à 10 h 44 min 10 s, avec une forte assiette,
- le mode CLB a commuté en ALT à 10 h 44 min 11 s,
- à 10 h 44 min 28 s, l'automanette a été désactivée,
- le braquage du PHR a été ramené de -12,7 à -8,8° à 10 h 44 min 32 s,
- l'avion a atteint l'altitude de 4 100 pieds à 10 h 44 min 35 s,
- des roulis à gauche et à droite, d'amplitude maximale de 70° et à taux élevé (25°/s), ont été observés de 10 h 44 min 30 s à 10 h 44 min 48 s,
- à 10 h 44 min 40 s, l'avion a pris une forte assiette négative (-32°), corrélativement la vitesse a fortement augmenté,
- les volets ont été ramenés à 15° à 10 h 44 min 50 s,
- le facteur de charge a atteint la valeur maximale de 2,1 g à 10 h 44 min 52 s,
- le braquage du PHR est passé de -8,8 à -12,7 ° à 10 h 44 min 52 s,
- les deux pitch trims ont été déconnectés à 10 h 44 min 56 s,
- le point bas de la ressource est à 880 pieds ; la vitesse est alors de 195 kt,
- les deux pitch trims ont été reconnectés à 10 h 45 min 52 s,
- trois tentatives d'activation du pilote automatique ont eu lieu à 10 h 46 min 29 s, 10 h 46 min 35 s et 10 h 46 min 38 s.

Voir les graphes en annexe 5 ainsi que la reconstitution de l'évolution de l'aéronef en annexe 6.

### 1.11.3 Exploitation de l'enregistreur phonique

Les références de l'enregistreur phonique (CVR) sont les suivantes :

- Marque : LORAL FAIRCHILD
- Type : A100-80
- S/N : 58 850

Le CVR, placé sous scellés judiciaires, a été lu le dimanche 25 septembre 1994 dans les laboratoires du BEA, en présence d'officiers de police judiciaire de la Gendarmerie des Transports Aériens. Ont également participé au dépouillement le commandant de bord et le représentant à Paris de la compagnie Tarom. Deux copies, destinées aux autorités roumaines, ont été réalisées le même jour.

Les conversations internes au poste de pilotage sont en grande partie en langue roumaine. La transcription a été réalisée au BEA, avec l'aide de représentants de l'Autoritatea aeronautica civila ; un travail similaire était parallèlement réalisé à Bucarest. La traduction de la transcription est présentée en annexe 4.

L'analyse des bruits et des alarmes sonores a été conduite avec la coopération de la compagnie aérienne, du constructeur et de l'Organisme du Contrôle en Vol (DGAC).

Il ressort de l'étude de l'enregistrement du CVR les faits suivants :

- le CdB déclare à 10 h 41 min 50 s : "*je peux le piloter comme ça, jusqu'à ce que l'on atterrisse*" <sup>(2)</sup>,
- les pilotes automatiques sont déconnectés à 10 h 42 min 28 s, l'alarme sonore correspondante (cavalry charge) est entendue, suivie de l'alarme sonore "triple click" qui indique une dégradation de la catégorie d'atterrissage automatique,
- le signal "altitude alert" est entendu à 10 h 42 min 37 s, peu après que l'avion a quitté l'altitude de 3 000 pieds. L'altitude de 4 000 pieds est ensuite affichée au FCU comme altitude à rejoindre en cas de remise de gaz,
- l'avion est mis en configuration d'approche et d'atterrissage à partir de 10 h 42 min 49 s, successivement les becs et volets sont sortis à 15/15 à 10 h 42 min 53 s, le train à 10 h 42 min 59 s. Les volets sont sortis à 20/20 sur demande du commandant de bord à 10 h 43 min 23 s. La vitesse de 147 kt est affichée au FCU,
- le bruit des moteurs est perçu en augmentation à 10 h 43 min 34 s,
- la clairance d'atterrissage est reçue à 10 h 43 min 36 s,
- à partir de 10 h 43 min 47 s, le commandant de bord manifeste son étonnement devant le comportement de l'avion. Le copilote dit "*prends-le manuellement*". A 10 h 44 min 01 s, le commandant de bord déclare "*Hé, il remet les gaz*",
- à partir de 10 h 43 min 53 s, le "whooper", signal sonore d'indication de mouvement du trim de profondeur, est entendu durant dix secondes, encadré par deux bruits de sélecteur, le premier une seconde avant et le deuxième une demi-seconde après,
- à 10 h 44 min 04 s, le bruit de régime moteur est en augmentation,

---

<sup>2</sup> A titre de convention dans ce paragraphe, les échanges en roumain sont traduits en français, les échanges en anglais sont reproduits sans traduction.

- à 10 h 44 min 21 s, le commandant de bord demande au copilote d'émettre un message "MAYDAY",
- à 10 h 44 min 28 s, le troisième homme dans le poste d'équipage dit quatre fois "on tombe",
- à 10 h 44 min 31 s, des bruits aérodynamiques et de pompage des moteurs sont enregistrés,
- à 10 h 44 min 44 s, l'alarme de décrochage est entendue une première fois durant 1,5 seconde, puis à 10 h 44 min 47 s et à 10 h 44 min 49 s,
- l'alarme GPWS est entendue une première fois sous la forme "Terrain, Terrain" à 10 h 44 min 52 s, puis cinq secondes plus tard sous la forme "Whoop, Whoop, Pull-up",
- à 10 h 45 min 08 s, le contrôle d'approche ayant donné liberté de manœuvre pour atterrissage en 26 "... as you like for landing two six", le copilote répond "we've had some problems with the auto-pilot", ce qu'il complète en roumain à l'adresse du commandant de bord à 10 h 45 min 18 s, "... il ne se déconnecte pas",
- à 10 h 45 min 18 s, le régime des moteurs marque des fluctuations,
- à 10 h 45 min 34 s, le train est en mouvement vers rentré,
- à 10 h 45 min 43 s, l'équipage de cabine fait une annonce aux passagers,
- à 10 h 45 min 45 s, le copilote dit "pitch trim OFF", annonce suivie d'un bruit de sélecteur,
- à 10 h 45 min 59 s, le "whooper", encadré par deux bruits de sélecteurs, est entendu durant deux secondes,
- à 10 h 46 min 00 s, le contrôle d'approche interroge "... do you agree to turn left on the ILS now", le copilote répond "yes, we can do it",
- à 10 h 46 min 06 s, le copilote dit "le voilà il fonctionne correctement",
- à 10 h 46 min 09 s, le commandant de bord demande "reste comme ça... laisse le, laisse le" ; le "whooper" est de nouveau entendu à 10 h 46 min 23 s,
- à 10 h 46 min 29 s, 10 h 46 min 35 s et 38 s, l'équipage tente d'activer à trois reprises le pilote automatique. Le signal "cavalry charge" de déconnexion du PA est entendu jusqu'à 10 h 46 min 47 s, le copilote ayant déclaré "Auto-pilot OFF" à 10 h 46 min 42 s,
- à 10 h 47 min 20 s, à une question du contrôle d'approche "do you have full control of your aircraft now ?" le copilote répond "approximately fifty per cent of... about fifty per cent is under control". Le commandant de bord complète "Euh... for the moment",
- à 10 h 47 min 39 s, le contrôle propose une "assistance after landing", l'équipage accepte,
- à 10 h 48 min 12 s, le copilote interroge le commandant de bord "allons-nous trimmer ?", un signal "whooper" d'une seconde encadré de deux bruits de sélecteur est enregistré par deux fois à 10 h 48 min 12 s et 10 h 48 min 23 s,
- à 10 h 48 min 24 s, le copilote réitère "regarde le trim, comme il est parti". Le commandant de bord répond "laisse-le",
- la clairance d'approche finale est reçue à 10 h 49 min 30 s,
- à 10 h 50 min 02 s, le train est en manœuvre vers sorti. A 10 h 50 min 19 s, le copilote propose de sortir les volets. Cette proposition restant sans réponse, il la renouvelle à 10 h 50 min 40 s "flaps, oui ?". Les becs et volets sont sortis à 20/20 à 10 h 50 min 45 s, après que la vitesse a été vérifiée "attends ! la vitesse, sélectionne-moi..." à 10 h 50 min 41 s,
- à 10 h 51 min 10 s, après confirmation de la sortie des volets à 20, l'annonce "one four seven" est faite par le copilote qui déclare à 10 h 51 min 22 s "donc, il stabilise et

*la vitesse décroît*". Le commandant de bord demande *"tiens la vitesse s'il te plaît"*, ce que le copilote confirme à 10 h 51 min 40 s *"je te tiens la vitesse"*,

- de 10 h 48 min 12 s à 10 h 52 min 01 s, une soixantaine de bruits de sélecteur sont enregistrés, similaires aux bruits de pression-détente d'un bouton-poussoir. Le "whooper" est entendu à deux reprises,
- à 10 h 52 min 00 s, le commandant de bord dit *"lâche le manche"*,
- à 10 h 52 min 02 s, le commandant de bord refuse de sortir les volets à 40,
- à 10 h 52 min 10 s, l'alarme "Too Low Flaps" est entendue deux fois,
- à 10 h 52 min 16 s, l'alarme "Glide Slope" est entendue sept fois,
- à 10 h 52 min 25 s, un bruit similaire à l'atterrissage est enregistré, à 10 h 53 min 29 s un signal "whooper" de six secondes se termine par *"stabilizer one nose up"*,
- de 10 h 50 min 28 s à 11 h 01 min 25 s, dans une conversation décousue au sol, les deux pilotes et le navigant présent en poste donnent leurs impressions sur l'événement. Elles peuvent être classées selon les thèmes suivants :

**a/ sur l'auto manette**

copilote : *"Il a commencé à remettre les gaz, je ne sais pas pourquoi, mais il a remis les gaz sans raison ... exactement comme en Go-Around"*

commandant de bord : *"Les moteurs augmentaient la puissance et il a commencé à monter ... il a commencé à monter, je ne pouvais pas le contrôler !"*

**b/ sur le pilote automatique**

commandant de bord : *"Il s'est passé quelque chose ici !"*

copilote : *"Le pilote automatique a quelque chose ... Nous ne devons plus utiliser le pilote automatique, amène-le en manuel !"*

commandant de bord : *"Sûrement"*

3ème personne : *"Mais qu'est ce qui s'est passé ? Vous êtes resté sur PA jusqu'en bas non ?"*

commandant de bord : *"Non, non, je l'ai déconnecté, j'ai déconnecté le PA, c'est sûr"*

3ème personne : *"Il ne vous a pas obéi"*

commandant de bord : *"Et il est resté pratiquement..." (inachevé)*

3ème personne : *"Sur auto, et il est parti..."*

commandant de bord : *"Nous ne le piloterons pas jusqu'à ce qu'il soit contrôlé. Nous ne le piloterons pas"*.

**c) sur la trajectoire de l'avion**

commandant de bord : *"Je ne sais pas jusqu'où nous sommes montés"*

copilote : *"Nous avons presque soixante kt !"*

3ème personne : *"Deux mille huit cents, vingt-huit... il était... Il a presque touché la verticale !"*

**d) Sur la manœuvre de sortie du décrochage**

commandant de bord : *"... d'ici, d'en haut, je n'ai que la peur de tomber sur le dos... d'ici, je dois le sauver du décrochage, quand il s'en va en bas, j'ai de la vitesse..." (Allusion aux deux roulis de 70° gauche et droite et commentaire sur le rattrapage du décrochage).*

## **1.12 Examen de l'avion après l'incident**

Une inspection de l'avion a été entreprise sous le contrôle de l'Autoritatea aeronautica civila romana par les techniciens de la Tarom assistés de la société Swissair (qui assure la maintenance de niveau C pour le compte de Tarom), d'Airbus Industrie et de Pratt et Whitney.

Au cours du décrochage de l'avion, les compresseurs ont pompé. Les moteurs ont, en conséquence, fait l'objet de vérifications.

Les enquêteurs du BEA ont assisté à ces travaux qui ont également contribué à la recherche des causes techniques de l'incident. A la suite de l'inspection, l'Autoritatea aeronautica civila romana a délivré une autorisation de remise en service.

Parallèlement à ces inspections, des tests du système de conduite du vol en modes automatique et manuel ont été effectués en présence du BEA, suivant les procédures de vérification en ligne. Le test individuel des calculateurs et des câblages et le test du mode LAND ont révélé des anomalies mineures qui ne sont pas susceptibles d'entraîner des défauts de fonctionnement.

Les sous-ensembles FCU, FAC et trim-switch composant la chaîne de commande du stabilisateur horizontal ont été déposés pour les besoins de l'enquête. Leur examen en atelier spécialisé a montré que les caractéristiques fonctionnelles de ces sous-ensembles étaient dans les normes d'acceptation à la mise en service.

## **1.13 Renseignements médicaux et pathologiques**

Il n'a pas été procédé à des examens médicaux ou à des prélèvements sur les membres d'équipage.

## **1.14 Incendie**

Sans objet

## **1.15 Questions relatives à la survie des occupants**

La préparation de la cabine en vue de l'atterrissage avait été faite avant l'événement et les occupants de l'appareil étaient tous assis, ceintures attachées. Aucun n'a été blessé.

## 1.16 Essais et recherches

### 1.16.1 Description des systèmes

L'A 310 est équipé d'un système de conduite automatique du vol (AFS) qui contrôle l'avion sur les axes de tangage, roulis et lacet. L'AFS contrôle aussi la vitesse de l'avion et la poussée des moteurs.

L'AFS comprend essentiellement quatre sous-systèmes indépendants :

- contrôle de la poussée (TCC),
- pilotage automatique (PA) et directeur de vol (DV),
- calcul du domaine de vol (FAC),
- détection et isolation des défauts (FIDS).

#### 1.16.1.1 L'automanette

Le rôle de l'automanette dans l'ensemble de conduite automatique du vol est de régler la poussée des moteurs de manière que l'avion réalise la performance voulue. Sa logique vise à traduire en une consigne aux moteurs la demande par l'AFS d'une poussée objectif.

##### 1.16.1.1.1 Architecture de l'automanette

L'automanette comprend :

- un tableau de sélection de la poussée maximum et de mode auto ou préétabli,
- un calculateur contrôleur de la poussée (TCC),
- un servomoteur de commande de la poussée connecté mécaniquement aux manettes.

##### 1.16.1.1.2 Modes et sous-modes de fonctionnement

En accord avec les modes du pilote automatique et du directeur de vol, l'automanette dans l'un des modes TOGA/FLEX TO, CL, CR, MCT donne :

- la poussée maximum pour le décollage, la montée et la remise de gaz,
- le positionnement des manettes de poussée au TLA minimum (Idle) pour la descente (mode RETARD),
- le positionnement des manettes pour l'acquisition et le maintien de la vitesse ou du Mach demandés par le mode SPD-Mach
- la poussée maximale pour le mode montée (CLB) ou minimale en mode descente (DESC),
- la poussée nécessaire en mode PROFILE.

La permutation des modes et sous-modes en relation avec les modes du directeur de vol et du pilote automatique est automatiquement gérée par le FMC lorsque le mode PROFILE est actif. Dans tous les autres modes, la permutation est gérée par

le TCC : lorsque le PA/DV est en modes trajectoire (VS, ALT, GS, ...), le TCC contrôle la vitesse et active le mode SPD-Mach ; lorsque le PA/DV contrôle la vitesse (modes LVL CHG, SRS ou GO AROUND), le TCC contrôle la poussée et active le mode THRUST en montée ou RETARD en descente.

La mise en service de l'automanette entraîne automatiquement l'armement de la fonction Alpha-floor. Lorsque cette fonction est activée par l'AFS, la poussée augmente automatiquement jusqu'à la valeur limite de remise de gaz.

Le mode LVL CHG de l'AFS permet de rejoindre l'altitude sélectionnée, le pilote automatique ou le directeur de vol maintenant la vitesse. Si l'altitude sélectionnée est supérieure à l'altitude de l'avion, le mode CLB est activé, l'automanette passe en mode THR et applique la poussée maximum affichée au TRP (Thrust Rating Panel). Par conception, lorsque les becs sont sortis, la poussée augmente jusqu'à la poussée de remise de gaz. Si l'altitude sélectionnée est inférieure à l'altitude de l'avion, le mode DES est activé, l'automanette passe en mode RETARD et applique la poussée minimum.

#### 1.16.1.1.3 Activation - désactivation

L'armement de l'automanette est obtenu par la manœuvre du levier ATS1 ou ATS2 au panneau ATS. La fonction automanette est mise en service en appuyant sur le bouton ATHR du FCU, ou encore, au décollage, en appuyant sur les boutons "GO LEVERS" situés sur les manettes de poussée.

La mise hors service de l'automanette est obtenue :

- par une action sur l'un des boutons de déconnexion instinctive situés sur les manettes de poussée,
- par une seconde action sur le bouton poussoir ATHR,
- en plaçant sur OFF les leviers d'armement de l'ATS,
- automatiquement si l'une des conditions d'armement est perdue.

#### 1.16.1.1.4 Signalisation

Les modes activés sont affichés au FMA. En outre, les touches correspondant aux différentes poussées maximums (TOGA, MCT, CL, CR, Auto et FLEX TO) sont illuminées au TRP.

### 1.16.1.2 Les pilotes automatiques et les directeurs de vol

#### 1.16.1.2.1 Fonctions

Le rôle du PA est :

- de stabiliser l'avion autour de son centre de gravité tout en maintenant les éléments vitesse verticale et cap fixés,
- de tenir l'avion sur sa trajectoire acquise (maintien de mode),
- d'acquérir une nouvelle trajectoire (acquisition de mode),
- d'exécuter un atterrissage automatique,

- de sélectionner automatiquement parmi les modes de commande de la poussée le mode adéquat en fonction du mode longitudinal choisi.

Le rôle du DV en pilotage manuel est de fournir par le moyen de barres de tendance présentées sur le Primary Flight Display des indications de pilotage

- en tangage si un mode longitudinal est actif,
- en roulis si un mode latéral est actif,
- en lacet pour certaines phases de décollage et d'atterrissage automatiques.

#### 1.16.1.2.2 Modes de fonctionnement

Les modes de fonctionnement communs aux directeurs de vol et aux pilotes automatiques sont :

- en pilotage latéral : RWY, NAV, VOR, LOC, HDG et HDG SEL
- en pilotage longitudinal : SRS, LVL CHG, ALT, VS, PROFILE
- en pilotage combiné : LAND et GO AROUND.

La sélection des modes se fait sur le FCU. Le bouton manoeuvré arme le mode associé et s'illumine. L'activation des modes se fait en agissant :

- soit sur les GO LEVERS situés sur les manettes de poussée, pour activer les modes SRS au sol ou GO AROUND en vol,
- soit sur le FCU, en tirant les boutons affectés au contrôle de la vitesse verticale, du cap et de l'altitude,
- soit en agissant sur les boutons poussoirs ALT HLD, LVL CHG, PROFILE, HDG SEL, NAV, VOR/LOC et LAND.

#### *Fonctionnement des modes longitudinaux*

Les modes longitudinaux sont au nombre de six : Level Change (LVL CHG), Altitude Hold (ALT HLD), Profile et Vertical Speed (VS), SRS et ALT\*.

Le mode Vertical Speed est le mode longitudinal le plus basique. En ce qui concerne l'altitude, le mode Altitude Hold conduit au maintien de l'altitude et le mode Level Change à l'acquisition de l'altitude affichée dans la fenêtre ALT SEL.

LVL CHG commande les actions combinées du pilote automatique et de l'automanette de manière à exécuter automatiquement le changement d'altitude, le PA/DV maintient la vitesse sélectionnée tandis que l'automanette maintient la poussée maximum en montée ou la poussée minimum en descente.

La vitesse angulaire de déplacement des manettes de gaz commandée par l'automanette est constante, d'un degré par seconde.

Sous pilotage automatique et avec l'automanette active, l'exécution du LVL CHG CLB se fait en trois phases : montée à Vsel, capture puis maintien de l'altitude. Les calculateurs gèrent la poussée et déterminent l'assiette de l'avion. Si aucun PA n'est actif mais si l'automanette l'est, la poussée est affichée par l'automanette et l'assiette à suivre est indiquée à l'équipage par le directeur de vol. Lorsque ni les PA ni l'automanette ne sont

actifs, le LVL CHG ne peut pas être exécuté, sauf à suivre manuellement les barres du DV et à positionner manuellement les manettes de poussée.

Pour inhiber ou annuler le LVL CHG, l'équipage peut soit annuler le mode en appuyant sur le bouton poussoir LVL CHG au FCU, soit l'inhiber en déconnectant l'ATHR, ce qui rend le LVL CHG virtuel, soit enfin choisir un autre mode vertical.

Remarque : les modes ALT HLD et Profile ainsi que les modes LAND, SRS, RWY, GO AROUND, non utilisés au cours de l'incident, ne seront pas décrits.

#### 1.16.1.2.3 Sous-ensembles

L'ensemble PA-DV comprend deux calculateurs FCC et un contrôleur FCU communs. De plus, les éléments suivants font partie du système :

- les FMA, bandeaux annonceurs des modes de vol, et les barres de tendance du DV,
- les vérins de commande des gouvernes et les capteurs dynamométriques intégrés dans les lignes de commande des gouvernes,
- les boutons de commande :
  - GO LEVERS, intégrés aux manettes de poussée,
  - déconnexion instinctive du PA, localisés sur la face interne de la corne extérieure des manches.

#### 1.16.1.2.4 Mise en œuvre

Les pilotes automatiques et les directeurs de vol peuvent être mis en œuvre séparément ou conjointement.

Si aucun PA n'est actif en commande (CMD), les indications du FMA et du DV sur le PFD1 sont associés au DV1, et réciproquement pour le PFD2 et le DV2.

Si un PA est en CMD, les deux FMA lui sont associés mais les barres de DV sur les PFD1 et 2 restent associées aux DV 1 et 2 correspondants.

Mise en œuvre conjointe des DV et des PA :

- le PA étant en CMD maintient l'avion sur la trajectoire en exécutant les ordres de manœuvre donnés par les calculateurs. Les indications de tendance du (ou des) DV continuent d'être représentées par les barres sur les PFD.
- le PA étant en CWS (control wheel steering) maintient l'assiette longitudinale et l'inclinaison latérale à leurs valeurs, telles que l'équipage les fera ensuite évoluer. Le DV travaille alors indépendamment du PA.

#### 1.16.1.2.5 Signalisation

##### a) d'un DV actif

Dès que les calculateurs sont alimentés, et sous réserve que les conditions d'activation soient remplies (disponibilité des FCC, FAC, IRS, ADC, FCU), les

deux DV sont automatiquement activés dans les modes basiques VS et HDG. La signalisation est alors la suivante :

- FD1 et FD2 s'illuminent respectivement sur les FMA1 et FMA2,
- VS et HDG s'illuminent en vert sur les deux FMA,
- les barres de tendance apparaissent sur les deux PFD.

*b) de la déconnexion d'un DV*

A la déconnexion la signalisation ci-dessus disparaît et le message FD apparaît en lettres rouges sur le PFD correspondant au DV indisponible.

*c) d'un PA actif*

Un PA s'active en manoeuvrant le levier correspondant au FCU. Il est en mode CMD. La signalisation est alors la suivante :

- levier en position haute,
- voyant CMD allumé dans la fenêtre située sous les leviers,
- étiquette CMD1 (ou 2), ou DUAL si les deux PA sont actifs, au FMA.

Le pilotage peut ensuite être effectué à la demande de l'équipage, en mode CWS.

*d) de la déconnexion d'un PA*

- déconnexion manuelle : l'équipage peut déconnecter le PA
  - soit en appuyant sur le bouton de déconnexion instinctive,
  - soit en plaçant le levier sur OFF au FCU.

Le signal spécifique audio "cavalry charge" est émis. La déconnexion est indiquée au FMA et

- le levier est en position basse (OFF),
- la vignette CMD ou CWS s'éteint à la fenêtre du FCU.

- déconnexion en cas d'effort excessif appliqué sur le manche : la signalisation est identique à celle du cas précédent.

### **1.16.1.3 Pilotage de l'axe longitudinal**

#### **1.16.1.3.1 Commandes**

Les commandes de l'assiette longitudinale comprennent, outre les commandes de profondeur :

- un panneau de contrôle du système de compensation (PTS),
- deux boutons basculeurs pour la commande électrique du trim (trim switches), situés sur la corne extérieure des manches,
- un volant de commande manuelle du trim.

#### 1.16.1.3.2 Contrôle

L'assiette longitudinale est contrôlée par les élévateurs au travers du manche.

Le réglage de la position du PHR dans la plage de +3° à piquer (ND) à -14° à cabrer (NU) sert à annuler les efforts au manche.

Les ordres de commande électrique de réglage du PHR peuvent venir soit de l'équipage si le PA est déconnecté, soit du pilote automatique. La vitesse du réglage dépend de la configuration et de la plage de vitesse de l'avion. Le trim en commande électrique a une plage de braquage de 2,5° (ND) à 13,5° (NU). Lorsqu'il est commandé par l'équipage, sa vitesse dépendant de la vitesse avion est au maximum égale à 0,9°/s ; lorsqu'il est commandé par le PA, sa vitesse dépendant de la configuration becs/volets est au maximum égale à 0,5°/s.

#### 1.16.1.3.3 Signalisation

Un signal audio spécifique dit "whooler" est associé à la mise en mouvement du PHR commandée électriquement par le pilote. Ce signal est émis dès que la durée du mouvement du PHR dépasse une seconde. Le "whooler" n'est pas émis lorsque le PHR est commandé par le PA.

La position du PHR est repérée sur un tambour gradué adjacent au volant de commande manuelle.

A l'ECAM, la page "Flight controls" indique la position des gouvernes et en particulier celles du PHR et de la profondeur.

La déconnexion des pitch trims, matérialisée par le retour en position basse des deux leviers, est signalée par un message spécifique en lettres rouges à l'ECAM, message doublé d'un signal audio sonore.

#### 1.16.1.3.4 Sécurité du système de trim du PHR

Le levier de l'un des deux circuits de commande du système de trim du PHR ne peut être actionné ou maintenu en position que si les conditions d'activation sont toutes remplies. En cas d'avarie d'un circuit, le second prend automatiquement le relai et l'ECAM signale la défaillance. En cas d'avarie des deux circuits, l'ECAM le signale et une alarme "single chime" est émise.

Le volant de commande manuelle du trim peut surpasser tous les autres modes de réglage du PHR. Sa mise en mouvement a pour effet de déconnecter les deux circuits de réglage par commande électrique.

#### 1.16.1.4 Protection de l'enveloppe de vol

Chacun des deux calculateurs FAC effectue les calculs des fonctions ci-après qui sont présentées sur le PFD :

- tendance de vitesse,
- vitesses limites,
- vitesse minimum pour la rentrée des volets et becs,
- vitesse de manoeuvre en monomoteur en configuration lisse,
- protection vis à vis de l'incidence maximale et du cisaillement de vent.

Les symboles et fonctions suivantes sont utilisés dans ce rapport :

- $V_c$  trend : tendance de la vitesse. C'est la vitesse que l'avion atteindra dans dix secondes à accélération constante.
- $V_{LS}$  (velocity lower selectable). C'est la vitesse minimale qui peut être sélectionnée, elle est définie pour la configuration de l'avion avec une marge par rapport à la vitesse de décrochage.
- $V_{SS}$  (velocity stick shaker). C'est la vitesse correspondant à l'activation du vibreur de manche, calculée à 1,1 fois la vitesse de décrochage. Elle correspond à une incidence de  $10^\circ$  en configuration lisse et de  $17,5^\circ$  dans les autres configurations.
- $V_{MAX}$  (pour  $V_{MAX}$  sélectable).  $V_{MAX}$  est la vitesse limite supérieure de l'enveloppe de vol. Elle dépend de la configuration de l'avion. Lors de l'incident, la  $V_{FE}$  (vitesse maximum, volets sortis) était la  $V_{MAX}$ .

Ces vitesses sont représentées sur le PFD. Si une vitesse inférieure à  $V_{LS}$  ou supérieure à  $V_{MAX}$  est affichée à l'automanette, c'est  $V_{LS}$  ou  $V_{MAX}$  qui est prise en compte par celle-ci.

- Protection vis à vis de l'incidence maximale. Cette protection est organisée autour des trois seuils suivants d'incidence dans la configuration avion 20/20, train sorti :
  - le seuil Alpha-floor, à  $14,5^\circ$  d'incidence, qui déclenche une remise de gaz à taux rapide si l'ATHR est enclenchée. Les manettes de gaz sont alors avancées à la vitesse de  $8^\circ/s$
  - le seuil des Alpha-trim, à  $16^\circ$  moins un terme fonction de la dérivée de l'incidence, qui diminue automatiquement le calage du PHR de  $4^\circ$
  - le seuil de déclenchement de l'avertisseur de décrochage (alarme sonore et vibreur de manche), à  $17,5^\circ$ .
- Protection en vitesse. L'AFS comporte une fonction de protection en vitesse, active uniquement en mode Vertical Speed, dont le but est de maintenir l'avion dans la plage de vitesse de vol certifiée pour les diverses configurations.

Si l'avion monte et qu'une vitesse verticale trop importante est sélectionnée, la vitesse diminue. Lorsqu'elle atteint  $V_{LS} + 5$  kt, le mode LVL CHG remplace VS et va capturer l'altitude sélectionnée au FCU. Si cette altitude est supérieure à celle de l'avion, le mode CLB s'active, l'automanette commande la poussée maximum et le pilote automatique commande une assiette permettant de suivre la vitesse. L'avion continue de monter en restant dans le domaine de vitesse certifié.

Si l'avion descend et qu'une vitesse verticale trop élevée est sélectionnée, la vitesse augmente. Lorsqu'elle atteint  $V_{MAX}$ , le mode LVL CHG remplace VS. Si l'altitude sélectionnée est inférieure à l'altitude de l'avion, l'automanette met les moteurs au ralenti et le pilote automatique commande une assiette permettant de maintenir la vitesse. L'avion continue de descendre en restant dans le domaine de vitesse certifié. Le paragraphe suivant est extrait du FCOM d'Airbus Industrie (voir annexe 8) :

#### **SPEED PROTECTION**

**In V/S mode, the priority will be given to the vertical speed, against the speed. If vertical speed is not compatible with selected speed, the speed will decrease or increase towards  $V_{LS}$  or  $V_{MAX}$ . But on reaching  $V_{LS} + 5$  KTS (when vertical speed is positive) or  $V_{MAX}$  (when vertical speed is negative), the AP/FD will automatically change to LVL/CH mode with selected speed as reference.**

La  $V_{FE}$  pour la configuration becs et volets à  $15^\circ$  est de 210 kt. Elle est de 195 kt pour les volets à  $20^\circ$ . C'est le positionnement du sélecteur des volets et non l'extension de ceux-ci qui introduit la nouvelle  $V_{FE}$ . En conséquence, la  $V_{MAX}$  passe instantanément de 210 à 195 kt lors de la sélection des volets de  $15$  à  $20^\circ$ .

De plus, lorsque la vitesse atteint  $V_{FE} + 4$  kt, le système émet une alarme sonore sous la forme d'un " continuous repetitive chime ".

### **1.16.2 Simulation**

L'approche intermédiaire, l'approche finale jusqu'au début de la prise d'assiette et la phase de stabilisation à la sortie du décrochage ont été l'objet d'études au simulateur d'Airbus Industrie à Toulouse et au simulateur de Swissair à Zurich.

Le but de cette simulation était de vérifier le comportement de l'avion et sa pilotabilité dans les différentes phases et configurations inusuelles rencontrées lors de l'événement.

La phase des roulis amples (entre  $+70^\circ$  et  $-70^\circ$ ) et rapides (au taux maximum de  $25^\circ/s$ ) ne pouvait pas être simulée. Toutefois, il a été montré que le premier départ en roulis sur la gauche pouvait être imputé à l'entrée que le commandant de bord a effectuée involontairement par son action sur la corne gauche du manche. Cette entrée créait un braquage de  $12^\circ$  de l'aileron, suffisant pour entraîner l'avion à la vitesse de 180 kt en roulis au taux constaté de 4 degrés par seconde. Ni le passage de l'avion au sommet de la trajectoire à l'altitude de 4 100 pieds ni son comportement pendant le décrochage ne pouvaient être simulés.

La simulation a repris dans la phase de sortie du décrochage, juste avant la ressource. Celle-ci s'est faite sous le facteur de charge de 2,1 g qui peut être imputé à la combinaison des facteurs suivants :

- l'action de la fonction anti-stall qui a ramené le PHR au braquage précédent de  $-12,7^\circ$  dès que les conditions du décrochage ont disparu,
- le fléchissement de l'effort exercé par le commandant de bord à la profondeur,
- le couple cabreur créé par l'application de la poussée.

Il a été montré que l'avion hors-trim est pilotable, par exemple à la vitesse de 160 kt, mais cette situation est potentiellement dangereuse. En effet, l'application de la poussée maximale peut à tout moment déclencher un cabré.

Il convient de noter que l'équipage effectuant la simulation était averti de l'événement. Il connaissait et suivait naturellement la procédure standard d'approche, notamment pour l'observation de  $V_{FE}$ , l'affichage de l'altitude de remise de gaz, la capture du loc et du glide. Il avait en mémoire les procédés pour annuler la réversion de mode ou pour la rendre virtuelle. Il n'a pas hésité sur l'interprétation du "whooper" ni sur la manœuvre en contre. Lorsqu'il a appliqué la poussée TOGA, il a pu vérifier que cela déclenche bien un couple cabreur.

Sous l'effet des couples créés par les forces dues au hors-trim et à la poussée TOGA, la prise de cabré est nette et supérieure à la prise d'assiette à la rotation au décollage.

### 1.16.3 Les états des PA

Au cours de la descente, en vue d'une approche et d'un atterrissage automatiques, les deux PA ont été activés. Le commandant de bord les a désactivés à 10 h 42 min 28 s, avant qu'ils n'aient intercepté le localizer de l'ILS. L'alarme "cavalry charge" a été annulée par l'équipage, sans aucun commentaire.

Les PA resteront ensuite sur OFF jusqu'à la fin du vol, à l'exception d'une activation très brève à 10 h 46 min 34 s.

Lors de l'étude des données enregistrées, il a été noté de nombreuses actions sur le bouton de déconnexion instinctive, dont la première d'une durée de vingt-quatre à trente-deux secondes débute entre deux et six secondes après que le trim a atteint la position plein cabré. Ces actions répétées et la teneur des conversations enregistrées par le CVR indiquent que le commandant de bord doutait de la déconnexion du PA.

Il a également été noté trois tentatives d'activation des PA à partir de 10 h 46 min 29 s. Ces tentatives se sont soldées par des échecs, probablement en raison de l'effort exercé alors sur la commande de profondeur. Elles ont été marquées par des alarmes "cavalry charge".

#### 1.16.4 Les modes successifs de l'AFS

A la déconnexion des PA à 10 h 42 min 28 s, le DV est passé en modes VS et LOC.

La valeur de la vitesse verticale VS affichée au FCU n'a pas été annoncée par l'équipage. Les graphes donnent un taux de descente de 1 500 pieds/min et un écart faible entre la barre de tendance du DV et la maquette avion.

L'enregistrement des paramètres montre un changement du mode VS en CLB à 10 h 43 min 25 s, au moment de la sélection des volets à 20/20. On a vu qu'il s'agit là d'une réversion du mode en raison de l'abaissement de la  $V_{MAX}$  à 195 kt au moment de l'extension des volets et d'une augmentation transitoire de la vitesse. La réversion de mode s'est faite dans le mode CLB, et non DES, en raison de l'affichage prématuré de l'altitude de remise de gaz de 4 000 pieds. Au même moment, les manettes de poussée ont avancé au taux d'un degré par seconde, ce qui est la vitesse d'avancement lors d'une augmentation de poussée commandée automatiquement par l'automanette.

Puis les modes suivants ont été enregistrés :

- CLB et HDG jusqu'à 10 h 44 min 11 s,
- ALT de 10 h 44 min 15 s à 10 h 44 min 47 s,
- VS à partir de 10 h 44 min 51 s.

A 10 h 44 min 37 s, l'assiette longitudinale et l'inclinaison latérale atteignent des valeurs élevées à partir desquelles le PFD est par conception automatiquement nettoyé d'un certain nombre d'informations pour ne faire apparaître que les informations les plus importantes. Les barres du DV disparaissent de l'écran.

L'automanette s'est déconnectée à 10 h 44 min 28 s en raison de l'indisponibilité des informations d'incidence en provenance des sondes fortement perturbées par les forts dérapages. Elle restera sur OFF jusqu'à l'atterrissage.

A 10 h 52 min 07 s, alors que l'avion est en courte finale pour l'atterrissage, l'enregistrement montre une commutation du mode VS de l'AFS. Cette seconde réversion automatique de mode est la conséquence de la diminution de la vitesse à  $V_{LS} + 5$  kt. L'automanette étant cette fois sur arrêt, les gaz n'ont pas été augmentés automatiquement. Le directeur de vol a fourni l'assiette à suivre qui ne semble pas avoir été remarquée par l'équipage.

#### 1.17 Témoignages

De nombreuses personnes ont observé l'événement, notamment :

- le contrôleur en service à la tour d'Orly,
- le copilote d'un avion de DELTA Airlines, au point d'attente au seuil 26,
- un ingénieur de la DGAC en poste à Orly,
- le commandant de bord du vol d'Air Liberté VD871 en finale derrière le YR-LCA.

Leurs témoignages concordent et confirment la trajectoire de l'avion pendant l'incident.

## **2 - ANALYSE**

### **2.1 Les actions du contrôle**

L'avion a quitté son niveau de croisière tardivement, sur instruction du contrôle en route. L'IAF, constitué par le VOR MEL, a été survolé à une vitesse indiquée supérieure à 300 kt alors que la vitesse est limitée à 250 kt en dessous du niveau 100. Le contrôle a demandé à l'équipage qui annonçait une vitesse verticale de 4 000 pieds par minute d'accélérer sa descente vers le niveau 60, qui doit, selon la procédure standard, être atteint 7 NM après le passage de MEL.

Le cap 330 donné par le contrôle d'approche tendait à amener l'avion pratiquement au FAF pour une interception immédiate de l'ILS. Le cap 310 a réduit l'angle de convergence de la route de l'avion par rapport à l'axe de l'ILS. Cet angle était encore trop ouvert pour que l'avion s'aligne simplement sur l'ILS et le suive immédiatement, d'autant que la vitesse indiquée était encore d'environ 235 kt lors de l'interception.

Ce type de présentation est une pratique qui permet d'accélérer le trafic lorsque les conditions météorologiques sont favorables, ce qui était le cas. L'équipage pouvait cependant, conformément à la réglementation, manifester son désaccord s'il jugeait que les caps donnés amenaient l'avion à intercepter l'ILS trop près du point de mise en descente finale. Il ne l'a pas fait.

Il n'y a aucune communication radio échangée pendant l'incident proprement dit.

Après que l'avion est sorti du décrochage, le contrôleur a suggéré à l'équipage de rester au cap 180. Ceci est conforme à la consigne opérationnelle qui vise à maintenir au sud d'Orly tout avion qui aurait une capacité de manoeuvre réduite. Puis il lui a laissé le choix du cap afin de revenir à sa convenance en finale.

La nouvelle clairance d'atterrissage a été donnée à 10 h 49 min 54 s. On note qu'aucune demande superflue quant à la cause de l'incident n'a été faite par le contrôleur.

### **2.2 Le mécanisme de l'incident**

L'écoute du CVR ne fait pas apparaître de briefing approche. Le commandant de bord effectuait une approche automatique.

En palier à 3 000 pieds, l'avion a traversé le plan de descente avant d'intercepter le localizer. L'équipage semble avoir attribué à un mauvais fonctionnement du système de pilotage automatique la non capture du glide, alors que la logique du système la subordonne à celle du localizer, et a déconnecté le pilote automatique. La configuration des systèmes est alors devenue PA OFF et ATHR ON. Les signaux

sonores annonçant la déconnexion du PA et la rétrogradation de CAT 3 à CAT 1 de la capacité du système pour l'atterrissage n'ont pas été commentés par l'équipage.

Maintenant en pilotage manuel, l'avion a abordé le localizer sous un angle de 52° à 210 kt. Il s'est trouvé haut par rapport au plan de descente et au nord de l'axe du localizer. Aligné et mis en descente, la vitesse était excessive, l'indicateur de l'écart par rapport au plan de descente indiquait un point. La vitesse verticale n'a pas été commentée.

A environ 2 750 pieds, lorsque le signal " altitude alert " a retenti, le copilote a affiché pour faire cesser l'alarme 4 000 pieds comme altitude à rallier en cas d'approche interrompue.

Cet affichage avant la capture de l'alignement de piste est prématuré et sa valeur est supérieure à l'altitude du premier palier qui fait suite à une remise de gaz.

Bien que les manettes de poussée aient été en position "flight idle", la vitesse est restée élevée, l'avion étant deux cents pieds au-dessus du plan de descente. Le commandant de bord a décidé de le mettre en configuration atterrissage. A chacune des extensions successives des becs, volets et du train d'atterrissage, la vitesse était proche de la valeur maximale autorisée.

Les volets ont été positionnés à 20° dès que la vitesse de 195 kt, c'est à dire la  $V_{FE}$ , a été atteinte. Un dépassement temporaire et minime de la  $V_{FE}$  (deux nœuds pendant deux secondes), peut-être au passage d'une turbulence, a été enregistré. La logique de protection en vitesse a alors déclenché la réversion de mode, ce qui a amené le mode CLB en raison de l'altitude sélectionnée supérieure à l'altitude de l'avion.

Cette commutation n'a pas été relevée par l'équipage qui ne lisait apparemment pas le FMA et n'a pas remarqué le poussoir LVL CHG illuminé au FCU. Il n'a pas commenté le signal " triple click ".

Alors que les manettes de poussée avançaient à leur vitesse nominale en automatique d'un degré par seconde, une action, semble-t-il involontaire et inconsciente de l'un des pilotes, sur le bouton de commande du trim de profondeur a entraîné le braquage du PHR, à vitesse angulaire constante, en dix secondes, jusqu'à la valeur maximale de 13° à cabrer. Bien que le signal audio caractéristique "whooper" soit entendu de façon continue pendant dix secondes, il n'a pas été commenté par l'équipage et n'a entraîné aucune réaction de sa part.

Cette action est vraisemblablement due au commandant de bord, aux commandes. Elle peut être expliquée :

- soit par un mauvais placement de la main gauche sur le manche qui aurait amené le pouce à presser le bouton de commande du trim,
- soit à la suite d'une confusion entre deux boutons, celui de commande du trim et celui de déconnexion instinctive du PA.

Ce pilote a en effet une expérience considérable sur le BAC 111, avion sur lequel le bouton-poussoir situé sur la corne gauche du manche correspond à la commande de

déconnexion instinctive du pilote automatique. On peut penser qu'au moment où il cherchait à contrer la tendance à cabrer de l'avion sans en comprendre l'origine, une confusion s'est produite et qu'ayant retrouvé d'anciens réflexes, en cherchant à couper le pilote automatique (déjà déconnecté) il a manoeuvré la commande se trouvant à l'emplacement de la déconnexion sur BAC 111.

La phrase du copilote "*prends-le en manuel*" n'est pas suffisamment explicite. L'avion n'étant plus en pilotage automatique, il eût été plus efficace de dire "*déconnecte l'automanette*". Elle peut aussi signifier que le copilote croyait qu'un pilote automatique était resté actif.

Quoi qu'il en soit, le braquage du PHR a donné une forte tendance à cabrer de l'avion que le pilote a contrée par un effort énergique à piquer à la profondeur, ce qui a mis l'avion dans une situation de hors trim total.

Cette mise hors trim est le second fait pivot dans le déroulement de l'incident, le premier ayant été la réversion de mode de l'AFS.

Il ne paraît pas que l'équipage ait pris conscience de cette situation de hors trim total. Il n'a pas fait appel aux deux consignes prévues en cas de "High pitch force" ou "Abnormal pitch behavior" qui donnent réponse à cette situation.

L'automanette étant toujours en fonctionnement, le pilote l'a surpassée en ramenant manuellement les manettes au ralenti vol pendant dix secondes avant de les repousser soudainement à la position de poussée maximale. Quatre secondes plus tard, il les a ramenées rapidement au ralenti vol pendant deux secondes, avant de les pousser à nouveau à poussée maximale.

Pour tenter d'expliquer le premier placement des manettes à la poussée maximale, on pourrait retenir deux hypothèses :

- le commandant de bord, percevant la forte diminution de la VC trend, aurait pensé que la vitesse allait diminuer fortement. Il aurait remis les gaz pour éviter le décrochage,
- le commandant de bord, ressentant le problème sur la tenue de l'axe longitudinal, problème qui ne lui permettrait pas de poursuivre vers l'atterrissage, aurait décidé de monter pour se donner des conditions plus favorables au traitement du problème.

Il n'a pas été trouvé de motif aux deux autres mouvements des manettes, les entretiens avec l'équipage n'ont pas contribué à les comprendre. Il est d'ailleurs clair que celui-ci, après un événement aussi stressant, ne pouvait ni se souvenir de toutes ses actions, souvent instinctives probablement, ni a fortiori les expliquer.

Sous l'effet aérodynamique du braquage du PHR et sous l'effet mécanique de la poussée, l'avion a donc subi un couple à cabrer que la profondeur ne pouvait contrôler. Il a pris rapidement une assiette et une incidence très fortes.

L'importance de l'effort appliqué à la profondeur par la seule main gauche, alors que la main droite manœuvrait les manettes moteurs, a induit un effort à la commande des ailerons. L'avion s'est mis alors en roulis, régulier et lent.

L'équipage était donc confronté à quatre problèmes :

- Maintenir l'avion sur une trajectoire descendante
- Contrer la tendance à cabrer et contrôler la poussée
- Piloter l'avion en passant en vol aux instruments
- Analyser et décider.

La saturation a gagné le commandant de bord qui a annoncé le MAYDAY, c'est à dire indiqué qu'il était en situation critique. On peut noter à ce propos que, à aucun moment, l'équipage ne se coordonne ni ne se raccroche à une règle de traitement d'une situation d'urgence. Le commandant de bord ne délègue aucune tâche, aucune action au copilote qui lui-même ne propose aucune action d'urgence. Toute notion de gestion de l'équipage semble ignorée.

Les indications du DV sur l'assiette à suivre pour rejoindre l'altitude de 4 000 pieds ne pouvaient que difficilement être interprétées par l'équipage. Puis, en raison des fortes assiettes, le PFD a été nettoyé automatiquement, seules y apparaissant les informations essentielles.

L'avion a ainsi atteint l'altitude de 4 100 pieds en limite d'énergie, avec une vitesse minimale enregistrée d'environ 35 kt. La protection contre les grandes incidences a fonctionné et a réduit le braquage du PHR de -12,7 à -8,8°, et par voie de conséquence l'incidence brute de 42 à 30°. Le pilote ne semble pas avoir perçu le mouvement à piquer du PHR, d'autant qu'un tel mouvement commandé par les automatismes n'est pas annoncé par le "whooler". Ceci a amorcé la diminution d'assiette. L'avion a cependant décroché ; le signal avertisseur de décrochage "Cricket" et le vibreur de manche n'ont été activés que plus tard pendant la descente (voir paragraphe 2.3.2 ci-après).

Immédiatement avant, pendant et immédiatement après le décrochage, l'ADC, à cause du manque de fiabilité de la pression totale, ne fournissait plus d'information de vitesse, ce qui a eu pour conséquence la déconnexion automatique de l'ATHR, les manettes restant à leur position de poussée maximale.

A l'approche du décrochage, le commandant de bord a tiré le manche à fond, ce qui a amené la gouverne de profondeur à 23° à cabrer. Puis il l'a repoussé à fond, tout en continuant à contrer aux ailerons le roulis de 75° à droite. Les données statistiques montrent que, confrontés au décrochage, les pilotes ramènent dans 80% des cas le manche vers l'arrière, dans une sorte de mouvement réflexe, ce qui entretient la perte de contrôle.

L'avion a subi une série de quatre roulis amples et rapides. Le premier a été imputé ci-dessus à la force induite par le pilote sur la partie gauche du manche ; les suivants sont dus à la surcompensation du pilotage en roulis puis au décrochage. Après avoir placé le manche "au ventre" et donc amené la profondeur à cabrer au maximum, le

pilote a rectifié en plaçant le manche "au tableau". L'avion a salué, le nez est passé sous l'horizon à 32°. L'abattée de +50 à -32° en sept secondes est impressionnante.

Au cours de la descente, le pilote, aidé par la remise automatique du PHR à -8,8°, a réduit l'incidence, gagné de la vitesse en réduisant la traînée, effectué une ressource souple (facteur de charge de 2 g pendant cinq secondes) et ajusté la puissance. L'avion est sorti du décrochage à la hauteur de huit cents pieds, toujours hors trim. Les paramètres de vol étaient en apparence stables grâce à une modulation de la poussée.

La protection Alpha-trim s'est automatiquement annulée dès que l'avion est sorti du décrochage : le PHR est revenu à son braquage antérieur à -12,7°. Ce mouvement automatique, sans "whooper" donc, semble être passé inaperçu du commandant de bord. Celui-ci a piloté l'avion, toujours totalement hors-trim, sur une trajectoire légèrement montante et a modulé la poussée autour de 60% de N1. La vitesse a diminué régulièrement et a atteint 140 kt. Cette situation comportait un risque potentiel élevé : en cas d'augmentation de la poussée pour une raison quelconque, l'avion serait inmanquablement reparti en montée à forte incidence.

Le copilote, lisant l'ECAM, a annoncé "*Pitch trim off*". En effet, les dérapages provoqués par les roulis avaient perturbé la détermination de l'incidence et provoqué leur déconnexion automatique. Il les a ré-enclenchés et fait les essais par débattement dans les deux sens. Le "whooper" a été identifié et le copilote a déclaré opérationnel le système de réglage du trim. Il a alors réduit le braquage à -8,4°. Cette action de réduction de l'angle du PHR a été bénéfique. Elle n'en constitue pas moins un exemple de pilotage simultané, effectué à l'insu du pilote en fonction.

Sur une branche d'éloignement au cap 120, l'avion à 195 kt et à 2 000 pieds était maintenant en hors trim réduit (PHR -8,4° à cabrer ; profondeur 8° à piquer).

Le commandant de bord a refusé, dans un premier temps, d'utiliser le trim du PHR. Environ quatre-vingts secondes après, des impulsions enregistrées sur l'enregistreur de paramètres et des bruits de sélecteur dans le CVR montrent qu'il l'utilise mais sans l'annoncer, par brèves pressions à l'identique de ce qu'était sa façon d'utiliser le trim avant le déclenchement de l'événement. Cinq minutes après le braquage total du PHR, l'avion était trimé correctement, le pilotage était redevenu normal.

L'atterrissage a été fait en configuration becs et volets 20, ce qui en finale a amené l'annonce "too low flaps" du GPWS. L'interception du LOC s'est faite par alignement à vue sur l'axe de la piste. L'avion a traversé le plan de descente, est resté au dessus puis, en finale, est passé en dessous. Ces écarts n'ont pas été annoncés. Le signal sonore "glide slope" a été entendu en finale.

En finale, sur diminution de la vitesse, l'AFS a déclenché une réversion de mode de VS à LVL CHG. L'automanette étant déconnectée et l'équipage s'apprêtant à atterrir, cette nouvelle réversion de mode est passée inaperçue.

En résumé, cette seconde approche n'a été ni préparée ni stabilisée.

Remarque : le CVR ne montre aucune recherche quant à l'anomalie ressentie sur la chaîne de pilotage longitudinal, PHR et profondeur. Plus généralement, il n'apparaît pas qu'il y ait eu de la part de l'équipage d'actions de pilotage appelées "retour au basique". Dans le cas présent, cela aurait impliqué de :

- trimer l'avion, au besoin au moyen du volant mécanique,
- revenir à un cas de vol standard, circuit normal en vol à vue, briefing et check-list,
- éventuellement, réactiver certains éléments de l'AFS, après consultation de l'ECAM.

Dès que la situation paraît stabilisée, les conversations reprennent en cockpit. Ni l'automanette, ni le braquage du PHR, ni les variations de la poussée ne sont évoqués. La réversion de mode de VS à LVL CHG non plus. La conversation porte surtout sur le PA. L'équipage ne fait pas de briefing pour la nouvelle approche.

## **2.3 Le fonctionnement des protections de l'AFS**

### **2.3.1 Protection du domaine en vitesse,**

La vitesse de l'avion a dépassé la  $V_{FE}$  avant la capture de l'ILS. Rappelons que dans ces circonstances la protection contre une survitesse est assurée selon les deux seuils suivants :

- lorsque la vitesse devient égale à la  $V_{FE}$ , par passage au mode LVL CHG.
- lorsque la vitesse atteint  $V_{FE} + 4$  kt, par émission d'une alarme sonore Continuous Repetitive Chime.

Le choix de LVL CHG comme protection contre une vitesse excessive a amené, dans les circonstances de l'incident, l'augmentation de la poussée à un moment où l'objectif était de faire décroître la vitesse, ce qui n'est pas compatible avec le but poursuivi.

On peut noter que si le pilote automatique avait été actif, il aurait provoqué une prise d'assiette à cabrer, ce qui est également de nature à surprendre un équipage en cours d'interception d'un moyen d'atterrissage et dont l'objectif premier est la piste.

### **2.3.2 Analyse de la logique de protection contre le décrochage**

La protection contre le décrochage est organisée autour de trois seuils d'incidence, celui de l'Alpha-floor, celui de l'Alpha-trim et celui du déclenchement de l'avertisseur de décrochage (voir 1.16.1.4).

La protection Alpha-floor n'a pas pu jouer son rôle car, lorsque l'incidence de  $14,5^\circ$  a été atteinte, les manettes étaient déjà à la poussée maximale.

La protection Alpha-trim s'est déclenchée à une valeur de l'incidence légèrement inférieure à 15° dans des conditions où la dynamique du vol était voisine de l'extrême. Il faut noter qu'elle a également fonctionné après la sortie du décrochage en donnant l'ordre inverse au PHR.

L'alarme de décrochage n'a pas retenti et le vibreur de manche n'a pas fonctionné dans la phase de vol qui précède le décrochage. Interrogé, le constructeur a indiqué que la cause du non fonctionnement de ces deux alarmes était la perturbation des sondes d'incidence due à la dynamique des mouvements de l'avion, la vitesse étant devenue inférieure à 60 kt avant que l'incidence n'atteigne 17,5°. L'équipage a cependant été prévenu de l'approche du décrochage par le "buffet".

## 3 - CONCLUSIONS

### 3.1 Faits établis

- L'équipage détenait les licences et qualifications réglementaires pour effectuer le vol considéré. Un troisième pilote en familiarisation était en siège observateur.
- Les conditions météorologiques étaient excellentes.
- L'avion était normalement certifié et entretenu. Aucune indisponibilité d'équipement (à l'exception du FDR) n'a été relevée. La vérification au sol après l'incident, ainsi que les vols suivants de l'appareil, n'ont mis en évidence aucune anomalie de fonctionnement.
- Le commandant de bord, aux commandes, a entrepris une approche automatique.
- Le contrôle d'approche a demandé à l'avion de raccourcir sa trajectoire, ce qui a conduit à une interception de l'ILS plus près de la piste que ne le prévoit la procédure standard.
- Selon la logique des systèmes, le glide, rencontré avant le loc, n'a pas été capturé en automatique. Le commandant de bord a alors déconnecté les deux pilotes automatiques en laissant l'automanette en fonctionnement.
- L'altitude de 4 000 pieds a été affichée avant l'établissement de l'avion sur l'ILS comme altitude de remise de gaz. L'altitude de remise de gaz de la procédure est de 2 000 pieds.
- Au moment de la sélection des volets à 20°, la vitesse était légèrement supérieure à la  $V_{MAX}$ , ce qui a activé la protection en vitesse, entraînant la réversion du mode VS vers le mode LVL CHG.
- En raison de l'altitude sélectionnée supérieure à celle de l'avion, l'automanette a commandé une augmentation de la poussée. Le pilote a maintenu l'avion en descente.
- Il a amené involontairement le trim à sa butée électrique de 13° à cabrer, ce qui a placé l'avion dans une situation de hors trim total.
- Pour contrer l'effet du braquage du PHR, il a amené la gouverne de profondeur à sa butée mécanique de 15° à piquer, au prix d'un effort important au manche.
- Une augmentation brusque de la poussée a été commandée manuellement.
- Sous l'effet du couple additionnel, l'avion a cabré rapidement. Le pilote a continué à contrer par un effort continu à la profondeur et en retenant temporairement sur la position de ralenti les leviers de poussée. Il n'a pas corrigé le trim qui est resté en butée à cabrer, ni déconnecté l'automanette.

- L'avion a pris une trajectoire à très forte pente, les inclinaisons latérales atteignant des valeurs très importantes. Il est monté à l'altitude de 4 100 pieds, la vitesse minimale enregistrée a été de 35 kt. La protection Alpha-trim a réduit de 4° le braquage du PHR.
- Sous l'effet des forts dérapages lors de roulis amples et rapides, les sondes d'incidence ont été perturbées, ce qui a provoqué la déconnexion automatique des deux pitch-trims. L'automanette a été désactivée pour les mêmes raisons.
- Du fait de la dynamique des mouvements de l'avion, l'alarme de décrochage et le vibreur de manche n'ont pas fonctionné de façon préventive.
- L'équipage a repris le contrôle de l'avion après le décrochage.

### **3.2 Causes probables**

Les causes directes des attitudes inusuelles et du décrochage subis par l'avion sont un mouvement du PHR vers la position à plein cabrer et une augmentation rapide de la poussée, manœuvres toutes deux commandées par le pilote en fonction, à la suite d'une réversion de mode de l'AFS qui n'a pas été comprise. Le couple cabreur a provoqué une prise d'assiette brutale que l'équipage n'a pas pu et ne pouvait pas contenir à la profondeur.

Les éléments suivants ont contribué à l'incident :

- Une approche trop rapide, due à un début de descente tardif, suivie par un raccourcissement de la procédure standard.
- Un travail insuffisant en équipage.
- La sélection prématurée de l'altitude de remise des gaz et la prise précipitée de la configuration becs et volets à 20-20, qui ont entraîné l'activation de la protection en vitesse.
- La difficulté de compréhension de l'action de l'automanette augmentant la poussée dans sa fonction de protection contre les hautes vitesses.

## 4 - RECOMMANDATIONS

### 4.1 Mesures prises

A la suite de l'incident et sur la base des premiers faits établis communiqués par le BEA<sup>(3)</sup>, la Direction Générale de l'Aviation Civile en a informé les exploitants français d'Airbus A 310 et A 300-600 (ces deux types possèdent une protection identique). Elle leur a demandé d'une part d'attirer particulièrement l'attention des équipages sur la nécessité de respecter les vitesses limites prévues pour les différentes configurations de l'avion, d'autre part de s'assurer de leur parfaite information sur la logique du système de protection en cas de vitesse anormale.

La DGAC a également averti les autorités de l'aviation civile des pays utilisateurs de ces appareils en leur recommandant une action analogue auprès des exploitants relevant de leur autorité.

### 4.2 Recommandation intermédiaire

A la suite de plusieurs accidents pour lesquels le Bureau Enquêtes-Accidents avait participé à l'enquête, la recommandation suivante a été émise le 24 janvier 1995 :

*Divers incidents ou accidents (voir liste ci-dessous) d'avions de transport public présentent les caractéristiques communes suivantes :*

1) Configuration: Pilote automatique et/ou auto-manette (ou auto poussée) en fonction.

2) Circonstances: le pilote aux commandes surpasse (volontairement ou involontairement) le système automatique de vol, ou agit à l'inverse des indications du directeur de vol.

3) Circonstances aggravantes:

a) le pilote en fonction n'est pas toujours conscient de son action en opposition avec les systèmes automatiques de vol, et ne perçoit jamais les conséquences de celle-ci,

b) le pilote non en fonction (même instructeur) n'a pas conscience de l'antagonisme entre le pilote aux commandes et les systèmes automatiques de vol.

4) Conséquences:

\* la réaction des systèmes automatiques de vol entraîne des configurations potentiellement dangereuses : hors trim, poussée moteur(s) incompatible avec la trajectoire souhaitée par le pilote, ...

\* L'équipage,

- soit ne se rend pas compte de la situation, et donc ne peut pas prendre les mesures correctrices,
- soit constate la configuration de l'avion sans en comprendre les causes. Cette incompréhension (également liée à une connaissance limitée des systèmes) entraîne une perte de temps dans l'analyse de la situation, voire une analyse erronée, généralement associées à un déficit de communication entre les membres d'équipage

<sup>3</sup> Un rapport préliminaire a été publié le 3 novembre 1994.

Ceci a entraîné des attitudes très dangereuses: assiettes ou roulis très importants, perte de vitesse (jusqu'au décrochage) ou vitesse excessive, etc.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande:

- **qu'une étude soit lancée pour que la priorité du pilote sur les systèmes automatiques de vol soit maintenue en toutes circonstances.**

**Ceci pourrait se traduire:**

**a) par la déconnexion des systèmes automatiques de vol (pilote automatique et auto-manette ou auto poussée) en cas d'antagonisme entre les actions du pilote et celles du système automatique de vol ou du directeur de vol.**

**b) et/ou par une information claire en cockpit (éventuellement une alarme) alertant l'équipage d'un tel antagonisme.**

**Liste des événements :**

1. Incident d'un A300-B4 en approche à Helsinki (Finlande) le 9 janvier 1989
2. Accident de l'A320-231 VT-EPN à Bangalore (Inde) le 14 février 1990
3. Incident de l'A310 D-ADAC en approche à Moscou le 11 février 1991
4. Accident du B747-400 F-GITA à Tahiti-Faaa le 13 septembre 1993
5. Accident de l'A310-300 F-OGQS près de Novokuzniesk (Sibérie) le 22 mars 1994
6. Accident de l'A300-600 B1816 à Nagoya le 26 avril 1994
7. Incident de le l'A310-325 YR-LCA en approche piste 26 à Orly le 24 septembre 1994

## **4.3 Nouvelles recommandations**

### **4.3.1 Signalisation de l'activation de la protection en vitesse**

L'équipage n'a pas perçu la mise en œuvre de la protection en vitesse du domaine de vol ni réalisé le changement de mode qui en résultait. De plus, on peut noter que la dénomination "LVL CHG" est mal appropriée pour désigner l'activation de la protection en vitesse. LVL CHG est le procédé utilisé et non l'objectif.

Le BEA considère que la recommandation 4.4.2 émise dans le cadre de l'enquête sur l'accident survenu le 20 janvier 1992 près du Mont Ste Odile correspond également au problème ici identifié. Il la rappelle ci-après, avec ses attendus :

*Dans le cadre de son analyse de cet accident, la commission a été amenée à constater des insuffisances dans l'efficacité de la présentation à l'équipage des différents modes actifs, des références utilisées, des actions en cours et des cibles poursuivies, pour les dispositifs de pilotage automatique, notamment dans le plan vertical. Tout particulièrement, la commission a estimé que l'ensemble des informations présentées ne comportait pas un pouvoir d'alerte élevé pour un équipage qui a une représentation mentale instantanée erronée concernant l'état de ces*

automatismes.

*Or, en pratique, bon nombre des observations faites par la commission valent à un degré ou à un autre pour l'ensemble des avions de nouvelle génération ...*

**En conséquence, la commission recommande que pour l'ensemble des avions de nouvelle génération :**

**- une réflexion soit engagée par les autorités et organismes compétents en vue d'améliorer, de manière standardisée au plan international, la présentation et la symbologie des affichages et des informations relatives aux différents modes de pilotage automatique actifs, notamment dans le plan vertical.**

#### **4.3.2 Qualifications de type successives**

L'enquête a montré que le commandant de bord avait peut-être actionné par erreur la commande de trim en voulant actionner la commande de déconnexion instinctive du PA, cette dernière commande étant placée à cet endroit sur le BAC 111 qu'il pilotait auparavant.

En conséquence, le Bureau Enquêtes-Accidents recommande :

- **qu'une étude, associant des spécialistes du comportement, examine la prise en compte des réflexes ou habitudes éventuellement acquis sur les appareils déjà pilotés lors du passage à un nouveau type d'aéronef.**

# Annexes

## **Annexe 1**

Cartes d'approche de Paris Orly

## **Annexe 2**

Transcription des communications  
entre l'avion et le centre de contrôle régional

## **Annexe 3**

Transcription des communications  
entre l'avion et l'approche d'Orly

## **Annexe 4**

Transcription du CVR

## **Annexe 5**

Planches de paramètre du DAR

## **Annexe 6**

Reconstitution de l'évolution de l'aéronef  
d'après les données enregistrées par le DAR

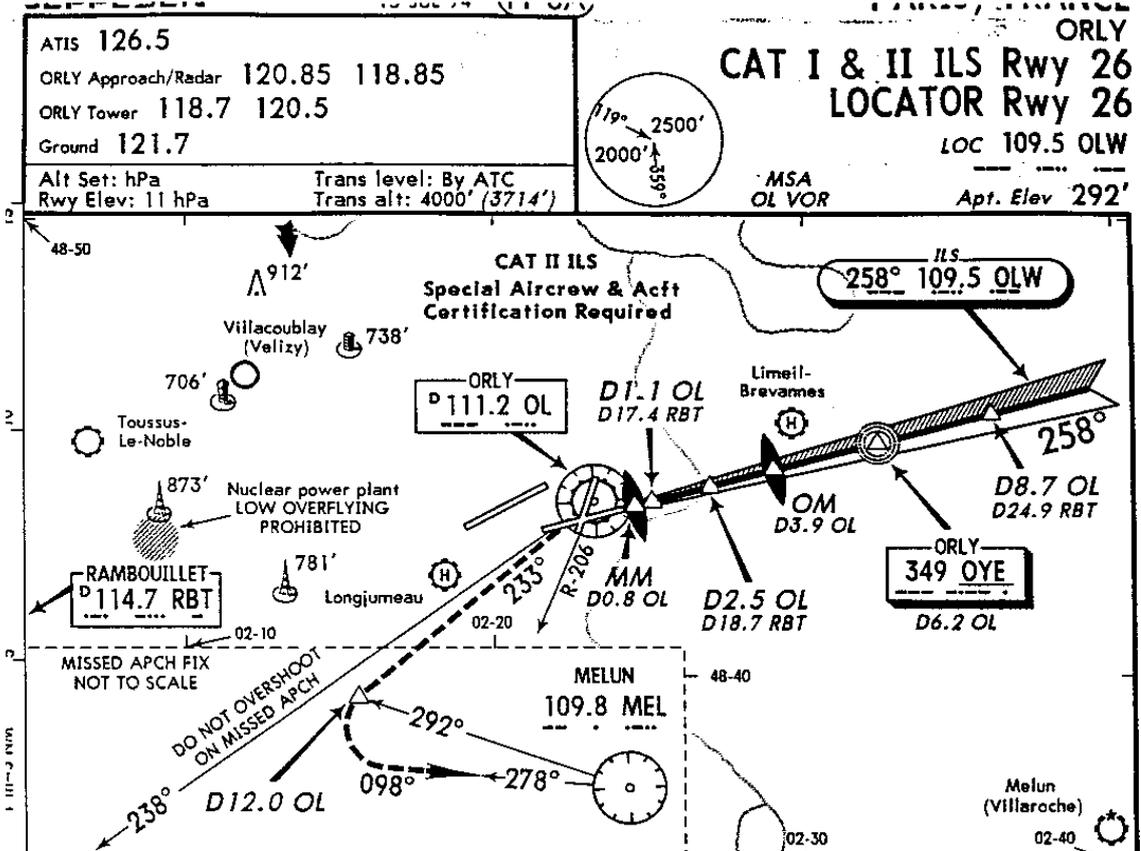
## **Annexe 7**

Trajectoire du vol reconstituée  
à partir de l'enregistrement radar

## **Annexe 8**

Extrait du FCOM A310 relatif à la protection de vitesse





|               |                                                                |                          |                                  |                 |                   |
|---------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|
| OCA(H) RWY 26 | ILS CAT II A: 331'(45') B: 348'(62') C: 360'(74') D: 374'(88') | D1.1 OL D17.4 RBT        | OM D3.9 OL                       | Lctr D6.2 OL    | D8.7 OL D24.9 RBT |
| ILS           | A: 419'(133') B: 431'(145') C: 439'(153') D: 450'(164')        | MM DO.8 OL GS 500'(214') | D2.5 OL D18.7 RBT GS 1040'(754') | GS 1490'(1204') | 3000' (2714')     |
| GS out        | 565'(279')                                                     |                          |                                  |                 |                   |
| Lctr          | 615'(329')                                                     |                          |                                  |                 |                   |
| RWY 26        | 286'                                                           |                          |                                  |                 |                   |

**APT. 292'**  
**MISSED APCH:** ILS: At crossing R-206 OL turn LEFT onto 243°, then intercept and follow R-233 outbound OL VOR climbing to 2000' (1714'). At D12.0 OL turn LEFT and proceed on R-278 (098°) inbound to MEL VOR climbing to 4000' (3714'). Lctr: Turn LEFT onto R-233 OL and proceed as prescribed for ILS.

| CAT II ILS       |                       |                          |                   |                   |                   |
|------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| RA 102'          | RA 156'               | AUTHORIZED OPERATORS ILS |                   | DA(H) 486'(200')  |                   |
| DA(H) 386'(100') | DA(H) 436'(150')      | FULL                     | TDZ or CL out     | FULL              | TDZ or CL out     |
|                  |                       |                          |                   | ALS out           |                   |
| A                |                       |                          |                   |                   |                   |
| B                | RVR 350m at TDZ       | RVR 500m at TDZ          | RVR 550m VIS 800m | RVR 720m VIS 800m | RVR 720m VIS 800m |
| C                | RVR 175m at Mid-point | RVR 250m at Mid-point    |                   |                   | 800m              |
| D                | RVR 400m at TDZ       | RVR 200m at Mid-point    | RVR 550m VIS 800m | RVR 720m VIS 800m | 900m              |

| STRAIGHT-IN LANDING RWY 26     |                   |                | LOCATOR                   |  |         | CIRCLE-TO-LAND For Special Circling Procedure RWY 20R |            |  |
|--------------------------------|-------------------|----------------|---------------------------|--|---------|-------------------------------------------------------|------------|--|
| LOC (GS out) MDA(H) 570'(284') |                   |                | LOCATOR MDA(H) 630'(344') |  |         | see 19-1                                              |            |  |
| A                              | RVR 750m VIS 800m |                |                           |  | Max Kts | MDA(H)                                                | CEIL-VIS   |  |
| B                              | 900m              | NOT AUTHORIZED |                           |  | 110     | 770'(478')                                            | 320'-1600m |  |
| C                              | 1000m             |                |                           |  | 135     | 1090'(798')                                           | 530'-2000m |  |
| D                              | 1200m             |                |                           |  | 180     | 1190'(898')                                           | 600'-2800m |  |
|                                |                   |                |                           |  | 205     | 1190'(898')                                           | 600'-3600m |  |

|                                           |     |     |     |     |     |     |               |                             |                                     |
|-------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Gnd speed-Kts                             | 70  | 90  | 100 | 120 | 140 | 160 | + France auth | 1 + 500m (RVR 400m).        | 2 + 550m.                           |
| ILS GS 3.00° or LOC/Lctr Desc. Grad. 5.2% | 377 | 485 | 539 | 647 | 755 | 862 | 3 + 650m.     | 4 + CAT A 550m, CAT B 650m. | 5 + 750m. 6 + 1150m. 7 + CAT A 750m |

CRNA/Nord

Athis-Mons  
Feuille N° 1

le

14/11/94

10:15

INCIDENT:24 SEPTEMBRE 1994  
CV/mag

Ref 658 G 94

Communications RADIOTELEPHONIQUES échangées le **24/09/94**  
entre **ROT 381.** et PARIS CONTROLE  
Secteur **AO**  
Fréquence **135,3**

Platine E 6 P 52

| Heures UTC | DE      | COMMUNICATIONS                                                                                                   |
|------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10.25.00   |         | <i>Début d'écoute</i>                                                                                            |
| 10.25.08   | ROT381  | PARIS, bonjour ROT 381.                                                                                          |
| 10.25.28   | ROT381  | ROT 381 flight level 3.5.0.                                                                                      |
|            | Paris C | ROT 381 bonjour maintain 3.5.0 and what is your present heading?                                                 |
|            | ROT381  | Heading 2.9.3.                                                                                                   |
|            | Paris C | Okay for spacing, turn left heading 2.7.0.                                                                       |
|            | ROT381  | Left heading 2.7.0.                                                                                              |
| 10.29.47   | Paris C | ROT381 proceed Melun now                                                                                         |
|            | ROT381  | Proceeding to Melun, ROT381 ... (illisible).                                                                     |
|            | Paris C | Okay, ROT381 descent down flight level 6.0.                                                                      |
|            | ROT381  | Descending 6.0.                                                                                                  |
| 10.36.35   | Paris C | ROT 381 Say your rate of descent                                                                                 |
|            | ROT381  | Two thousand.                                                                                                    |
|            | Paris C | ROT381 increase rate of descent to be steady flight level 6.0 in two minutes maximum and contact Orly 1.2.0.8.5. |
|            | ROT381  | 1.2.0.8.5 bye, bye.                                                                                              |
| 10.37.05   | ROT381  | Paris Orly bonjour, ROT381                                                                                       |
|            | Paris C | ROT381 Orly 1.2.0.8.5.                                                                                           |
| 10.38.00   |         | <i>Fin d'écoute</i>                                                                                              |

Incident ROT 381  
du 24.09.94

Transcription de l'enregistrement des communications radiotéléphoniques échangées  
entre Orly Approche et ROT 381 - LIB 871 - AMX 448

Fréquence : 120,85 Mhz

1

| DE<br>COL. 1 | A<br>COL. 2 | HEURE UTC<br>COL. 3 | COMMUNICATIONS<br>COL. 4                                           | OBSERVATIONS<br>COL. 5 |
|--------------|-------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------|
| ROT 381      | OL/APP      | 10h37'13"           | - Orly bonjour - TAROM 3.8.1.                                      |                        |
| OL/APP       | ROT 381     |                     | - TAROM 3.8.1 turn right heading 3.3.0 for base leg runway 2.6.    |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - ... right heading 3.3.0 for base runway 2.6.                     |                        |
| ROT 381      | OL/APP      | 10h38'40"           | - TAROM 3.8.1 - 6.0.                                               |                        |
| OL/APP       | ROT 381     |                     | - TAROM 3.8.1 descend 4.000 feet correction 3.000 feet on 1.0.1.3. |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - 3.000 - 1.0.1.3.                                                 |                        |
| OL/APP       | ROT 381     | 10h41'02"           | - TAROM 3.8.1 turn left heading 3.1.0 intercept I.L.S runway 2.6.  |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - Left - heading - 3.1.0 intercepting ILS 2.6.                     |                        |
| ROT 381      | OL/APP      | 10h43'31"           | - On final 2.6 TAROM 3.8.1.                                        |                        |
| OL/APP       | ROT 381     |                     | - 1.3.8.                                                           |                        |
| OL/APP       | ROT 381     |                     | - Cleared to land 3.8.1 wind 3 - 2.00 degrees/10 Knots.            |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - ... cleared to land. Thank you.                                  |                        |
| -            | -           | 10h44'01"           | - ->                                                               | Modulation             |
| OL/APP       | ROT 381     | 10h44'24"           | - Euh TAROM 3.8.1 turn left if you want heading 1.8.0.             |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | -                                                                  | Pas de réponse         |
| OL/APP       | ROT 381     | 10h44'46"           | - TAROM 3.8.1 do you hear me ?                                     |                        |

Incident ROT 381  
du 24.09.94

Transcription de l'enregistrement des communications radiotéléphoniques échangées  
entre Orly Approche et ROT 381 - LIB 871 - AMX 448

Fréquence : 120,85 Mhz

2

| DE      | A       | HEURE UTC | COMMUNICATIONS                                                                                                                                            | OBSERVATIONS         |
|---------|---------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| COL. 1  | COL. 2  | COL. 3    | COL. 4                                                                                                                                                    | COL. 5               |
| OL/APP  | ROT 381 | 10h44'49" | - Do you hear me ?                                                                                                                                        |                      |
| OO/APP  | LIB 871 | 10h44'56" | - Liberté 8.71, il va y avoir un "CRASH" à l'entrée de la piste alors euh tournez à gauche cap 180.                                                       |                      |
| -       | -       | 10h45'02" | - - - - - Commandes                                                                                                                                       |                      |
| OL/APP  | ROT 381 | 10h45'10" | - TAROM 3.8.1 if your hear me as you like for landing 2.6.                                                                                                |                      |
| OL/APP  | LIB 871 | 10h45'19" | - LIBERTE 8.71 ne tournez pas au cap Sud, gardez l'axe pour l'instant s'il vous plaît, gardez l'axe.                                                      |                      |
| LIB 871 | OL/APP  | 10h45'24" | - 8.71 on garde l'axe et on a visuel sur l'avion qui a repris de l'altitude.                                                                              |                      |
| OL/APP  | LIB 871 | 10h45'30" | - Oui qui a repris de l'altitude après un décrochage, euh gardez l'axe liberté 8.87 et Liberté 8.87 ⊕ autorisé à l'atterrissage 26. 200 degrés/10 noeuds. | ⊕ = blanc            |
| LIB 871 | OL/APP  | 10h45'45" | - 8.7.1 on atterrit piste 26.                                                                                                                             |                      |
| OL/APP  | LIB 871 | 10h45'49" | - Liberté 8.7.1 appelez sur 118,7.                                                                                                                        |                      |
| LIB 871 | OL/APP  | 10h45'51" | - 118,7.8.71.                                                                                                                                             |                      |
| OL/APP  | ROT 381 | 10h45'53" | - TAROM 3.8.1 do you want to come back on the I.L.S now ?                                                                                                 |                      |
| AMX 448 | OL/APP  | 10h45'59" | - ..... 48 we're you giving back.                                                                                                                         | (réponse de AMX 448) |
| OL/APP  | ROT 381 | 10h46'03" | - Yes are you ? do you agree to turn left on the I.L.S now ?                                                                                              |                      |
| AMX 448 | OL/APP  | 10h46'08" | - Yes we can do it.                                                                                                                                       | (réponse de AMX 448) |
| OL/APP  | ROT 381 | 10h46'10" | - OK so turn left heading 0.2.0.                                                                                                                          |                      |
| AMX 448 | OL/APP  | 10h46'12" | - 0.2.0 thank you.                                                                                                                                        | (réponse de AMX 448) |
|         |         |           |                                                                                                                                                           | AMX 448)             |

J/ nt ROT 381  
 09.94

Transcription de l'enregistrement des communications radiotéléphoniques échangées  
 entre Orly Approche et ROT 381 - LIB 871 - AMX 448

Fréquence : 120,85 Mhz

| DE<br>COL. 1 | A<br>COL. 2 | HEURE UTC<br>COL. 3 | COMMUNICATIONS<br>COL. 4                                                | OBSERVATIONS<br>COL. 5 |
|--------------|-------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| OL/APP       | AMX 448     | 10h46'13"           | - MEXICAN 4.4.8 turn left heading 0.8.0.<br>please.                     |                        |
| AMX 448      | OL/APP      | 10h46'15"           | - Roger we go turn left heading 0.8.0.                                  |                        |
| OL/APP       | ROT 381     | 10h47'10"           | - TARM 3.8.1 turn left heading 0.1.0.                                   |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - Roger.                                                                |                        |
| OL/APP       | ROT 381     |                     | - Do you have full control of your aircraft<br>now ? Is it ok for you ? |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - Yes Sir..... control.                                                 |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - Do you read ?                                                         |                        |
| OL/APP       | ROT 381     |                     | - You request assistance after landing TARM<br>3.8.1 ?                  |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - Affirm, affirm we are on heading now 0.7.0<br>maintaining 2000.       |                        |
| OL/APP       | ROT 381     |                     | - Yes, turn left heading 0.1.0.                                         |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - Left heading 0.1.0.                                                   |                        |
| OL/APP       | ROT 381     | 10h48'10"           | - TARM 3.8.1 turn left heading 3.0.0 to<br>intercept your ILS.          |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - Understood, left heading on 0.1.0 to<br>intercept the ILS for 2.6.    |                        |
| OL/APP       | ROT 381     | 10h48'40"           | - TARM 3.8.1 turn left heading 3.0.0<br>intercept ILS.                  |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - Left heading 0 - 3.0.0 intercepting<br>ILS 2.6.                       |                        |
| OL/APP       | ROT 381     |                     | - 3.0.0.                                                                |                        |
| ROT 381      | OL/APP      |                     | - 3.0.0.                                                                |                        |

# TRANSCRIPTION DU CVR

## **\* AVERTISSEMENT \***

Ce qui suit représente la transcription des éléments qui ont pu être compris, au moment de la préparation du présent rapport, par l'exploitation de l'enregistreur phonique (CVR). Les phrases en français ont été traduites de la langue roumaine en collaboration avec du personnel de la DGAC roumaine au Bureau Enquêtes-Accidents. Cette transcription comprend les conversations entre les membres de l'équipage, les messages de radiotéléphonie échangés entre l'équipage et les services du contrôle aérien, et des bruits divers correspondant par exemple à des manœuvres de sélecteurs ou à des alarmes.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'enregistrement et la transcription d'un CVR ne constituent qu'un reflet partiel des événements et de l'atmosphère d'un poste de pilotage. En conséquence l'interprétation d'un tel document requiert la plus extrême prudence.

Les communications enregistrées par le CVR et concernant les avions tiers ne sont pas transcrites.

Dans le rapport préliminaire le temps affiché pour la transcription était un temps de relecture du CVR avec le temps donné par le contrôle lors des communications VHF. Les données DAR et l'enregistrement CVR synchronisés sont ici donnés en temps UTC enregistré à bord de l'aéronef.

## **\* GLOSSAIRE \***

|           |                                                                                                                               |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temps UTC | : Temps UTC enregistré par le contrôle                                                                                        |
| Voie 1    | : Voie du microphone de casque du Commandant de Bord comprenant les conversations sur la VHF entre le Copilote et le contrôle |
| Voie 3    | : Voie du microphone d'ambiance (Cockpit Area Microphone)                                                                     |
| (1)       | : Voix du Commandant de Bord                                                                                                  |
| (2)       | : Voix du Copilote à travers le microphone d'ambiance, ou sur la VHF lors des communications avec le contrôle                 |
| (3)       | : Troisième personne en poste de pilotage                                                                                     |
| Ctl       | : Contrôle                                                                                                                    |
| PA        | : Public Address (messages de cabine)                                                                                         |
| (*)       | : Mots ou groupe de mots non compris                                                                                          |
| (@)       | : Bruits divers, alarmes                                                                                                      |
| (...)     | : Mots ou groupe de mots qui à l'instant où ils sont prononcés sont sans rapport avec la conduite normale du vol              |
| ( )       | : Mots ou groupe de mots ayant nécessité des écoutes et études spécifiques                                                    |
| 2/3       | : le locuteur n'a pu être identifié                                                                                           |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance            | Voie 1 Microphone de casque             | VHF                                             | Observations           |
|--------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|
| 10h 34mn 37s |                                         |                                         |                                                 |                        |
| 10h 34mn 43s | (3) (...)                               |                                         |                                                 |                        |
| 10h 34mn 47s |                                         | (1) (...)                               |                                                 |                        |
| 10h 34mn 49s | (3) (...)                               |                                         |                                                 |                        |
| 10h 34mn 50s |                                         | (1) (...)                               |                                                 |                        |
| 10h 34mn 51s | (3/2) (...)                             |                                         |                                                 |                        |
| 10h 34mn 54s |                                         | (1) (...)                               |                                                 | Rires                  |
| 10h 34mn 55s | (@)                                     |                                         |                                                 |                        |
| 10h 35mn 10s |                                         | (@) (1) Oui                             |                                                 | Appel Cabine (Un coup) |
| 10h 35mn 14s |                                         | (1) Oui                                 |                                                 |                        |
| 10h 35mn 16s | (2) By pass (*) Auto brakes             |                                         |                                                 |                        |
| 10h 35mn 20s | (2) Le contrôle !                       |                                         |                                                 |                        |
| 10h 35mn 21s |                                         | (1) Je l'ai mis sur automatique pour... |                                                 |                        |
| 10h 35mn 31s | (2) Tiré à Altimeters                   |                                         |                                                 |                        |
| 10h 35mn 33s |                                         | (1) One zero one three                  |                                                 |                        |
| 10h 35mn 35s | (2) Oui, donc completed the cross check |                                         |                                                 |                        |
| 10h 35mn 36s |                                         | (1) Oui, oui                            |                                                 |                        |
| 10h 35mn 38s | (3) C'est une turbulence qui (*)        |                                         |                                                 |                        |
|              |                                         | (1) oui                                 |                                                 |                        |
| 10h 35mn 42s | (3) (...)                               |                                         |                                                 |                        |
| 10h 35mn 43s |                                         | (1) (...)                               |                                                 |                        |
| 10h 35mn 46s | (3) (...)                               |                                         |                                                 |                        |
| 10h 35mn 55s | (3) (...)                               |                                         |                                                 |                        |
| 10h 36mn 56s | (2/3) (...)                             | (1) (...)                               |                                                 | Rires                  |
| 10h 36mn 06s |                                         | (1) (...)                               |                                                 | Annonce Public Address |
| 10h 36mn 33s |                                         | (1) (...)                               |                                                 |                        |
| 10h 36mn 35s |                                         |                                         | (CtI) Tarom three eight one say rate of descent |                        |
| 10h 36mn 38s |                                         | (1) Four thousand                       |                                                 |                        |
| 10h 36mn 39s |                                         |                                         | (2) Four thousand                               |                        |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance                    | Voie 1 Microphone de casque    | VHF                                                                                                                                                              | Observations                    |
|--------------|-------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 10h 36mn 41s |                                                 |                                | (Ctl) Tarom three eight one increase rate of descent to be setting flight level six zero in two minutes maximum and contact Orly one two zero decimal eight five |                                 |
| 10h 36mn 50s |                                                 | (1) Tu es fou ?                | (2) (*)                                                                                                                                                          |                                 |
| 10h 36mn 52s |                                                 | (1) Tu es fou ?                |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 37mn 00s |                                                 | (1) Ils sont fous !            |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 37mn 03s |                                                 |                                | (2) (*)                                                                                                                                                          |                                 |
| 10h 37mn 05s |                                                 |                                | (Ctl) Tarom three eight one Orly one two zero eight five                                                                                                         |                                 |
| 10h 37mn 11s |                                                 | (1) One two zero eight five ok |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 37mn 13s |                                                 |                                | (2) Paris bonjour Tarom three eight one                                                                                                                          | Fin de l'annonce Public Address |
| 10h 37mn 15s |                                                 |                                | (Ctl) Tarom three eight one turn right heading three three zero for base leg runway two six                                                                      |                                 |
| 10h 37mn 20s |                                                 |                                | (2) ...right heading three three zero for base runway two six                                                                                                    |                                 |
| 10h 37mn 31s | (2) Il est décidé, alors nous allons atterrir ! |                                |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 37mn 35s |                                                 | (1) Ecoute, l' L S !           |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 37mn 45s | (2) Je l'ai écouté                              |                                |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 37mn 46s |                                                 | (1) (...)                      |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 37mn 47s |                                                 | (1) (...)                      |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 37mn 49s |                                                 | (1) (...)                      |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 37mn 50s | (3) (...)                                       |                                |                                                                                                                                                                  | Rires                           |
| 10h 37mn 53s |                                                 | (1) (...)                      |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 37mn 55s |                                                 | (1) (...)                      |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 38mn 01s | (3) (...)                                       |                                |                                                                                                                                                                  | Rires                           |
| 10h 38mn 08s |                                                 | (1) (...)                      |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 38mn 21s |                                                 | (1) Il l'a pris                |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 38mn 22s | (2) Il l'a pris                                 |                                |                                                                                                                                                                  |                                 |
| 10h 38mn 24s | (2) Mille                                       |                                |                                                                                                                                                                  |                                 |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance                         | Voie 1 Microphone de casque                                                            | VHF                                                                                                            | Observations |
|--------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 10h 38mn 36s |                                                      | (1) Donne lui six zero, et demande lui pour la vitesse                                 |                                                                                                                |              |
| 10h 38mn 39s |                                                      |                                                                                        | (2) Taron three eight one six zero                                                                             |              |
| 10h 38mn 44s |                                                      |                                                                                        | (Ctl) Taron three eight one descend four thousand feet... correction three thousand feet on one zero one three |              |
| 10h 38mn 50s |                                                      |                                                                                        | (2) Three thousand one zero one three (*)                                                                      |              |
| 10h 39mn 01s |                                                      | (1) Four thousand one zero....                                                         |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 03s | (2) One three                                        |                                                                                        |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 04s |                                                      | (1) One three                                                                          |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 05s |                                                      | (1) Set on my side                                                                     |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 07s | (2) (*)                                              |                                                                                        |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 11s | (2) Exactement l'altitude d'interception de la pente |                                                                                        |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 13s |                                                      | (1) Oui                                                                                |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 17s |                                                      | (1) L' L S est bon ?                                                                   |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 18s | (2) Set                                              |                                                                                        |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 19s |                                                      | (1) Set on my side                                                                     |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 34s |                                                      | (1) Voilà nous entrons dans les nuages et il ne se passe rien, on est seulement secoué |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 37s | (3) Nous ne voyons plus.....                         |                                                                                        |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 38s |                                                      | (1) Oui                                                                                |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 40s | (3) (*)                                              | (1) Oui, oui                                                                           |                                                                                                                | Rires        |
| 10h 39mn 43s |                                                      | (1) Ce sont des nuages de beau temps                                                   |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 44s | (3) Oui, oui, oui                                    |                                                                                        |                                                                                                                |              |
| 10h 39mn 56s | (3) Qu'elle est belle l'aviation !                   |                                                                                        |                                                                                                                | Rires        |
| 10h 40mn 00s | (3) Au diable, avec elle !                           |                                                                                        |                                                                                                                | Blague       |
|              |                                                      | (1) C'est dur dur pour nous l'aviation                                                 |                                                                                                                |              |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance                                              | Voie 1 Microphone de casque                                                                                                    | VHF                                                                                             | Observations        |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 10h 40mn 02s |                                                                           | (1) Elle est belle seulement à regarder ! (...)                                                                                |                                                                                                 | Rires               |
| 10h 40mn 11s | (2/3) Comme On disait                                                     |                                                                                                                                |                                                                                                 | Blague              |
| 10h 40mn 22s |                                                                           | (1) Voilà une piste làbas, regarde combien de pistes il y a                                                                    |                                                                                                 |                     |
| 10h 40mn 30s | (2) Mille jusqu'à.. (*)                                                   |                                                                                                                                |                                                                                                 |                     |
| 10h 40mn 31s |                                                                           | (1) Set                                                                                                                        |                                                                                                 |                     |
| 10h 40mn 49s | (3) Je crois que c'est un plaisir à piloter un truc comme ça              |                                                                                                                                |                                                                                                 |                     |
| 10h 40mn 59s | (@)                                                                       |                                                                                                                                |                                                                                                 | Bruits de sélecteur |
| 10h 41mn 00s | (2) Speed A S and target is set                                           |                                                                                                                                |                                                                                                 |                     |
| 10h 41mn 01s |                                                                           | (1) Set                                                                                                                        |                                                                                                 |                     |
| 10h 41mn 01s |                                                                           |                                                                                                                                | (Ctl) Taron three eight one turn left heading three one zero intercept I L S for runway two six |                     |
| 10h 41mn 06s |                                                                           |                                                                                                                                | (2) Left heading three one zero intercepting I L S two six                                      |                     |
| 10h 41mn 16s | (2) Il reste bon ici                                                      |                                                                                                                                |                                                                                                 |                     |
| 10h 41mn 22s | (2) (*) ... Three thousand. Il-y-a un avion par là environ au trois cents |                                                                                                                                |                                                                                                 |                     |
| 10h 41mn 44s |                                                                           | (1) Làbas, quelque part, se trouve la piste, vous pouvez la voir, làou est cet espace vide                                     |                                                                                                 |                     |
| 10h 41mn 47s | (3) Donc, jusqu'ou est-ce vous allez le piloter, comme ça en Auto ?       |                                                                                                                                |                                                                                                 |                     |
| 10h 41mn 50s |                                                                           | (1) Je peux le piloter comme çajusqu'àce que l'on atterrisse. Voilà vous pouvez voir la Tour Eiffel, làdevant, vous la voyez ? |                                                                                                 |                     |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance                      | Voie 1 Microphone de casque                                                                                             | VHF | Observations                                                                                                     |
|--------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h 41mn 53s | (3) Oui, oui, oui                                 | (1) On voit la Tour Eiffel là où est le bâtiment noir et au dessus, à l'autre bout c'est Saint-Paul et Montparnasse.... |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 01s | (3) Aha, Aha !                                    |                                                                                                                         |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 02s |                                                   | (1) ... toute la partie, làbas                                                                                          |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 05s |                                                   | (1) Slats fifteen                                                                                                       |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 06s | (@)                                               |                                                                                                                         |     | Bruits de sélecteur                                                                                              |
| 10h 42mn 07s | (2) Set                                           |                                                                                                                         |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 09s | (2) One eight one                                 |                                                                                                                         |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 10s |                                                   | (1) Set                                                                                                                 |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 11s | (2) On voit aussi la piste                        |                                                                                                                         |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 15s |                                                   | (1) Mais, il est fou ? !                                                                                                |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 24s |                                                   | (1) Mais il est fou ? !                                                                                                 |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 28s | (@)                                               |                                                                                                                         |     | Bruit de sélecteur similaire à la palette PA qui tombe et alarme déconnexion Pilote Automatique (Cavalry charge) |
| 10h 42mn 30s | (2) Tiens ! il n'a pas pris la pente !            |                                                                                                                         |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 32s | (@)                                               |                                                                                                                         |     | Triple click                                                                                                     |
| 10h 42mn 33s |                                                   | (1) Il n'a pas pris la direction !                                                                                      |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 34s | (2) Maintenant, il l'a prise                      |                                                                                                                         |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 36s | (2) (*) Vertical speed ...                        |                                                                                                                         |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 37s | (@) (2) Loc star                                  |                                                                                                                         |     | Altitude alert (8s)                                                                                              |
| 10h 42mn 42s |                                                   | (1) Tais-toi ! ... (...)                                                                                                |     | Argot                                                                                                            |
| 10h 42mn 44s | (3) C'est la piste, ça ?                          |                                                                                                                         |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 46s |                                                   | (1) Quatre mille tu as dit ?                                                                                            |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 47s | (2) Quatre mille, oui, oui, pour la remise de gaz |                                                                                                                         |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 48s |                                                   | (1) C'est ça la piste !                                                                                                 |     |                                                                                                                  |
| 10h 42mn 49s |                                                   | (1) Ah, qu'est-ce que je voulait dire, sors un Slats ...                                                                |     |                                                                                                                  |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance    | Voie 1 Microphone de casque          | VHF                                           | Observations                                                                                           |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h 42mn 52s | (2) ... Flaps ... (@)           |                                      |                                               | Bruits de sélecteur similaires à la sélection de sortie des flaps                                      |
| 10h 42mn 53s |                                 | (1) ... Flaps fifteen                |                                               |                                                                                                        |
| 10h 42mn 55s | (@) (2) je l'ai sorti           |                                      |                                               | Bruit de sélecteur                                                                                     |
| 10h 42mn 57s |                                 | (1) The gear down                    |                                               |                                                                                                        |
| 10h 42mn 59s | (2) Je sors Gear Down (@)       |                                      |                                               | Bruit de sélecteur similaire à la sélection de mouvement du train suivi du bruit de mouvement du train |
| 10h 43mn 05s | (2) (*) ça, c'est la piste      |                                      |                                               |                                                                                                        |
| 10h 43mn 09s | (@)                             |                                      |                                               | No smoking gong                                                                                        |
| 10h 43mn 10s | (3) Le train ?                  |                                      |                                               | Bruits de sélecteurs                                                                                   |
| 10h 43mn 12s | (2) Oui, oui il est sorti       |                                      |                                               |                                                                                                        |
| 10h 43mn 13s | (2) C'est bien on l'a sorti (@) |                                      |                                               | Annonce Public Address.<br>2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                   |
| 10h 43mn 14s | (@)                             |                                      |                                               | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                                              |
| 10h 43mn 16s | (@)                             |                                      |                                               | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                                              |
| 10h 43mn 22s |                                 | (1) Flaps twenty                     |                                               |                                                                                                        |
| 10h 43mn 23s | (@)                             | (1) Et, un quatre sept               |                                               | Bruits de sélecteur similaires à la sélection de sortie des flaps                                      |
| 10h 43mn 24s | (@)                             |                                      |                                               | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                                              |
| 10h 43mn 26s | (2) Un quatre sept (@)          |                                      |                                               | Bruits de sélecteur                                                                                    |
| 10h 43mn 27s | (@)                             |                                      |                                               | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                                              |
| 10h 43mn 28s | (@)                             | (1) Dis-lui que nous sommes on final |                                               | Triple click                                                                                           |
| 10h 43mn 30s | (@)                             |                                      | (2) On final two six<br>Taron three eight one | Bruit de sélecteur                                                                                     |
| 10h 43mn 32s | (@)                             |                                      | (Ctl) one three eight                         | 6 bruits de sélecteur similaires à trois actions sur le trim                                           |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance        | Voie 1 Microphone de casque       | VHF                                                                            | Observations                                                                               |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h 34mn 34s | (@)                                 |                                   |                                                                                | Régime moteur en augmentation                                                              |
| 10h 43mn 36s |                                     |                                   | (CtI) cleared to land three eight one wind three two hundred degrees ten knots |                                                                                            |
| 10h 43mn 40s |                                     |                                   | (2) Cleared to land... Thank you                                               |                                                                                            |
| 10h 43mn 41s | (@)                                 |                                   |                                                                                | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                                  |
| 10h 43mn 42s | (2) (*) à deux cents avec ten miles |                                   |                                                                                |                                                                                            |
| 10h 43mn 43s | (2) Donc, à gauche                  |                                   |                                                                                |                                                                                            |
| 10h 43mn 47s |                                     | (1) Hé ! qu'est-ce qu'il fait ! ? |                                                                                |                                                                                            |
| 10h 43mn 50s | (@)                                 |                                   |                                                                                | Bruit de sélecteur                                                                         |
| 10h 43mn 51s | (@)                                 |                                   |                                                                                | Bruit de sélecteur                                                                         |
| 10h 43mn 52s | (@) (2) Prends le manuellement      |                                   |                                                                                | Bruit de sélecteur similaire au bouton de trim pressé puis 1s plus tard début du whooler   |
| 10h 43mn 53s | (@)                                 |                                   |                                                                                | régime moteur en diminution                                                                |
| 10h 43mn 54s | (@)                                 |                                   |                                                                                | Bruit de sélecteur                                                                         |
| 10h 43mn 56s | (@)                                 | (1) Affiche moi une vitesse ici ! |                                                                                | Bruit de sélecteur                                                                         |
| 10h 43mn 59s | (2) cent trente quatre ?            |                                   |                                                                                |                                                                                            |
| 10h 44mn 01s |                                     | (1) Hei, il remets les gaz !!     |                                                                                |                                                                                            |
| 10h 44mn 03s | (@)                                 |                                   |                                                                                | Fin du whooler puis 0,5 s plus tard bruit de sélecteur similaire au bouton de trim relâché |
| 10h 44mn 04s | (@)                                 |                                   |                                                                                | Bruit de régime moteur en augmentation                                                     |
| 10h 44mn 06s | (@)                                 |                                   |                                                                                | Bruits de sélecteurs                                                                       |
| 10h 44mn 09s |                                     | (1) Hei !                         |                                                                                |                                                                                            |
| 10h 44mn 10s |                                     | (1) Hei !                         |                                                                                | Bruits de sélecteurs                                                                       |
| 10h 44mn 16s |                                     | (1) Hei !                         |                                                                                |                                                                                            |
| 10h 44mn 17s | (2) Hei, mais qu'est-ce qu'il a ? ! |                                   |                                                                                |                                                                                            |
| 10h 44mn 21s |                                     | (1) MAY DAY !                     |                                                                                |                                                                                            |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance           | Voie 1 Microphone de casque | VHF                                                                                 | Observations                                      |
|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 10h 44mn 22s | (2) Qu'est-ce que tu veux lui faire ?  |                             | (Ctl) Euh ... Tarom three eight one turn... left if you want heading one eight zero |                                                   |
| 10h 44mn 27s | (3) Hélas, on tombe                    |                             |                                                                                     |                                                   |
| 10h 44mn 28s | (3) On tombe, on tombe, on tombe !     |                             |                                                                                     |                                                   |
| 10h 44mn 31s | (@) (2) Les Flaps ?                    | (1) (*)                     |                                                                                     | Début des bruits aérodynamiques et pompage moteur |
| 10h 44mn 33s | (@)                                    |                             |                                                                                     | Single Chime                                      |
| 10h 44mn 35s | (@)                                    |                             |                                                                                     | Single Chime                                      |
| 10h 44mn 37s | (@)                                    |                             |                                                                                     | Continuous Repetitive Chime (3 sec)               |
| 10h 44mn 41s | (@)                                    |                             |                                                                                     | Single Chime                                      |
| 10h 44mn 42s | (@)                                    |                             |                                                                                     | Continuous Repetitive Chime (0,5 sec)             |
| 10h 44mn 44s | (@)                                    |                             | (Ctl) Tarom three eight one do you hear me?                                         | Alarme décrochage (Cricket)(1,5 sec)              |
| 10h 44mn 47s |                                        | (1) Aie !                   |                                                                                     | Alarme décrochage (1 sec)                         |
| 10h 44mn 48s |                                        |                             | (Ctl) Do you hear me?                                                               |                                                   |
| 10h 44mn 49s | (2) (*)                                |                             |                                                                                     | Alarme décrochage (1,5 sec)                       |
| 10h 44mn 52s | (VS) TERRAIN<br>TERRAIN                |                             | (2) We get some problems!                                                           |                                                   |
| 10h 44mn 57s | (VS) WHOOP WHOOP<br>PULL UP            |                             |                                                                                     | Annonce Public Address                            |
| 10h 45mn 01s | (2) Doucement,<br>doucement à droite   |                             |                                                                                     |                                                   |
| 10h 45mn 03s | (2) Lève-la !                          |                             |                                                                                     |                                                   |
| 10h 45mn 06s | (2) Qu'est-ce qu'il a ? !              |                             |                                                                                     |                                                   |
| 10h 45mn 08s |                                        |                             | (Ctl) Tarom three eight one if you hear me as you like for landing two six          |                                                   |
| 10h 45mn 13s |                                        |                             | (2) We've have some problems with the Auto Pilot !                                  |                                                   |
| 10h 45mn 18s | (@) (2) Non, mais il ne déconnecte pas |                             |                                                                                     | Fluctuations de régime moteur                     |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance                        | Voie 1 Microphone de casque | VHF                                                                                           | Observations                                                                                                                                                                  |
|--------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h 45mn 23s | (2) Veux-tu, que je rentre le train ?               |                             |                                                                                               |                                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 25s |                                                     | (1) Non, non                |                                                                                               |                                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 29s | (2) Veux-tu, que je rentre le train ?               |                             |                                                                                               |                                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 30s |                                                     | (1) Non                     |                                                                                               |                                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 32s |                                                     | (1) Rentre le train !       |                                                                                               |                                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 33s |                                                     | (1) Hei rentre le train !   |                                                                                               |                                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 34s | (2) Je le rentre (@)                                |                             |                                                                                               | Bruits de sélecteur similaires à la sélection de mouvement du train puis bruits de mouvement du train                                                                         |
| 10h 45mn 37s | (@)                                                 |                             |                                                                                               | No smoking gong                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 41s | (@)                                                 |                             |                                                                                               | Bruit de sélecteur                                                                                                                                                            |
| 10h 45mn 42s | (3) C'est fini ? !                                  |                             |                                                                                               |                                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 43s |                                                     |                             |                                                                                               | Annonce Public Address                                                                                                                                                        |
| 10h 45mn 44s | (@)                                                 |                             |                                                                                               | Bruit de sélecteur                                                                                                                                                            |
| 10h 45mn 45s | (2) Pitch trim off ! (@)                            |                             |                                                                                               | Bruit de sélecteur                                                                                                                                                            |
| 10h 45mn 47s | (2) Pitch trim off !                                |                             |                                                                                               |                                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 52s | (@)                                                 |                             | (Ctl) Tarom three eight one do you want to come back on the I L S now                         | Bruit de sélecteur                                                                                                                                                            |
| 10h 45mn 55s | (3) Il s'asseyait sur la queue ?                    |                             |                                                                                               |                                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 55s |                                                     | (1) Just a moment           | (2) Just a moment please, just a moment                                                       |                                                                                                                                                                               |
| 10h 45mn 58s | (@)                                                 |                             |                                                                                               | Bruit de sélecteur similaire au bouton de trim pressé suivi 1 seconde plus tard par le whooler pendant 2 secondes puis bruit de sélecteur similaire au bouton de trim relâché |
| 10h 46mn 00s | (@)                                                 |                             | (Ctl) Yes are you? do you agree to ... to turn left on the I L S now?<br>(2) Yes we can do it | Bruits de sélecteur similaires à plusieurs actions sur le trim                                                                                                                |
| 10h 46mn 04s | (3) Comment, est-ce qu'on peut décrocher comme ça ? | (1) We...                   |                                                                                               | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                                                                                                                     |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance                           | Voie 1 Microphone de casque                    | VHF | Observations                                                                                                                                                                 |
|--------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h 46mn 06s | (@) (2) Le voilà il fonctionne correctement            | (1) (*)                                        |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                                                                                                                    |
| 10h 46mn 07s | (2) Descends un peu pour que je ...                    |                                                |     |                                                                                                                                                                              |
| 10h 46mn 09s | (@)                                                    | (1) Reste comme ça!                            |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                                                                                                                    |
| 10h 46mn 10s | (2) Il reste à l'horizontal                            |                                                |     |                                                                                                                                                                              |
| 10h 46mn 13s | (@)                                                    |                                                |     | Bruit de sélecteur                                                                                                                                                           |
| 10h 46mn 16s |                                                        | (1) Laisse-le, laisse-le, pour que je le sente |     |                                                                                                                                                                              |
| 10h 46mn 17s | (2) Je le laisse                                       |                                                |     |                                                                                                                                                                              |
| 10h 46mn 19s | (2) Oui, pour augmenter un peu la vitesse (@)          |                                                |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                                                                                                                    |
| 10h 46mn 22s | (2) Extraordinaire ! (@)                               |                                                |     | Bruit de sélecteur similaire au bouton de trim pressé suivi 1 seconde plus tard par le whooler pendant 1 seconde puis bruit de sélecteur similaire au bouton de trim relâché |
| 10h 46mn 23s |                                                        |                                                |     |                                                                                                                                                                              |
| 10h 46mn 25s | (2) Est ce que je connecte le Pilote Automatique ?     |                                                |     | Diminution régime moteur                                                                                                                                                     |
| 10h 46mn 27s |                                                        | (1) Oui, connecte-le !                         |     |                                                                                                                                                                              |
| 10h 46mn 28s | (2) Hai (interjection), il marche                      |                                                |     |                                                                                                                                                                              |
| 10h 46mn 29s | (@)                                                    |                                                |     | Bruit de sélecteur similaire à la palette PA qui tombe puis alarme déconnexion Pilote Automatique (Cavalry charge)                                                           |
| 10h 46mn 31s | (2) Il s'est rendu tranquille maintenant ... (...) (@) |                                                |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim                                                                                                                    |
| 10h 46mn 33s |                                                        | (1) Connecte le Pilote Automatique !           |     |                                                                                                                                                                              |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance     | Voie 1 Microphone de casque                                                | VHF                                                                        | Observations                                                                                                       |
|--------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h 46mn 35s | (2) Je l'ai connecté !           |                                                                            |                                                                            | Bruit de sélecteur similaire à la palette PA qui tombe puis alarme déconnexion Pilote Automatique (Cavalry charge) |
| 10h 46mn 37s |                                  | (1) Connecte le Pilote Automatique !                                       |                                                                            |                                                                                                                    |
| 10h 46mn 38s | (2) J'ai connecté le deuxième    |                                                                            |                                                                            |                                                                                                                    |
| 10h 46mn 39s | (@)                              |                                                                            |                                                                            | Cavalry charge                                                                                                     |
| 10h 46mn 40s | (2) Il ne se connecte plus !     |                                                                            |                                                                            |                                                                                                                    |
| 10h 46mn 42s | (2) Auto Pilot off !             |                                                                            |                                                                            |                                                                                                                    |
| 10h 46mn 43s | (@))                             |                                                                            |                                                                            | Cavalry charge                                                                                                     |
| 10h 46mn 45s |                                  | (1) Dis-lui que nous sommes sur ce cap.. et ... nous avons des problèmes ! |                                                                            |                                                                                                                    |
| 10h 46mn 47s | (@)                              |                                                                            |                                                                            | Cavalry charge                                                                                                     |
| 10h 46mn 49s |                                  |                                                                            | (2) Paris, Taron three eight one                                           |                                                                                                                    |
| 10h 46mn 54s |                                  |                                                                            | (2) Paris, Taron three eight one                                           |                                                                                                                    |
| 10h 46mn 58s |                                  | (1) Hei !                                                                  |                                                                            |                                                                                                                    |
| 10h 46mn 59s | (2) Il n'entend pas !            |                                                                            |                                                                            |                                                                                                                    |
| 10h 47mn 00s |                                  | (1) Change la station radio                                                |                                                                            |                                                                                                                    |
| 10h 47mn 04s | (2) Zero ... five                |                                                                            |                                                                            |                                                                                                                    |
| 10h 47mn 06s | (3) Pose le sur un de ces champs |                                                                            |                                                                            | Blague                                                                                                             |
| 10h 47mn 10s |                                  |                                                                            | (Ctl) Taron three eight one turn left heading zero one zero                |                                                                                                                    |
| 10h 47mn 14s |                                  |                                                                            | (2) Taron (*) zero one zero we are maintaining two thousand now            |                                                                                                                    |
| 10h 47mn 19s |                                  | (1) Hei !                                                                  |                                                                            |                                                                                                                    |
| 10h 47mn 20s |                                  |                                                                            | (Ctl) Do you have full control of your aircraft now? is it ok for you?     |                                                                                                                    |
| 10h 47mn 22s |                                  | (1) Euh... for the moment                                                  | (2) Approximately fifty percent of... about fifty percent is under control |                                                                                                                    |

| Temps UTC                    | Voie 3 Microphone d'ambiance                         | Voie 1 Microphone de casque               | VHF                                                                                   | Observations                                                                                                                                                                 |
|------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h 47mn 36s                 | (2/3) (*)                                            |                                           | (2) Do you read?                                                                      |                                                                                                                                                                              |
| 10h 47mn 37s                 |                                                      | (1) Sur quelle radio station es tu ?      |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 47mn 39s                 |                                                      |                                           | (Ctl) Do you request assistance after landing Taron three eight one?                  |                                                                                                                                                                              |
| 10h 47mn 42s                 |                                                      | (1) Affirmative                           |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 47mn 43s                 |                                                      |                                           | (2) Affirm, affirm we are on heading now zero seven zero maintaining two thousand     |                                                                                                                                                                              |
| 10h 47mn 48s                 |                                                      |                                           | (Ctl) Yes, turn left heading zero one zero                                            |                                                                                                                                                                              |
| 10h 47mn 51s                 |                                                      |                                           | (2) Left heading zero one zero                                                        |                                                                                                                                                                              |
| 10h 47mn 54s                 | (2) (...) qu'est-ce qu'il a fait ?                   |                                           |                                                                                       | Argot                                                                                                                                                                        |
| 10h 47mn 56s                 |                                                      | (1) Hei !                                 |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 47mn 58s                 | (2) Presque la limite                                |                                           |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 47mn 59s                 |                                                      | (1) Je n'ai jamais rencontré ça de ma vie |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 00s                 | (2) Moi, non plus                                    |                                           |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 02s                 | (3) J'ai eu une telle malchance ?                    |                                           |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 04s                 |                                                      | (1) Je ne sais pas ce que ...             |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 06s                 | (3) Non ?                                            |                                           |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 07s                 |                                                      | (1) Il s'est passé quelque chose ici      |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 10s                 | (2) Le pilote automatique a quelque chose            |                                           |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 12s<br>10h 48mn 13s | (2) Allons nous trimer (@)<br>(3) Prend-le à la main |                                           | (Ctl) Taron three eight one turn left heading three zero zero to intercept your I L S | Bruit de sélecteur similaire au bouton de trim pressé suivi 1 seconde plus tard par le whooler pendant 1 seconde puis bruit de sélecteur similaire au bouton de trim relâché |
| 10h 48mn 16s                 |                                                      |                                           | (2) Understood left heading on zero one zero to intercept the I L S for two six       |                                                                                                                                                                              |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance            | Voie 1 Microphone de casque      | VHF                                                                            | Observations                                                                                                                                                                 |
|--------------|-----------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h 48mn 21s | (2) Tu l'entends ?                      |                                  |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 22s |                                         | (1) Hà?                          |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 23s | (@)                                     |                                  |                                                                                | Bruit de sélecteur similaire au bouton de trim pressé suivi 1 seconde plus tard par le whooler pendant 1 seconde puis bruit de sélecteur similaire au bouton de trim relâché |
| 10h 48mn 24s | (2) Regarde, le Trim comme il est parti |                                  |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 25s |                                         | (1) C'est ça! Laisse-le !        |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 27s |                                         | (1) Laisse-le comme ça !         |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 28s | (2) Je l'ai laissé, tu le sens bien ?   |                                  |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 31s |                                         | (1) Quelle distance donne-t-il ? |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 33s | (2) Zero one zero                       |                                  |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 35s | (2) Tu es a dix mille                   |                                  |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 39s |                                         |                                  | (Ctl) Taram three eight one turn left heading three zero zero, intercept I L S |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 42s |                                         |                                  | (2) Left ...                                                                   |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 43s |                                         |                                  | (2) Left heading zero ...                                                      |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 45s |                                         | (1) Three zero zero              |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 46s |                                         |                                  | (2) Three zero zero intercepting I L S two six                                 |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 49s |                                         |                                  | (Ctl) Three zero zero                                                          |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 51s |                                         |                                  | (2) Three zero zero                                                            |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 54s | (2) Tu le sens bien, oui ?              |                                  |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 56s |                                         | (1) Il est comme ça !            |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 48mn 58s | (2) Il a quelque chose ... (*) (@)      |                                  |                                                                                | Diminution régime moteur                                                                                                                                                     |
| 10h 49mn 00s | (2) On peut sortir les Flaps ok ?       |                                  |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 49mn 03s | (2) On peut sortir les Flaps ?          |                                  |                                                                                |                                                                                                                                                                              |
| 10h 49mn 04s |                                         | (1) Non, Non !                   |                                                                                |                                                                                                                                                                              |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance              | Voie 1 Microphone de casque                 | VHF                                                                                             | Observations                                              |
|--------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 10h 49mn 07s |                                           | (1) Laisse comme-ça !                       |                                                                                                 |                                                           |
| 10h 49mn 08s | (2) (*) je le laisse                      |                                             |                                                                                                 |                                                           |
| 10h 49mn 13s | (2) Tu vois la piste, non ?               |                                             |                                                                                                 |                                                           |
| 10h 49mn 14s |                                           | (1) Oui                                     |                                                                                                 |                                                           |
| 10h 49mn 18s | (2) (*)                                   |                                             |                                                                                                 |                                                           |
| 10h 49mn 20s |                                           | (1) Tiens une main sur les moteurs !        |                                                                                                 |                                                           |
| 10h 49mn 21s | (2) Je les tiens, je les tiens.           |                                             |                                                                                                 |                                                           |
| 10h 49mn 25s | (@)                                       |                                             |                                                                                                 | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 49mn 27s | (3) (*) vous l'avez en manuel             |                                             |                                                                                                 |                                                           |
| 10h 49mn 30s | (2) On a pris le localizer .... ?         |                                             | (Ctl) Taron three eight one you are cleared for final approach two six call one one eight seven |                                                           |
| 10h 49mn 34s |                                           |                                             | (2) One eighteen seven bye bye                                                                  |                                                           |
| 10h 49mn 40s | (2) (...)                                 |                                             |                                                                                                 |                                                           |
| 10h 49mn 50s | (3) Turbulence ?                          |                                             | (2) Tower bonjour Taron three eight one                                                         |                                                           |
| 10h 49mn 50s | (@)                                       | (1) Quelle turbulence ? il est responsable! |                                                                                                 | 2 bruits de selecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 49mn 52s | (@)                                       |                                             |                                                                                                 | 2 bruits de selecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 49mn 54s | (@)                                       |                                             | (Ctl) Taron three eight one cleared to land two six two two zero degrees twelve knots           | 2 bruits de selecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 49mn 58s | (@)                                       |                                             | (2) We are cleared to land                                                                      | 2 bruits de selecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 50mn 00s | (2) Train, Flaps, je sors quelque chose ? |                                             |                                                                                                 |                                                           |

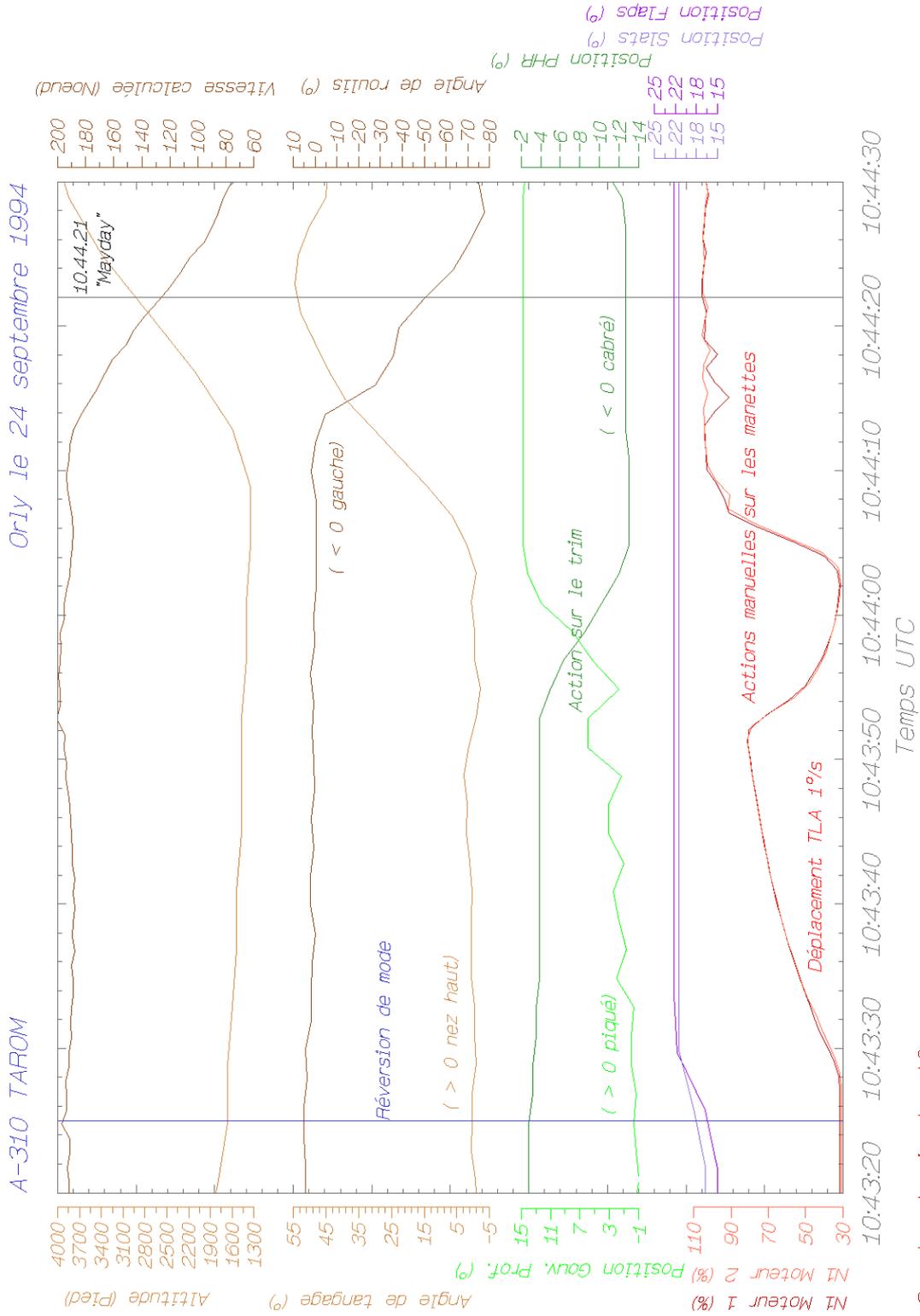
| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance                                                                        | Voie 1 Microphone de casque                                                                           | VHF | Observations                                                                                              |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h 50mn 02s | (@)                                                                                                 | (1) Sors le trains !                                                                                  |     | Bruits de selecteur similaire à une action de mouvement du train suivi par le bruit de mouvement du train |
| 10h 50mn 07s | (2) Nous ne devons plus utiliser le Pilote Automatique !                                            |                                                                                                       |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 10s |                                                                                                     | (1) Ah ?                                                                                              |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 11s | (2) Nous ne devons plus utiliser le Pilote Automatique, amène le en manuel                          |                                                                                                       |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 13s | (@)                                                                                                 |                                                                                                       |     | No smoking gong                                                                                           |
| 10h 50mn 14s |                                                                                                     | (1) Sûrement !                                                                                        |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 19s | (2) Je sors des Flaps ?                                                                             |                                                                                                       |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 21s |                                                                                                     | (1) Moi, ...                                                                                          |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 22s | (2) Il a commencer à remettre les gaz, je ne sais pas pourquoi, mais il a remis les gaz sans raison |                                                                                                       |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 28s |                                                                                                     | (1) Tu sais... quel a été le problème ?                                                               |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 29s | (2) Dis-le                                                                                          | (1) Les moteurs augmentaient la puissance et il a commencer à monter ...                              |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 32s | (2) J'ai vu, j'ai poussé moi aussi, j'ai poussé moi aussi                                           |                                                                                                       |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 34s |                                                                                                     | (1) Il a commencé à monter, je ne pouvais pas le contrôler, comme ça, je ne pouvais pas le contrôler. |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 40s | (2) Flaps, oui ?                                                                                    |                                                                                                       |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 41s |                                                                                                     | (1) Attends ! la vitesse, sélectionne-moi...                                                          |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 43s | (2) Ah... j'ai vu la vitesse                                                                        |                                                                                                       |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 45s |                                                                                                     | (1) Sors, sors les Flaps                                                                              |     |                                                                                                           |
| 10h 50mn 47s | (@) (2) Fait !                                                                                      |                                                                                                       |     | Bruits de sélecteur similaires à l'action de sélection des flaps                                          |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance                     | Voie 1 Microphone de casque                                   | VHF | Observations                                                   |
|--------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------|
| 10h 50mn 58s | (2) Nous l'avons récupéré du décrochage !        |                                                               |     |                                                                |
| 10h 50mn 59s |                                                  | (1) Flaps vingt...oui,... nous l'avons récupéré du décrochage |     |                                                                |
| 10h 51mn 04s | (3) Il n'y a plus de problème, non ?             |                                                               |     |                                                                |
| 10h 51mn 05s | (2) Non, il n'y en a plus ... non                |                                                               |     |                                                                |
| 10h 51mn 06s |                                                  | (1) Reste tranquille !                                        |     |                                                                |
| 10h 51mn 07s | (3) (...)                                        |                                                               |     |                                                                |
| 10h 51mn 08s | (@) (2) Je t'ai mis Flaps twenty                 |                                                               |     | Bruit de sélecteur similaire à l'action de sélection des flaps |
| 10h 51mn 09s |                                                  | (1) Oui                                                       |     |                                                                |
| 10h 51mn 10s | (2) One four seven                               |                                                               |     |                                                                |
| 10h 51mn 18s | (@)                                              |                                                               |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim      |
| 10h 51mn 20s | (@)                                              |                                                               |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim      |
| 10h 51mn 21s | (@)                                              |                                                               |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim      |
| 10h 51mn 22s | (2) Donc, il stabilise et la vitesse décroît (@) |                                                               |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim      |
| 10h 51mn 24s | (2) C'est bien, garde la comme ça...             |                                                               |     |                                                                |
| 10h 51mn 25s |                                                  | (1) Tiens la vitesse, s'il te plaît !                         |     |                                                                |
| 10h 51mn 26s | (@)                                              |                                                               |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim      |
| 10h 51mn 29s | (2) Je te réduirai d'eux. Je vais t'aider (@)    |                                                               |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim      |
| 10h 51mn 29s |                                                  | (1) Fait attention, laisse moi ça, pour que je n'ai ...       |     |                                                                |
| 10h 51mn 30s | (2) (*)                                          |                                                               |     |                                                                |

| Temps UTC    | Voie 3 Microphone d'ambiance | Voie 1 Microphone de casque | VHF | Observations                                              |
|--------------|------------------------------|-----------------------------|-----|-----------------------------------------------------------|
| 10h 51mn 31s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 35s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 38s | (2/3) Comme ça...            |                             |     |                                                           |
| 10h 51mn 40s | (2) Je te tiens la vitesse   |                             |     |                                                           |
| 10h 51mn 41s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 43s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 46s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 49s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 50s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 51s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 55s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 56s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 57s | (@)                          |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 51mn 59s | (2) Tu veux Flaps forty      |                             |     |                                                           |
| 10h 52mn 00s |                              | (1) Lâche le manche         |     |                                                           |
| 10h 52mn 01s | (2) Flaps forty, d'accord ?  |                             |     |                                                           |
| 10h 52mn 02s | (@)                          | (1) Non, Non                |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 52mn 03s | (VS) FOUR HUNDRED            |                             |     |                                                           |

| Temps UTC                    | Voie 3 Microphone d'ambiance                             | Voie 1 Microphone de casque | VHF | Observations                                                                                                               |
|------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10h 52mn 04s                 | (2) Mais, laisse que je te les mette une autre fois !    |                             |     | Blague                                                                                                                     |
| 10h 52mn 06s                 | (2) Tu vas voir !                                        |                             |     | Blague                                                                                                                     |
| 10h 52mn 08s                 | (VS) THREE HUNDRED                                       |                             |     |                                                                                                                            |
| 10h 52mn 09s                 | (2) Reste-là!                                            |                             |     |                                                                                                                            |
| 10h 52mn 10s<br>10h 52mn 11s | (@) (VS) TOO LOW FLAPS, TOO (@) LOW FLAPS, TOO LOW FLAPS |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim<br><br>2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim |
| 10h 52mn 13s                 | (2) Flaps, d'accord ?                                    |                             |     |                                                                                                                            |
| 10h 52mn 14s                 | (2) Je te met forty ?                                    |                             |     |                                                                                                                            |
| 10h 52mn 16s                 | (@) (VS) GLIDE SLOPE, ...                                |                             |     | 2 bruits de sélecteur similaires à une action sur le trim, le glide slope est annoncé 7 fois                               |
| 10h 52mn 18s                 |                                                          | (1) Tais-toi ... (...)      |     |                                                                                                                            |
| 10h 52mn 20s                 | (VS) FOURTY                                              |                             |     |                                                                                                                            |
| 10h 52mn 21s                 | (VS) THIRTY                                              |                             |     |                                                                                                                            |
| 10h 52mn 22s                 | (VS) TWENTY                                              |                             |     |                                                                                                                            |
| 10h 52mn 23s                 | (2) Je l'ai retenue ! (VS) TEN                           | (1) Retiens ta main !       |     |                                                                                                                            |
| 10h 52mn 25s                 | (@)                                                      |                             |     | Bruit similaire à l'atterrissage                                                                                           |

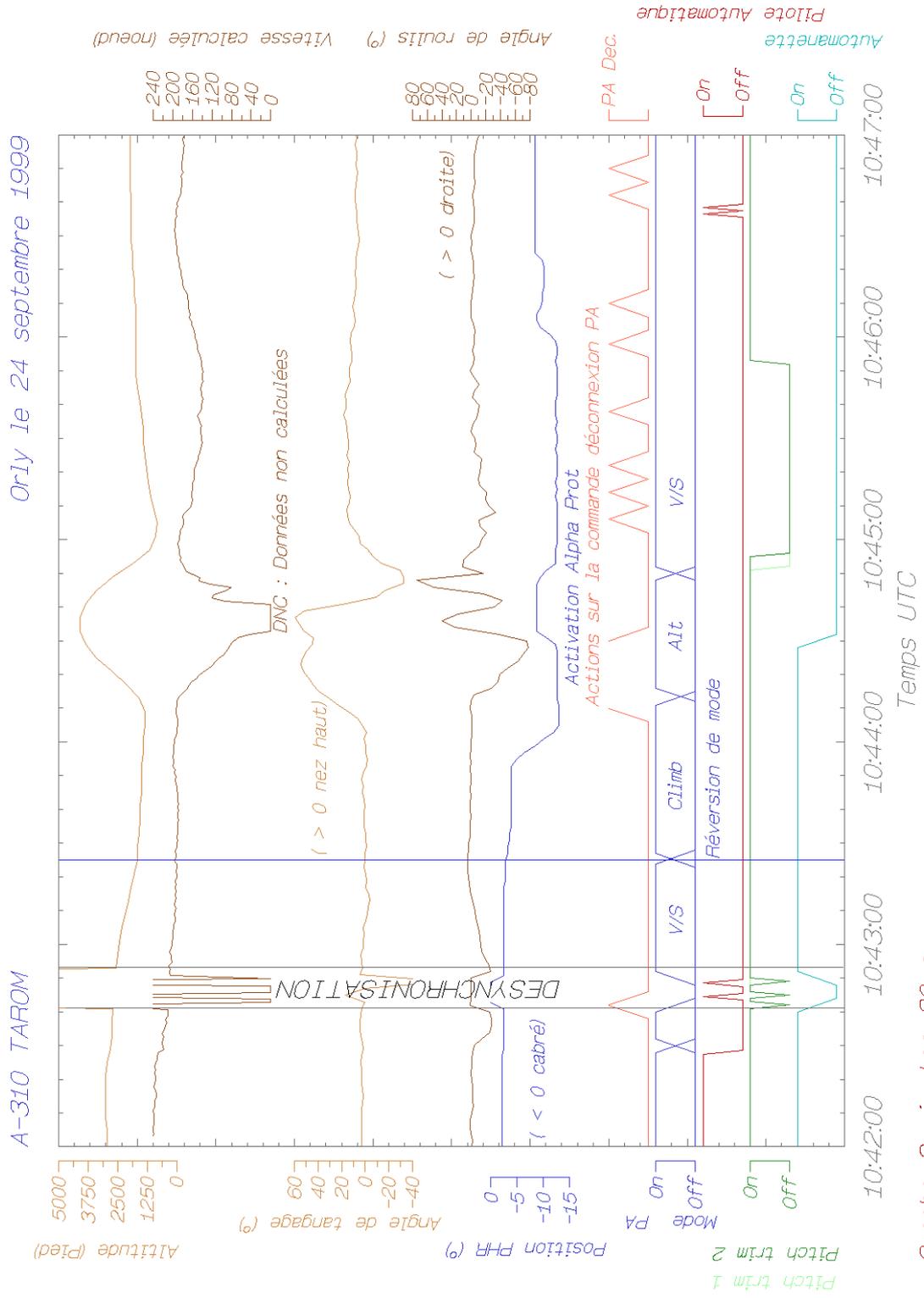
# YR-LCA



Graphe 1 minute 10 s  
avant le décrochage

Laboratoires du Bureau Enquêtes-Accidents

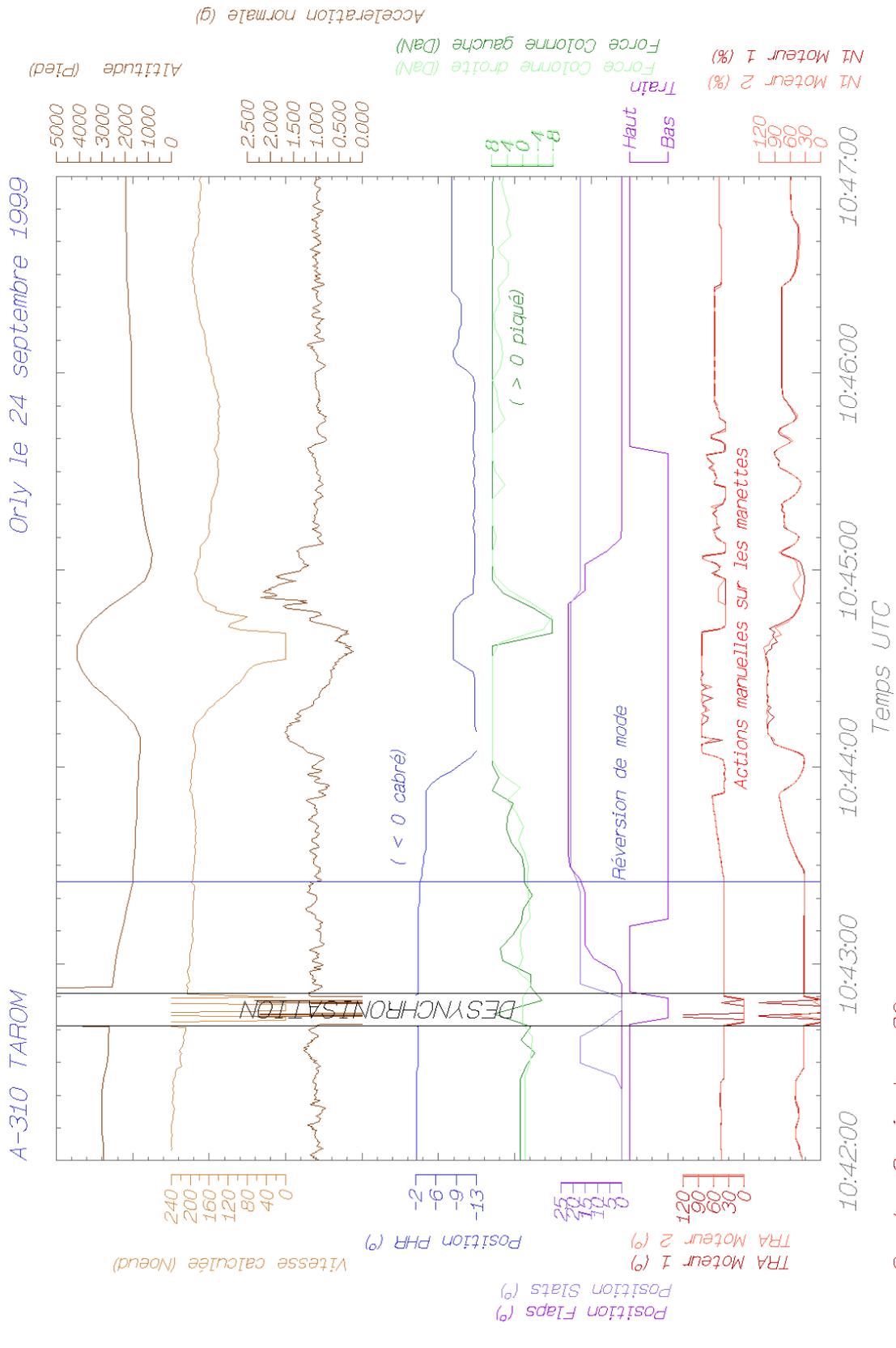
# YR-LCA



Graphe 2 minutes 30 s avant et après le décrochage

Laboratoires du Bureau Enquêtes-Accidents

# YR-LCA



Graphe 2 minutes 30 s  
avant et après de décrochage

## Reconstitution de l'évolution de l'aéronef d'après les données enregistrées

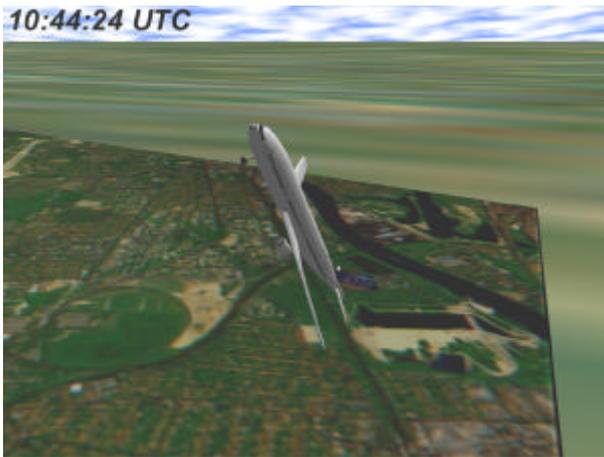
10:44:09 UTC



10:44:14 UTC



10:44:24 UTC



10:44:30 UTC



10:44:35 UTC



10:44:40 UTC



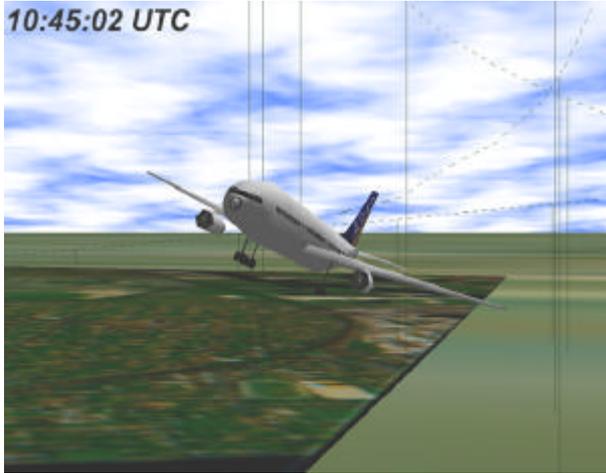
10:44:48 UTC



10:44:49 UTC



10:45:02 UTC

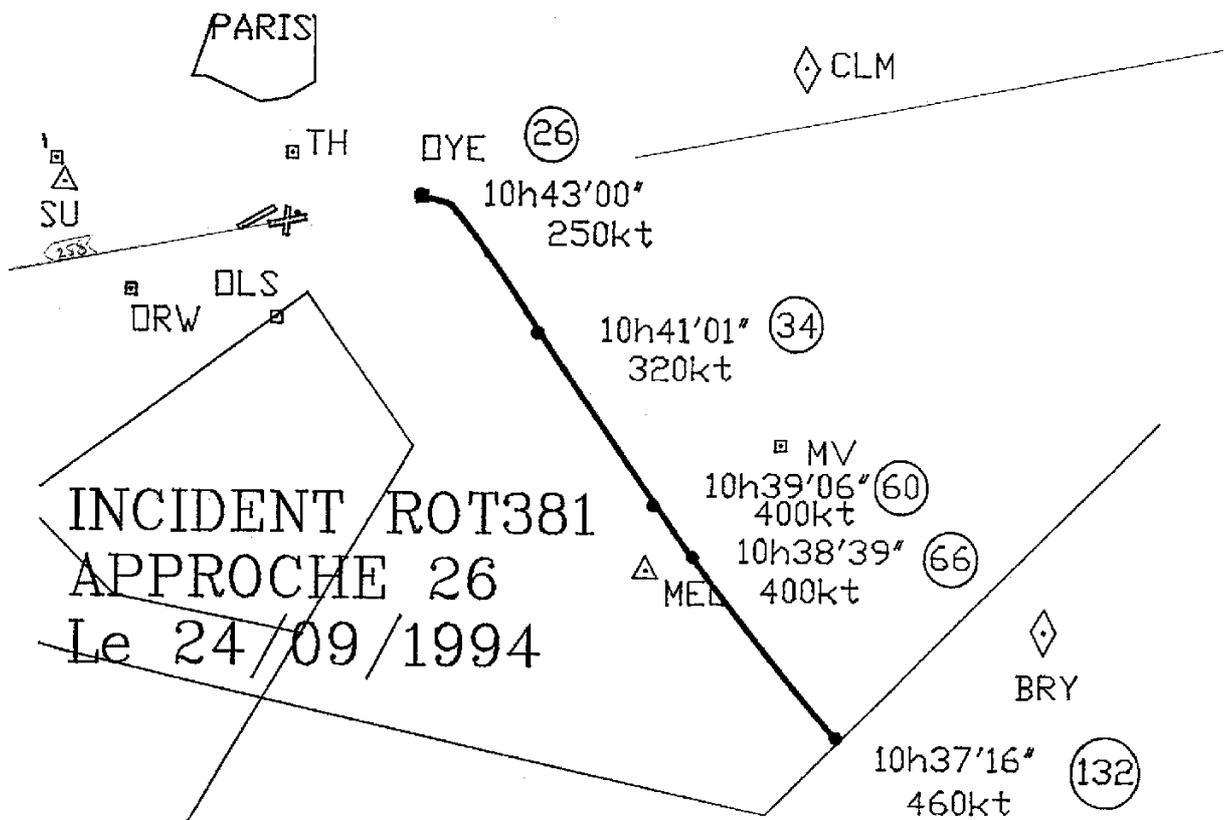


10:45:33 UTC



10:52:25 UTC





|                                                                                                                                  |                                |  |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--|----------------|
| <br><b>A310</b><br>FLIGHT CREW OPERATING MANUAL | <b>AUTOMATIC FLIGHT SYSTEM</b> |  | 1.03.65        |
|                                                                                                                                  | AUTOPILOT/FLIGHT DIRECTOR      |  | PAGE 2         |
|                                                                                                                                  | LONGITUDINAL MODES             |  | REV 17 SEQ 020 |

### V/S MODE

Vertical Speed (V/S) is the BASIC LONGITUDINAL MODE of AP/FD. It maintains the V/S at the time of engagement, and also, will acquire and maintain a new V/S when selected on the FCU.

The commands to be executed are indicated on the PFD by the PITCH BAR.

#### ENGAGEMENT

V/S is engaged

- when FD's are engaged. This normally occurs when the AP/FD system is electrically energized on ground.
- by pulling the V/S knob on FCU, provided LAND mode is not active in the track phase.
- by pressing an illuminated longitudinal mode pushbutton if this mode is in active phase (this longitudinal mode disengages and V/S engages).
- at AP engagement in CMD if the associated FD is not operative (failure not affecting the AP or FD/FPV switch set to FPV or OFF position). In this case the other basic mode - HDG - is also engaged.
- when, being in altitude capture phase (ALT\* mode), a new altitude (causing loss of capture conditions) is set on the FCU.
- when a lateral mode is engaged after GLIDE CAPTURE phase and before LAND TRACK phase (LAND mode active).
- when a failure (in a non basic mode except pitch TAKE OFF and GO AROUND modes) causes disengagement of both AP/FD's. In this case, the FD's reengage in basic modes (V/S and HDG) after a delay and the FD BARS flash for 10 sec or less if a non basic mode is re-engaged.

The FCC does not disengage from pitch TAKE OFF or GO AROUND modes when both AP/FD's go to OFF.

*Note : In all cases, V/S mode engages on the preselected vertical speed set on the counter or on the present A/C vertical speed if the counter is dashed.*

*V/S mode engagement leads to SPD or MACH mode engagement in ATS (the counter will synchronize on the A/C speed if it was dashed, which is the case when PROFILE mode is engaged).*

#### DISENGAGEMENT

V/S is disengaged

- by manual selection of ALT, LVLCH, PROFILE, TAKE OFF or GO-AROUND mode
- automatically :
  - when ALT\* mode is activated.
  - when GLIDE CAPT phase of LAND mode is activated.

#### SPEED PROTECTION

In V/S mode, the priority will be given to the vertical speed, against the speed. If vertical speed is not compatible with selected speed, the speed will decrease or increase towards VLS or VMAX. But on reaching VLS + 5 KTS (when vertical speed is positive) or VMAX (when vertical speed is negative), the AP/FD will automatically change to LVLCH mode with selected speed as reference.