

# Rapport

Accident survenu le **27 novembre 2008**  
**au large de Canet-Plage (66)**  
à l'**Airbus A320-232**  
immatriculé **D-AXLA**  
exploité par **XL Airways Germany**

**BEA**

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses  
pour la sécurité de l'aviation civile

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat

# **Avertissement**

*Ce rapport exprime les conclusions du BEA sur les circonstances et les causes de cet accident.*

*Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'aviation civile internationale, à la Directive 94/56/CE et au Code de l'Aviation civile (Livre VII), l'enquête 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.*

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



# Table des matières

<b>AVERTISSEMENT</b>	<b>1</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>7</b>
<b>SYNOPSIS</b>	<b>11</b>
<b>ORGANISATION DE L'ENQUETE</b>	<b>13</b>
<b>1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE</b>	<b>15</b>
1.1 Déroulement du vol	15
1.2 Tués et blessés	22
1.3 Dommages à l'aéronef	22
1.4 Autres dommages	22
1.5 Renseignements sur le personnel	22
1.5.1 Equipage de conduite	22
1.5.2 Autres personnes à bord	24
1.6 Renseignements sur l'aéronef	25
1.6.1 Cellule	25
1.6.2 Moteurs	25
1.6.3 Historique	26
1.6.4 Entretien	26
1.6.5 Masse et centrage	26
1.6.6 Sondes d'incidence	26
1.6.7 Lois de commande de vol	28
1.6.8 Protections en incidence en loi <i>normale</i>	30
1.6.9 Alarme de décrochage	31
1.6.10 Informations d'incidence à bord de l'avion	32
1.6.11 Surveillance des valeurs d'incidence	34
1.6.12 Information de vitesse à bord de l'avion	35
1.7 Conditions météorologiques	35
1.7.1 Messages significatifs	35
1.7.2 Informations fournies à l'équipage	35
1.7.3 Zone géographique où les valeurs d' <i>incidence locale</i> n'ont plus évolué	36
1.7.4 Conditions météorologiques à Perpignan du 24 au 26 novembre 2008	36
1.8 Aides à la navigation	36
1.9 Télécommunications	36
1.9.1 Centres de contrôle en route	36
1.9.2 Services de contrôle de Perpignan	37

1.10 Renseignements sur l'aérodrome	38
1.11 Enregistreurs de bord	38
1.11.1 Enregistreur phonique	38
1.11.2 Enregistreur de paramètres	38
1.11.3 Lecture des données	38
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	39
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	39
1.14 Incendie	39
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	39
1.16 Essais et recherches	39
1.16.1 Sondes d'incidence	39
1.16.2 Fonctionnement des systèmes au cours du vol	50
1.16.3 Travaux sous-marins	52
1.16.4 Restitution de la trajectoire radar	53
1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	53
1.17.1 Aspects réglementaires	53
1.17.2 Renseignements sur l'organisation de la circulation aérienne	55
1.17.3 Renseignements sur Airbus	58
1.17.4 Renseignements sur EAS Industries	65
1.17.5 Renseignements sur les exploitants	66
1.17.6 Contrat de location du D-AXLA	71
1.17.7 Opérations d'entretien	72
1.17.8 « Tests flights » prévus par le contrat de location	74
1.18 Renseignements supplémentaires	81
1.18.1 Témoignages	81
1.18.2 Appels téléphoniques	83
1.18.3 Vols du B737-800 immatriculé D-AXLH et exploité par XL Airways Germany	83
1.18.4 Autres événements	84
1.18.5 Message de sécurité de la FAA	86

## **2 – ANALYSE** **87**

2.1 Analyse de la séquence d'événements ayant conduit à l'accident	87
2.1.1 Contexte du vol	87
2.1.2 Planification et préparation du vol	87
2.1.3 Gestion et conduite du vol	88
2.1.4 Vérification à basse vitesse en configuration atterrissage	90
2.1.5 Perte de contrôle	91
2.2 Sondes d'incidence	92
2.2.1 Origine du blocage	92
2.2.2 Opérations de peinture	93
2.2.3 Exposition des sondes d'incidence à une projection d'eau	94
2.3 Vols non commerciaux prévus par les accords de location	95
2.3.1 Statut	95
2.3.2 Réalisation	96
2.4 Fonctionnement des automatismes	97

<b>3 - CONCLUSIONS</b>	<b>99</b>
3.1 Faits établis par l'enquête	99
3.2 Causes de l'accident	102
<b>4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE</b>	<b>103</b>
4.1 Vols non commerciaux	103
4.2 Qualification des équipements	104
4.3 Conséquences des reconfigurations des lois de commande de vol	105
4.4 Procédure et technique de récupération d'approche de décrochage	105
<b>LISTE DES ANNEXES</b>	<b>107</b>



# Glossaire

°C	Degré Celsius
AAIB	Air Accident Investigation Branch Organisme d'enquête du Royaume-Uni
ADIRU	Air Data and Inertial Reference Unit
ADR	Air Data Reference
AESA	Agence Européenne de la Sécurité Aérienne
AFS	Automatic Flight System
AGL	Above Ground Level
AMM	Aircraft Maintenance Manual
AMSL	Above Mean Sea Level
AP	Auto-Pilot Pilote automatique
APU	Auxiliary Power Unit
A/THR	Auto-thrust Auto-poussée
ATIS	Service automatique d'information de région terminale
ATM	Air Traffic Management
ATP	Acceptance Test Procedure
ATPL(A)	Licence de pilote de ligne (Avion)
ATL	Aircraft Technical Log
ATSB	Australian Transport Safety Bureau Organisme d'enquête d'Australie
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung Organisme d'enquête d'Allemagne
BKN	Nuages fragmentés (5 à 7 octas)
CAG	Circulation Aérienne Générale
CAM	Circulation Aérienne Militaire
CAM	Cockpit Area Microphone Microphone d'ambiance de poste de pilotage
CAM	Customer Acceptance Manual
CAS	Computed Airspeed Vitesse conventionnelle
CEPHISMER	Cellule de plongée humaine et d'intervention sous la mer
CCER	Centre de Contrôle Essais Réception
CER	Circulation d'Essais et de Réception
CEV	Centre d'Essais en Vol
cm	Centimètre
CRM	Crew Ressource Management Formation au travail en équipage
CRC	Continuous Repetitive Chime
CRNA	Centre Régional de la Navigation Aérienne

CROSSMED	Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage en Méditerranée
CTR	Zone de contrôle
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DMC	Display Management Computer
DME	Dispositif de mesure de distance
DSNA	Direction des Services de la Navigation Aérienne
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitoring
ECS	Environmental Control System
EGPWS	Enhanced Ground Proximity Warning System
ELAC	Elevator Aileron Computer
EPR	Engine Pressure Ratio Rapport de pression moteur
ETOPS	Extended Twin Operation
EU-OPS	Règles techniques et procédures administratives communes applicables au transport aérien commercial (avions)
F/O	First Officer
FAA	Federal Aviation Administration
FAC	Flight Augmentation Computer
FCOM	Flight Crew Operating Manual
FD	Flight Director Directeur de vol
FEW	Peu de nuages (1 à 2 octas)
FL	Flight Level Niveau de vol
FMS	Flight Management System
FNE	Fiche de Notification d'Événement
FPV	Flight Path Vector
FSK	Frequency Shift Keying
ft	Pieds
FTO	Flight Training Organisation
FWC	Flight Warning Computer
GAT	General Air Traffic
GSAC	Groupement pour la Sécurité de l'Aviation Civile
HDG	Mode latéral de cap
hPa	Hectopascal
IAE	International Aero Engines
IDLE	Ralenti
IFR	Instrument Flight Rules Règles de vol aux instruments
ILS	Instrument Landing System Système d'atterrissage aux instruments
IRS	Inertial Reference System
ISATM	In Service Aircraft Test Manual
JAR25	Joint Aviation Requirements 25 – Large Aeroplanes

JAR-FCL	Joint Aviation Requirements – Flight Crew Licences
kg	Kilogramme
km	Kilomètre
kPa	Kilopascal
kt	Nœud
l/h	Litre par heure
m	Mètre
MCDU	Multi Purpose Control and Display Unit
MEL	Minimum Equipment List
METAR	Message régulier d'observation météorologique pour l'aéronautique
MMO	Maximum Operating Mach
MTOW	Masse maximale au décollage
NAV	Mode latéral de navigation
NTSB	National Transportation Safety Board Organisme d'enquête des Etats-Unis
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OAT	Operational Air Traffic
OFC	Operational flight check
OM	Operating Manual
OP DES	Mode vertical de descente
PATM	Production Aircraft Test Manual
PFD	Primary Flight Display
PF	Pilote en fonction
PNF	Pilote non en fonction
PNT	Equipage de conduite
PPG	Perpignan
QFE	Pression atmosphérique à l'altitude de l'aérodrome
QNH	Calage altimétrique requis pour lire au sol l'altitude de l'aérodrome
QRH	Quick Reference Handbook
RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics
RTL	Rudder Travel Limit
SA CAM	Single Aisle Customer Acceptance Manual
SAMAR	Sauvetage en Mer
SAMU	Service d'Aide Médicale Urgente
SAT	Static Air Temperature Température statique
SFCC	Slat / Flap Control Computer
SIA	Service d'Information Aéronautique
SID	Standard Instrument Departure
SOP	Standard Operating Procedures
SSCVR	Solid State Cockpit Voice Recorder Enregistreur phonique

SSFDR	Solid State Flight Data Recorder Enregistreur de paramètres
SSLIA	Service de Sauvetage et de Lutte contre l'Incendie des aéronefs sur les aérodomes
STAR	Standard Arrival
STBY	Standby
TAF	Prévision d'atterrissage
TAIC	Transport Accident Investigation Commission Organisme d'enquête de la Nouvelle-Zélande
TAT	Total Air Temperature Température totale
TEMSI	Carte de prévision du temps significatif
TMA	Région de contrôle terminale
TO/GA	Take off / go around
TRE	Type Rating Examiner Examineur de qualification de type
TRI	Type Rating Instructor Instructeur de qualification de type
TSO	Technical Standard Order
ULB	Underwater location beacon
UTC	Temps universel coordonné
V/S	Mode vertical de vitesse verticale
VAC	Volt Alternative Current Courant alternatif
VFR	Visual Flight Rules Règles de vol à vue
VHF	Very High Frequency
VLS	Lowest Selectable Speed
Vmin	Minimum Operating Speed
VMO	Maximum Operating Speed
VOR	Radiophare omnidirectionnel
VS (SV)	Voix synthétique
VSW	Stall Warning Speed Vitesse d'alarme de décrochage
Y/D	Yaw Damper Amortisseur de lacet

# Synopsis

## Date de l'accident

Jeudi 27 novembre 2008 à 15 h 46<sup>(1)</sup>

## Lieu de l'accident

Au large de Canet-Plage (66)

## Nature du vol

Vol de fin de contrat de location

## Aéronef

Airbus A320 – 232 MSN 2500  
immatriculé D-AXLA

## Propriétaire

Air New Zealand Aircraft Holdings  
Limited

## Exploitant

XL Airways Germany GmbH  
(dans le cadre d'un contrat de location)

## Personnes à bord

2 PNT, 5 passagers

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

## Résumé

Le vol GXL888T au départ de l'aérodrome de Perpignan-Rivesaltes est effectué dans le cadre de la fin d'un contrat de location, avant restitution du D-AXLA à son propriétaire. Le programme de vérifications prévu ne pouvant être effectué en circulation aérienne générale, le vol est écourté. En palier au FL 320, les sondes d'incidence 1 et 2 se figent et leurs positions n'évoluent plus jusqu'à la fin du vol. Après environ une heure de vol, l'avion est de retour dans l'espace aérien de l'aérodrome de départ et l'équipage est autorisé à réaliser une procédure ILS pour la piste 33 suivie d'une remise de gaz et d'un départ vers Francfort/Main (Allemagne). Peu avant le survol du point d'approche initiale, l'équipage effectue la vérification du fonctionnement des protections en incidence en loi normale. Il perd le contrôle de l'avion qui s'écrase en mer.

## Conséquences

	Blessures			Matériel
	Mortelles	Graves	Légères/Aucune	
Membres d'équipage	2	-	-	Détruit
Passagers	5	-	-	
Autres personnes	-	-	-	



## ORGANISATION DE L'ENQUETE

Le BEA a été informé de l'accident le jeudi 27 novembre 2008 vers 16 h 00. Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation Civile Internationale et au Code de l'Aviation Civile (Livre VII), une enquête technique a été ouverte par le BEA. Un enquêteur technique est arrivé à Perpignan dans la soirée et quatre autres sont arrivés le lendemain matin.

En application des dispositions de l'Annexe 13, des représentants accrédités de la République fédérale d'Allemagne (Etat d'immatriculation et d'exploitation de l'avion) et des Etats-Unis (Etat de conception des moteurs) ont été associés à l'enquête. Les passagers étant de nationalité néo-zélandaise, le BEA a accepté la participation de la Nouvelle-Zélande à l'enquête. Le représentant accrédité néo-zélandais a demandé l'assistance de l'AAIB.

Les opérations de localisation des enregistreurs de vol ont débuté le 28 novembre. Les enregistreurs ont été récupérés les 29 et 30 novembre 2008.

Au cours de l'enquête, des groupes de travail ont été constitués dans les domaines suivants :

- Recherches en mer
- Opérations
- Documentation d'entretien
- Enregistreurs
- Systèmes
- Données ATM
- Témoignages
- Facteurs humains
- Sondes d'incidence

Le projet de rapport final a été soumis pour observations aux représentants accrédités allemand, américain et néozélandais, conformément à l'article 6.3 de l'Annexe 13. Il a également été envoyé à l'AESA et la DGAC française.



# 1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

## 1.1 Déroutement du vol

Note : dans toute cette section et sauf indication contraire, les caps sont des caps magnétiques, les vitesses mentionnées sont des vitesses conventionnelles et les valeurs d'altitude sont celles du paramètre enregistré corrigées du QNH (altitude AMSL).

L'A320-232 immatriculé D-AXLA, exploité par la compagnie aérienne XL Airways Germany GmbH, avait été convoyé le 3 novembre 2008 vers l'aérodrome de Perpignan-Rivesaltes pour des travaux d'entretien et de peinture. EAS Industries avait délivré l'approbation pour remise en service le 27 novembre 2008.

L'avion, loué à Air New Zealand, était en fin de contrat et devait être restitué à son propriétaire. Le contrat prévoyait un programme de vérifications en vol ; à cet effet, un vol avait été prévu dans l'après-midi. L'équipage était composé d'un commandant de bord (PF) et d'un copilote (PNF) d'XL Airways Germany.

Un pilote et trois ingénieurs d'Air New Zealand ainsi qu'un représentant de l'aviation civile néozélandaise étaient à bord. Le pilote avait pris place dans le poste de pilotage.

L'heure de départ estimée dans le plan de vol était 12 h 30 pour un vol d'une durée totale prévue de 2 h 35 min dans l'ouest de la France avec un retour à Perpignan. L'indicatif du vol est GXL888T. A l'issue du vol, l'avion devait retourner à Francfort/Main.

L'heure de départ ayant été décalée à 14 h 00 puis à 14 h 30, l'avion quitte l'aire de stationnement à 14 h 33.

A 14 h 38, le pilote d'Air New Zealand formalise sa participation au suivi du programme de vérifications en vol en demandant à l'équipage de lever la main au cas où il l'interromprait dans la conduite du vol.

Le décollage a lieu à 14 h 44.

A 14 h 47 min 20, dès la réception du strip associé au vol GXL888T, le contrôleur du CRNA sud-ouest contacte par téléphone le contrôleur d'approche de Perpignan. Il souhaite s'assurer que l'équipage a bien les autorisations nécessaires pour effectuer ce qu'il qualifie de « *vol d'essais déguisé* ». Il estime que ce vol n'a pas fait l'objet d'une demande adéquate par l'exploitant comme cela a déjà été le cas cinq heures auparavant pour le vol GXL032T d'un Boeing 737-800 d'XL Airways Germany. L'équipage de ce vol, dont le plan de vol était identique à celui du GXL888T, avait contacté ce secteur du CRNA sud-ouest et avait également demandé à plusieurs reprises de pouvoir réaliser des manœuvres qui avaient nécessité plusieurs coordinations entre les différents secteurs de contrôle.

Trente-six secondes plus tard, le copilote contacte le contrôleur du CRNA sud-ouest. A 14 h 49 min 20, le commandant de bord demande à effectuer des « 360 ». Le contrôleur explique à l'équipage que ce type de vol ne peut pas être effectué en circulation aérienne générale et que le plan de vol déposé n'est pas compatible avec les évolutions demandées. L'équipage annonce qu'il poursuit la route prévue au plan de vol et demande à monter au FL 310.

A 14 h 54 min 25, le commandant de bord propose au pilote d'Air New Zealand de reporter la vérification des protections en inclinaison lors de l'approche.

A 15 h 00 min 54, l'équipage est autorisé à monter au FL 320 qu'il atteint environ deux minutes plus tard.

Entre 15 h 04 et 15 h 06, les sondes d'incidence 1 et 2 se bloquent et restent figées jusqu'à la fin du vol à des valeurs d'*incidence locale* quasi-identiques et cohérentes avec des valeurs d'incidence de croisière, sans que l'équipage le perçoive. Les valeurs de l'*incidence locale* 1 et 2 sont enregistrées à respectivement 4,2 et 3,8 degrés.

A 15 h 05 min 30, l'équipage débute une descente vers le FL 310, atteint une minute plus tard.

Vers 15 h 12, l'équipage fait demi-tour vers Perpignan. Le commandant de bord effectue la vérification des protections en inclinaison en loi *normale* qui avait été différée.

Alors que l'équipage attend une autorisation pour monter au FL 390, le pilote d'Air New Zealand indique qu'il ne reste pas beaucoup de vérifications à effectuer pendant la descente. Il précise qu'en cas de refus du contrôleur, la vérification de l'APU au FL 390 pourrait se faire lors du vol retour vers Francfort, comme l'avait suggéré le commandant de bord. Le pilote d'Air New Zealand décrit également la vérification à basse vitesse en configuration atterrissage sans cependant mentionner les valeurs de VLS et de Vmin indiquées en fonction de la masse dans le programme de vérifications. Il ajoute que cette vérification ne doit pas être effectuée en approche mais au FL 140. L'équipage est autorisé à monter vers le FL 390 qui est atteint vers 15 h 22.

La descente vers Perpignan est débutée vers 15 h 26.

A 15 h 33 min 04, l'équipage est autorisé à descendre vers le FL 130. Dix-huit secondes plus tard, alors que l'avion passe le FL 180 en descente avec une vitesse proche de 300 kt, le pilote d'Air New Zealand demande à l'équipage s'il est prêt à discuter. Il lui indique que la vérification suivante est celle des commandes de vol en loi *alternate*, prévue dans le programme pendant la descente au-dessus du FL 140. Le commandant de bord décide de l'effectuer au FL 130. Le pilote d'Air New Zealand accepte.

A 15 h 33 min 34, en descente vers le FL 130, l'équipage entre en contact avec Perpignan Approche. Il est autorisé à descendre au FL 120 vers le VOR PPG. La contrôleur d'approche lui demande de réduire sa vitesse à 250 kt et de prévoir une attente au VOR PPG. Il est numéro deux en approche. Une minute plus tard, l'équipage demande un guidage radar. La contrôleur d'approche lui demande de virer à gauche au cap 090 et de réduire sa vitesse à 200 kt. La vérification de l'alimentation ECS à partir du prélèvement APU est effectuée avant de virer au cap 090.

A 15 h 36 min 47, alors que l'avion est stable au FL 120, le commandant de bord demande « *you want alternate law* » et le pilote néo-zélandais répond « *okay alternate law* ».

Onze secondes plus tard, la contrôleur d'approche demande à l'équipage de réduire la vitesse à 180 kt et de descendre au FL 80. L'équipage effectue la vérification des commandes de vol en loi *alternate* avant de débuter la descente.

A 15 h 37 min 52, les lois de commande de vol en assiette et en roulis repassent en loi *normale*, indiquant la fin de la vérification des commandes de vol en loi *alternate*, et le pilote automatique 1 est reconnecté. Le pilote néo-zélandais dit alors « *low speed flight is now probably next* » puis lit le déroulement de la vérification à basse vitesse en configuration FULL évoquée précédemment. Le commandant de bord demande si son intention est bien de descendre jusqu'à VLS et à la protection alpha prot. Le pilote d'Air New Zealand confirme et précise que, arrivé à VLS, il faudra tirer assez fort pour aller jusqu'à la fonction alpha floor. Le commandant de bord répond qu'il sait. Le pilote néo-zélandais poursuit en indiquant : « *then you need to pitch forward and err... you're happy with disconnect and reengage. And out of alpha floor* ». Il ne mentionne ni l'altitude ni les valeurs des vitesses caractéristiques indiquées dans le programme.

A 15 h 38 min 52, la contrôleur d'approche demande à l'équipage de descendre vers le FL 60. L'avion se trouve alors légèrement au-dessous du FL 100 et sa vitesse est de 214 kt. Cinq secondes plus tard, le copilote demande à engager le système d'antigivrage de la voilure alors que l'altitude de l'avion est d'environ 9 900 ft. Le commandant de bord confirme.

Vers 15 h 40, la contrôleur d'approche demande à l'équipage de virer à droite au cap 190 et de maintenir 180 kt. La vitesse de l'avion est de 215 kt. Environ une minute plus tard, la contrôleur d'approche autorise l'équipage à l'approche LANET - ILS pour la piste 33 et à descendre vers 5 000 ft. A la demande de l'équipage, elle répète le message. Alors que le copilote collationne, le commandant de bord indique au pilote d'Air New Zealand que la vérification à basse vitesse en configuration d'atterrissage doit être remise à plus tard ou lors du vol vers Francfort. Il évoque également la possibilité de ne pas l'effectuer.

L'avion atteint l'altitude de 5 000 ft à 15 h 42. Sa vitesse est alors voisine de 210 kt.

A 15 h 42 min 14, la contrôleur d'approche demande la vitesse de l'avion. Le copilote répond qu'elle est en diminution puis, à 15 h 42 min 25, qu'elle est de 180 kt. La vitesse de l'avion est alors légèrement supérieure à 190 kt et la vitesse sélectionnée passe de 180 kt à 157 kt. La contrôleur d'approche demande de maintenir 180 kt et de descendre à 2 000 ft. La commande de configuration des becs et volets est placée en position 2.

A 15 h 42 min 23, le mode latéral AP/FD passe de HDG à NAV. Quelques secondes plus tard, l'avion se met en descente.

A 15 h 42 min 46, le commandant de bord indique que l'approche ne figure pas dans la base de données. Trente-six secondes plus tard, le copilote effectue le briefing approche.

Entre 15 h 43 min 20 et 15 h 43 min 55, les destructeurs de portance sont déployés.

A 15 h 43 min 37, le commandant de bord déconnecte le pilote automatique et demande au pilote néozélandais « *down below the clouds so you want what* ». Ce dernier répond de manière interrogative « *to go slower you mean* ». Le commandant de bord et le copilote répondent de manière affirmative. A 15 h 43 min 41, le commandant de bord positionne les manettes de commande de poussée sur le cran IDLE et l'auto-poussée est déconnectée. Le pilote d'Air New Zealand ajoute : « *we need to go slow with err recovery from... recovery* ». L'altitude est de 4 080 ft et la vitesse est de 166 kt.

Le commandant de bord demande la sortie du train puis, à 15 h 43 min 48, dit « *we do the err the...* ». Le pilote néozélandais répond « *low speed yeah* ».

A 15 h 43 min 51, le commandant de bord demande des valeurs de vitesse au pilote d'Air New Zealand qui lui répond « *just... to come right back to alpha floor activation* ». Dans le même temps, la contrôleuse d'approche demande par deux fois à l'équipage ses intentions. Le copilote répond qu'ils veulent effectuer une remise de gaz et poursuivre vers Francfort.

A 15 h 44 min 30, le commandant de bord stabilise l'avion à une altitude de 3 000 ft. L'avion est en configuration d'atterrissage. Les directeurs de vol 1 et 2 sont toujours actifs et le mode vertical passe de OP DES à V/S +0000. La vitesse est de 136 kt.

A 15 h 44 min 44, l'avion est à l'altitude de 2 980 ft et sa vitesse est de 123,5 kt (VLS).

A 15 h 44 min 57, alors que l'avion se trouve à proximité de LANET, un « triple click » est enregistré et le mode latéral AP/FD passe de NAV à HDG. Le cap sélectionné est le cap courant de l'avion. Une seconde plus tard, l'avion est à l'altitude de 2 940 ft et à la vitesse de 107 kt (Vmin).

Entre 15 h 44 min 30 et 15 h 45 min 05, le stabilisateur horizontal est passé de - 4,4 degrés à - 11,2 degrés correspondant à la butée électrique à cabrer. Il restera dans cette position jusqu'à la fin de l'enregistrement.

A 15 h 45 min 05, l'avion est à l'altitude de 2 910 ft et à la vitesse de 99 kt. L'assiette est de 18,6 degrés. L'alarme de décrochage se déclenche.

Dans la seconde qui suit, les manettes de commande de poussée sont amenées sur le cran TO/GA. On constate une augmentation symétrique du régime des moteurs jusqu'à des valeurs de N1 d'environ 88 %. L'avion part en roulis à gauche puis à droite. Le commandant de bord contre ces mouvements.

A 15 h 45 min 09, l'inclinaison atteint 8 degrés à gauche et la vitesse 92,5 kt. Le commandant de bord donne un ordre latéral à droite et longitudinal vers l'avant.

A 15 h 45 min 11, l'avion revient ailes à plat et commence à partir en roulis à droite. Le commandant de bord donne un ordre latéral en butée à gauche. Le palonnier commence à bouger dans le sens d'un virage à gauche.

A 15 h 45 min 12, les deux directeurs de vol sont déconnectés. A 15 h 45 min 14, l'auto-poussée est désarmée.

A 15 h 45 min 15, les lois de commande de vol, qui étaient en loi *normale*, passent en loi *directe*. L'inclinaison est de 50 degrés à droite. L'ordre latéral du commandant de bord est toujours en butée à gauche. Le palonnier atteint la position de 22 degrés à gauche. Au même moment, l'ordre longitudinal du commandant de bord passe en butée à piquer. L'assiette est de 11 degrés, la vitesse de 100 kt et l'altitude d'environ 2 580 ft.

A 15 h 45 min 19, l'alarme de décrochage s'arrête. L'ordre longitudinal du commandant de bord est toujours en butée vers l'avant. Les gouvernes de profondeur atteignent leur position maximale à piquer à environ 11,6 degrés. L'inclinaison est de 40 degrés à gauche et le commandant de bord annule progressivement son ordre latéral. Une seconde plus tard, l'avion a une assiette de 7 degrés. Ses ailes sont proches de l'horizontale et sa vitesse est de 138 kt. Le commandant de bord annule son ordre longitudinal. A 15 h 45 min 23, l'assiette et l'altitude commencent alors à augmenter. L'altitude a atteint environ 2 250 ft. Le commandant de bord donne immédiatement un ordre longitudinal en butée vers l'avant.

Cela n'empêche pas l'avion de monter, avec une vitesse en décroissance. L'alarme de décrochage se déclenche une deuxième fois à 15 h 45 min 36. Trois secondes plus tard, l'équipage commande la rentrée du train. A 15 h 45 min 40, l'assiette est de 52 degrés, l'inclinaison atteint un maximum de 59 degrés à gauche et le facteur de charge normal devient inférieur à 0,5 g. La loi de commandes de vol passe à *Abnormal attitudes*<sup>(2)</sup>. La commande en roulis du commandant de bord est pratiquement au neutre, la commande en tangage est toujours vers l'avant mais n'est plus en butée constante. Les ordres de l'amortisseur de lacet deviennent nuls et le restent jusqu'à la fin du vol.

A 15 h 45 min 42, la vitesse devient inférieure à 40 kt.

A 15 h 45 min 44, les valeurs maximum enregistrées sont : assiette 57 degrés, altitude 3 788 ft.

A 15 h 45 min 47, l'alarme de décrochage s'arrête. Elle se déclenche à nouveau cinq secondes plus tard.

Entre 15 h 45 min 49 et 15 h 45 min 53, le commandant de bord donne un ordre à cabrer. La position des gouvernes de profondeur atteint une valeur de 30 degrés à cabrer.

A 15 h 45 min 50, le facteur de charge normal devient supérieur à 0,5 g. Les manettes de poussée sont positionnées sur le cran CLIMB pendant une seconde puis repositionnées sur le cran TO/GA.

A partir de 15 h 45 min 52, la vitesse redevient supérieure à 40 kt.

A 15 h 45 min 53, l'assiette atteint 7 degrés à piquer. L'inclinaison est inférieure à 10 degrés à gauche.

<sup>(2)</sup>Du fait du dépassement de certains seuils (cf. 1.6.7).

Entre 15 h 45 min 55 et 15 h 45 min 58, le commandant de bord donne un ordre latéral en butée à gauche ; l'avion part en roulis à droite. L'inclinaison passe de 3 à 97 degrés à droite. Dans le même temps, l'assiette passe de 3 à 42 degrés à piquer.

A partir de 15 h 45 min 57, l'ordre longitudinal du commandant de bord est à cabrer, les gouvernes de profondeur sont à 14,5 degrés à piquer.

A 15 h 45 min 58, la commande de configuration des becs et volets est amenée sur la position 1 puis 0 deux secondes plus tard. Le commandant de bord agit sur les commandes de vol et les manettes de puissance.

A 15 h 46 min 00, l'alarme de décrochage s'arrête et est suivie d'une alarme de type CRC correspondant à un Master Warning qui s'arrête deux secondes plus tard. A 15 h 46 min 01, l'assiette atteint un maximum de 51 degrés à piquer. L'inclinaison est de 45 degrés à droite, la vitesse de 183 kt et l'altitude d'environ 1 620 ft. A partir de cet instant, l'ordre longitudinal du commandant de bord est en butée à cabrer.

A 15 h 46 min 02, les manettes de commande de poussée sont reculées vers une position proche du cran IDLE puis avancées sur le cran CLIMB. Les EPR des deux moteurs diminuent alors vers 1,2 avant d'augmenter vers 1,25.

A 15 h 46 min 04, une alarme *EGPWS TERRAIN TERRAIN* est enregistrée suivie une seconde plus tard d'une nouvelle alarme de type CRC (Master Warning).

Les enregistrements s'arrêtent à 15 h 46 min 06,8. Les dernières valeurs enregistrées sont une assiette à piquer de 14 degrés, une inclinaison à droite de 15 degrés, une vitesse de 263 kt et une altitude de 340 ft.

Entre le moment où l'alarme de décrochage se déclenche pour la première fois et celui où les enregistrements s'arrêtent, il s'est écoulé soixante-deux secondes.



- ① 14 h 44  
Décollage de l'aérodrome de Perpignan
- ② 14 h 52  
Le contrôleur dit à l'équipage qu'il ne peut pas faire de « 360 »
- ③ **Entre 15 h 04 et 15 h 06**  
Blocage des sondes d'incidence 1 et 2
- ④ 15 h 12  
Demi-tour
- ⑤ 15 h 22  
Arrivée au FL 390
- ⑥ 15 h 26  
Début de descente
- ⑦ 15 h 34 min 34 s  
Copilote : « (...) we'll appreciate a radar vector the approach »
- ⑧ 15 h 43 min 41 s  
Manettes de commande de poussée sur le cran IDLE  
Début de la vérification des protections en incidence à basse vitesse
- ⑨ 15 h 45 min 05 s  
Alarme de décrochage

## 1.2 Tués et blessés

Blessés	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortels	2	5	-
Graves	-	-	-
Légères/Aucune	-	-	-

## 1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été entièrement détruit à l'impact avec la mer.

## 1.4 Autres dommages

Néant.

## 1.5 Renseignements sur le personnel

### 1.5.1 Equipage de conduite

#### 1.5.1.1 Commandant de bord

Homme, 51 ans

- Licence de pilote de ligne ATPL(A) n° 3311003773 délivrée par la République fédérale d'Allemagne le 24 août 1987 conformément aux exigences du JAR-FCL1.
- Qualification de type A318/A319/A320/A321 valide jusqu'au 5 mars 2009.
- Autorisation d'examineur de qualification de type A318/A319/A320/A321 (TRE) n° D-196 délivrée le 2 juillet 2003 et valide jusqu'au 2 août 2009.
- Qualification d'instructeur pour la formation à la qualification de type A318/A319/A320/A321 (TRI) valide jusqu'au 18 septembre 2011.
- Qualification aux approches de précision Cat III valide jusqu'au 5 mars 2009.
- Dernier contrôle en ligne le 29 mars 2008.
- Dernier contrôle hors ligne le 30 septembre 2008.
- Dernière formation CRM le 21 mai 2008.
- Aptitude médicale de classe 1 du 12 décembre 2007 valide jusqu'au 12 décembre 2008.
- Expérience :
  - 12 709 heures de vol dont 7 038 sur type.
  - 128 heures dans les trois derniers mois, toutes sur type.
  - 14 heures dans les trente derniers jours, toutes sur type.
  - Aucune heure de vol dans les 24 dernières heures.

☐ Temps de service :

- Fin du dernier service avant le vol de l'accident : 2 novembre 2008 à 21 h 24.
- Début du service le jour de l'accident : 4 h 30.
- Temps de repos : 13 h 30 min.

Le commandant de bord a été embauché par XL Airways Germany en février 2006 en tant que commandant de bord et responsable des opérations aériennes et des opérations au sol. Il occupait déjà ce poste lorsqu'il travaillait pour la compagnie Aero Lloyd.

Il n'avait jamais effectué de vols à destination ou au départ de Perpignan. Il avait effectué un vol de démonstration en livraison le 30 mars 2004 à Toulouse lorsqu'il travaillait pour la compagnie Aero Lloyd.

### **1.5.1.2 Copilote**

Homme, 58 ans

- ☐ Licence de pilote de ligne ATPL(A) n° 3311003971 délivrée par la République fédérale d'Allemagne le 2 mars 1988 conformément aux exigences du JAR-FCL1.
- ☐ Qualification de type A318/A319/A320/A321 valide jusqu'au 8 juillet 2009.
- ☐ Qualification aux approches de précision Cat III valide jusqu'au 8 juillet 2009.
- ☐ Dernier contrôle en ligne le 29 octobre 2008.
- ☐ Dernier contrôle hors ligne le 17 juin 2008 (prorogation de qualification de type A318/A319/A320/A321).
- ☐ Aptitude médicale de classe 1 du 18 novembre 2008 valide jusqu'au 5 décembre 2009, avec obligation de port de verres correcteurs et d'emport de lunettes de rechange.
- ☐ Expérience :
  - 11 660 heures de vol dont 5 529 sur type.
  - 192 heures dans les trois derniers mois, toutes sur type.
  - 18 heures dans les trente derniers jours, toutes sur type.
  - Aucune heure de vol dans les 24 dernières heures.
- ☐ Temps de service :
  - Fin du dernier service avant le vol de l'accident : 4 novembre 2008 à 20 h 52.
  - Début du service le jour de l'accident : 4 h 30.
  - Temps de repos : 120 h.

Il a été embauché par XL Airways Germany en tant que copilote en avril 2006. Il n'avait jamais effectué de vols à destination ou au départ de Perpignan et n'avait pas volé avec le commandant de bord en 2008.

Le copilote a commencé en 2007, à sa demande qui a été acceptée par le commandant de bord en tant que responsable des opérations aériennes, un stage d'accèsion à la fonction de commandant de bord. Il a décidé d'arrêter de lui-même ce stage pour raison personnelle, après avoir effectué :

- ❑ les formations théoriques et en simulateur de vol,
- ❑ le contrôle hors-ligne dans la fonction commandant de bord,
- ❑ quatre étapes (sur dix au minimum) de l'adaptation en ligne dans la fonction commandant de bord sous supervision.

### **1.5.1.3 Mise en place de l'équipage**

L'équipage était basé à Francfort. Pour la mise en place à Perpignan, l'équipage a pris un taxi à 4 h 30 pour prendre un vol à l'aéroport de Francfort – Hahn (distant de 130 km environ, à l'ouest de Francfort) à 7 h 00 à destination de Montpellier. Arrivé à 8 h 30, l'équipage a loué un véhicule. Il est arrivé dans les locaux d'EAS Industries sur l'aérodrome de Perpignan – Rivesaltes vers 11 h 00.

Le copilote est entré dans le poste de pilotage pour préparer le vol vers 14 h 25 ; le commandant de bord environ cinq minutes plus tard.

### **1.5.2 Autres personnes à bord**

Cinq personnes néozélandaises se trouvaient à bord de l'avion.

#### **1.5.2.1 Pilote d'Air New Zealand**

Homme, 52 ans

- ❑ Licence de pilote de ligne ATPL(A) n° 14440 délivrée par la Nouvelle Zélande valide jusqu'au 4 mai 2009.
- ❑ Qualification de type A318/A319/A320/A321.
- ❑ Qualification de type B737 (-300/-400/-500) / B767 / F27
- ❑ Autorisation d'examineur de qualification de type A318/A319/A320/A321 n° 14440 valide jusqu'au 4 mai 2009.
- ❑ Qualification d'instructeur pour la formation à la qualification de type A318/A319/A320/A321 valide jusqu'au 4 mai 2009.
- ❑ Aptitude médicale de classe 1 valide jusqu'au 4 mai 2009.
- ❑ Expérience :
  - 15 211 heures de vol dont 2078 sur type.
  - 101 heures dans les trois derniers mois.
  - 24 heures dans les trente derniers jours.
  - Aucune heure de vol dans les 24 dernières heures.

Il a été embauché par Air New Zealand en septembre 1986. Il était commandant de bord A320 depuis le 27 septembre 2004. Il figurait sur la liste des pilotes d'Air New Zealand pouvant effectuer des Operational Flight Checks. Il avait été désigné pour être observateur du vol avant le transfert du D-AXLA et devait effectuer le vol de convoyage de Francfort à Auckland.

Il est parti d'Auckland le 19 novembre 2008 et est arrivé à Perpignan le 22 novembre 2008.

Il ne comprenait pas la langue allemande.

### 1.5.2.2 Trois ingénieurs d'Air New Zealand

Ils sont arrivés au mois de novembre 2008 à Perpignan pour superviser les opérations d'entretien sur le D-AXLA, la finalisation du contrat de location ainsi que pour préparer le vol retour du D-AXLA en Nouvelle-Zélande.

### 1.5.2.3 Ingénieur de l'aviation civile de Nouvelle-Zélande

Ingénieur de marque navigabilité de l'aviation civile de Nouvelle-Zélande, il devait émettre un nouveau certificat de navigabilité à l'avion avant son retour en Nouvelle-Zélande et à la fin du contrat de location.

## 1.6 Renseignements sur l'aéronef

### 1.6.1 Cellule

Constructeur	Airbus
Type	A320-232
Numéro de série	2500
Immatriculation	D-AXLA
Mise en service	Juillet 2005
Certificat de navigabilité	N° 31781 du 2 juin 2006 délivré par l'autorité de l'aviation civile allemande
Certificat d'examen de navigabilité	T519/ARC/009/2008 du 08/10/2008, délivré par l'autorité de l'aviation civile allemande et valable un an
Utilisation au 27 novembre 2008	10 124 heures de vol et 3 931 cycles

### 1.6.2 Moteurs

- Constructeur : International Aero Engines (IAE)
- Type : IAE V2527-A5

	Moteur n° 1	Moteur n° 2
<b>Numéro de série</b>	V12001	V12003
<b>Date d'installation</b>	Juillet 2005	Juillet 2005
<b>Temps total de fonctionnement</b>	10 124 heures et 3 931 cycles	10 124 heures et 3 931 cycles

### 1.6.3 Historique

Le D-AXLA, initialement immatriculé ZK-OJL, avait été livré en juillet 2005 par Airbus à Air New Zealand, propriétaire de l'avion, qui l'a loué immédiatement à Freedom Air Limited, compagnie aérienne de son groupe.

L'avion a ensuite été sous-loué coque nue à AGAIRCOM GmbH<sup>(3)</sup> à partir de mai 2006, avec l'approbation de l'autorité de l'aviation civile allemande. A cette occasion, il avait reçu l'immatriculation D-AXLA. Il était inscrit sur la liste de flotte d'XL Airways Germany et devait être remis à Air New Zealand le 28 novembre 2008.

### 1.6.4 Entretien

Le manuel d'entretien<sup>(4)</sup>, approuvé par l'autorité de l'aviation civile allemande et applicable à l'ensemble de la flotte A320 d'XL Airways Germany, détaille le programme d'entretien, conforme aux manuels du constructeur.

La documentation montre que les inspections suivant l'entretien type et les inspections imposées par des consignes de navigabilité avaient été effectuées.

### 1.6.5 Masse et centrage

La masse et le centrage de l'avion au décollage ont été estimés à 56 450 kg et 22,8 %. La masse maximale certifiée au décollage (MTOW) est de 77 000 kg.

La masse et le centrage au moment de l'événement ont été estimés à 53 700 kg et entre 22 et 22,5 %.

### 1.6.6 Sondes d'incidence

#### 1.6.6.1 Définitions

L'*incidence locale* est mesurée par la sonde et correspond à la valeur de l'angle existant localement entre le vent relatif et l'axe de référence de la sonde. Le fuselage perturbant l'écoulement de l'air, ces mesures doivent être corrigées pour obtenir l'incidence avion.

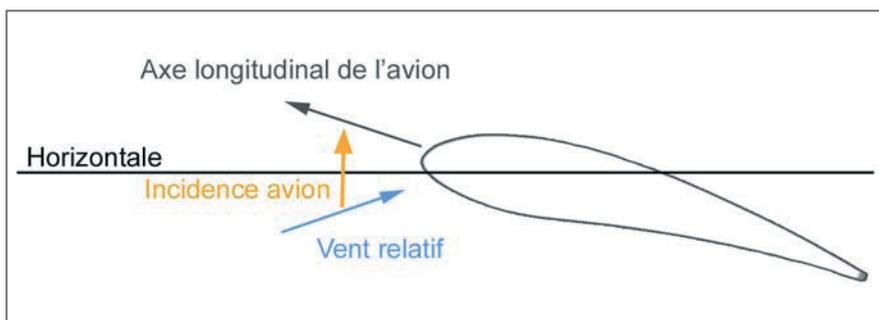
L'incidence avion (appelée également incidence vraie, réelle ou corrigée) est définie par l'angle entre le vent relatif à l'infini amont et l'axe longitudinal de l'avion. Elle est généralement notée  $\alpha$  (alpha). On appellera donc *incidence avion* l'incidence déduite de l'*incidence locale* à partir de la configuration de bords et volets.

L'incidence avion a par ailleurs été estimée à partir d'autres paramètres enregistrés par le SSFDR. Cette incidence est désignée par *incidence calculée* dans le rapport.

L'incidence, bien que prépondérante pour l'étude de la situation aérodynamique de l'avion, n'est pas un paramètre de pilotage.

<sup>(3)</sup>AGAIRCOM GmbH a été renommé tout d'abord Star XL German Airlines puis XL Airways Germany GmbH en décembre 2006.

<sup>(4)</sup>IHP A320 GXL



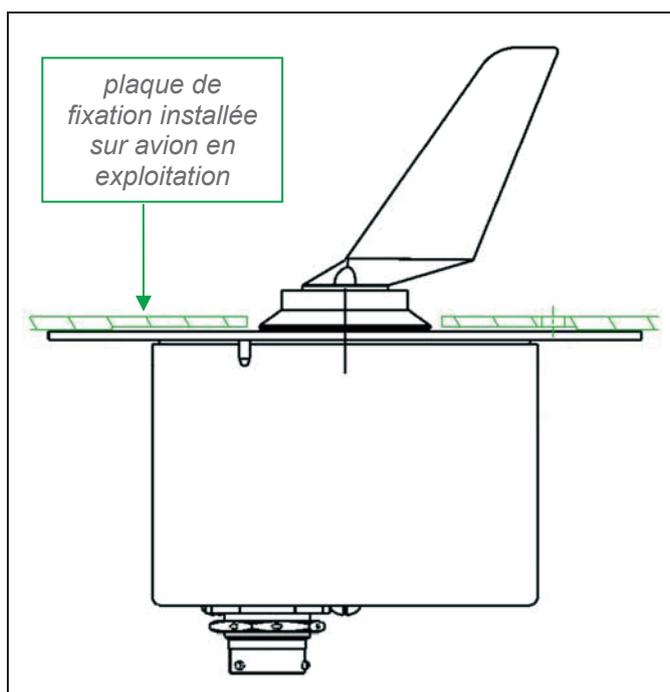
### 1.6.6.2 Sondes d'incidence équipant la famille A320

Plusieurs sondes de marques différentes (Thalès et Goodrich<sup>(5)</sup>) répondent aux spécifications d'Airbus et aux conditions techniques de certification. Ces différentes sondes d'incidence sont mécaniquement et électriquement interchangeables mais un avion doit être équipé de sondes de même marque.

<sup>(5)</sup>Anciennement Rosemount Aerospace.

Le D-AXLA était équipé de trois sondes d'incidence de marque Goodrich et de numéro de type 0861ED, approuvées pour être installées sur la famille A319/A320/A321 :

Sonde 1	Numéro de série	1722
	Date d'installation	Juillet 2005
	Temps total de fonctionnement	10125 heures et 3931 cycles
Sonde 2	Numéro de série	1723
	Date d'installation	Juillet 2005
	Temps total de fonctionnement	10125 heures et 3931 cycles
Sonde 3	Numéro de série	1721
	Date d'installation	Juillet 2005
	Temps total de fonctionnement	10125 heures et 3931 cycles



En août 2010, environ 1 100 avions de la famille A320 sont équipés de ce modèle de sondes d'incidence.

### 1.6.6.3 Description et position sur A320

Deux des trois sondes d'incidence sont réparties de manière symétrique, l'une à l'arrière de la porte passager avant gauche (sonde 1) et l'autre à droite du fuselage, au dessus de la porte cargo avant (sonde 2). La troisième (sonde 3) est située sur le flanc gauche, en avant et sous la sonde 1.



Seules les valeurs des *incidences locales* issues des sondes 1 et 2 sont enregistrées par le SSFDR.

Les sondes d'incidence font partie du système de données aérodynamiques qui comprend trois canaux indépendants de mesure, surveillés de façon continue. Les canaux 1, 2, 3 sont associés aux instruments respectivement du commandant de bord, du copilote et de secours. Chaque canal comprend un calculateur Probe Heat Computer (PHC) qui assure le contrôle et la surveillance du réchauffage des sondes par mesure de l'intensité du courant consommé. Il est capable d'identifier et de mémoriser les pannes.

Les sondes sont réchauffées électriquement (115 VAC) de façon automatique en vol ou au sol dès qu'un moteur est en fonctionnement. Seule la girouette des sondes d'incidence est réchauffée. En cas de panne du réchauffage d'une des sondes d'incidence, un message ANTI ICE CAPT (F/O ou STBY) AOA apparaît à l'ECAM (respectivement pour les sondes 1, 2 et 3). La sonde affectée est listée en tant que système inopérant. Le message est accompagné d'une alarme sonore SINGLE CHIME et d'une alarme visuelle MASTER CAUTION. Lorsque deux messages ECAM relatifs à deux sondes d'incidence apparaissent, l'équipage doit effectuer la procédure anormale DOUBLE AOA HEAT FAILURE.

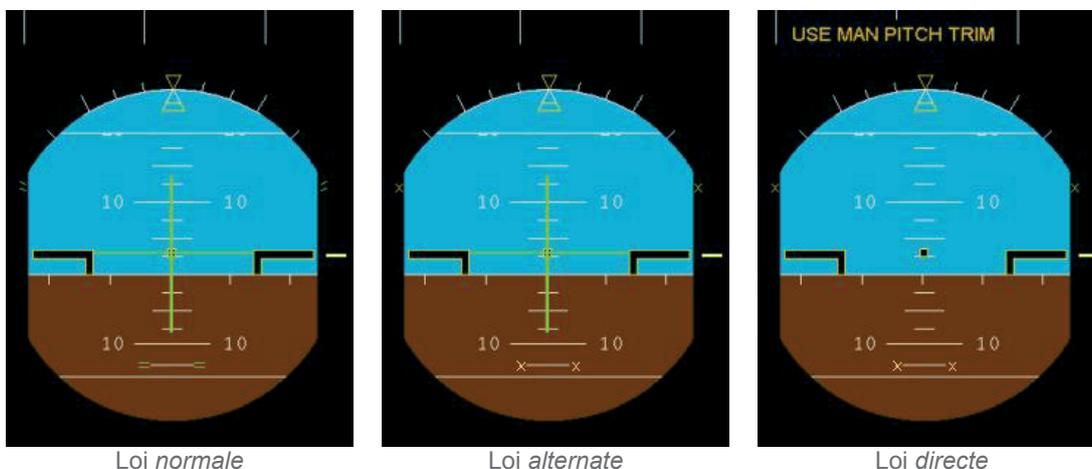
### 1.6.7 Lois de commande de vol

L'Airbus A320 est équipé de commandes de vol électriques. L'avion se pilote à l'aide de deux mini-manches dont les mouvements sont transmis sous forme de signaux électriques à des calculateurs qui les transforment en ordres vers les servocommandes des différentes surfaces. Ces transformations sont régies par des lois de commande de vol. Sur l'A320 en fonctionnement nominal, la loi de commande de vol est appelée loi *normale*. En cas de déclenchement de surveillance affectant le système de commandes de vol, elle peut être remplacée par deux lois dégradées : la loi dite *alternate* et la loi *directe* :

La loi *normale* offre des protections en attitude (les valeurs d'assiette et d'inclinaison sont limitées), en facteur de charge, en survitesse et à haute incidence. La compensation en tangage est assurée automatiquement par le stabilisateur horizontal (auto-trim). Les virages sont coordonnés, la gouverne de direction minimisant le dérapage par l'intermédiaire de la fonction « yaw damper ». Les mini-manches commandent un facteur de charge selon l'axe normal de l'avion et un taux de roulis.

En loi *alternate*, les mini-manches commandent un facteur de charge selon l'axe normal de l'avion comme en loi *normale* mais avec moins de protections. En roulis, ils commandent directement, comme en loi *directe*, les ailerons et les destructeurs de portance. Le passage de loi *normale* en loi *alternate* est accompagné d'une alerte MASTER CAUTION, d'une alarme sonore SINGLE CHIME et d'un message ECAM. Les chevrons verts matérialisant les protections en attitudes (cf. schéma ci-dessous) sont remplacés par des croix ambres. En loi *alternate*, lorsque le train d'atterrissage est sorti, la loi de commande de vol en tangage passe en loi *directe*.

En loi *directe*, il n'y a pas de compensation automatique. La compensation se fait manuellement avec la roue de compensation. L'ordre aux gouvernes est directement fonction de l'ordre au mini-manche. Le passage en loi *directe* est accompagné d'une alerte MASTER CAUTION, d'une alarme SINGLE CHIME et d'un message ECAM. L'affichage au PFD est identique à celui en loi *alternate* avec en plus le message USE MAN PITCH TRIM en ambre.



Différences d'affichage au PFD des lois de commande de vol

Lorsque l'avion dépasse certains seuils en assiette, roulis, incidence ou vitesse, le système utilise une loi particulière. L'affichage au PFD est identique à celui en loi *alternate*. Cette loi *abnormal attitudes* se décompose en deux phases :

- pour la première phase, la loi utilisée en tangage correspond à la loi *alternate* sans compensation automatique et avec uniquement la protection en facteur de charge. En roulis, c'est une loi *directe* avec autorité maximale qui est utilisée. Le lacet est contrôlé mécaniquement. Cette première phase doit faciliter pour l'équipage le retour à des attitudes plus usuelles.

- la seconde phase se déclenche lorsque l'avion est stabilisé et reste stabilisé pendant une certaine durée. La compensation automatique redevient disponible et la loi en lacet devient *alternate*.

Axe ► ▼ Loi globale	Tangage	Roulis	Lacet
<b>Normale</b>	<i>normale</i>	<i>normale</i>	<i>normale</i>
<b>Alternate</b>	<i>alternate</i>	<i>directe</i>	<i>alternate</i> ou <i>mécanique</i> <sup>1</sup>
- train sorti	<i>directe</i>	<i>directe</i>	<i>alternate</i> ou <i>mécanique</i> <sup>2</sup>
<b>Directe</b>	<i>directe</i>	<i>directe</i>	<i>alternate</i> ou <i>mécanique</i>
<b>Attitudes inusuelles</b>	<i>alternate</i>	<i>directe</i>	<i>mécanique</i>
- phase 2	<i>alternate</i>	<i>directe</i>	<i>alternate</i>

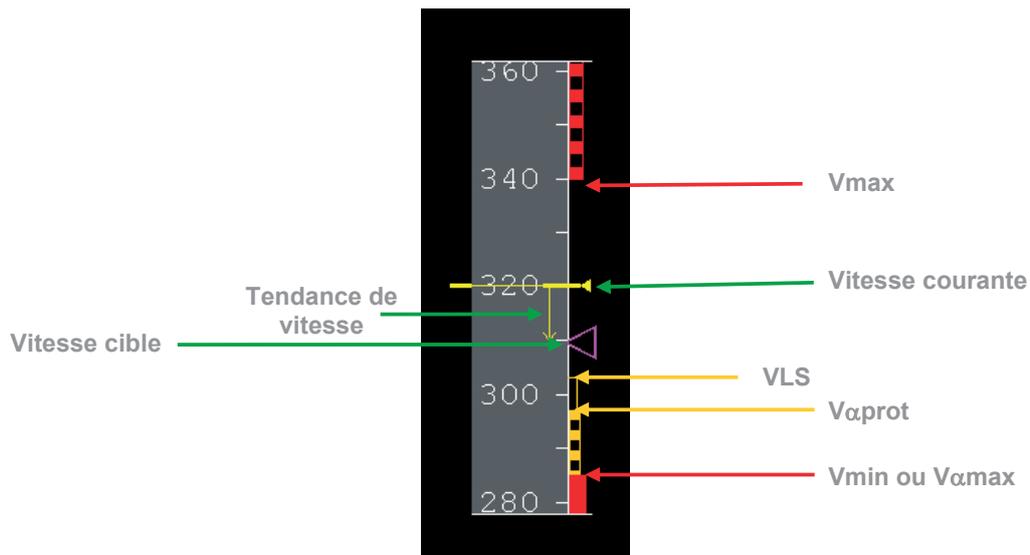
<sup>1</sup> en fonction des pertes de systèmes ayant amené le changement de loi  
<sup>2</sup> la loi en lacet reste la même qu'en train non sorti

### 1.6.8 Protections en incidence en loi *normale*

Lorsque l'avion décélère en deçà de VLS, l'incidence peut atteindre une valeur dite « alpha prot » ( $\alpha_{prot}$ ) et la compensation automatique à cabrer est alors arrêtée. Sans action sur le mini-manche, l'incidence reste à cette valeur.

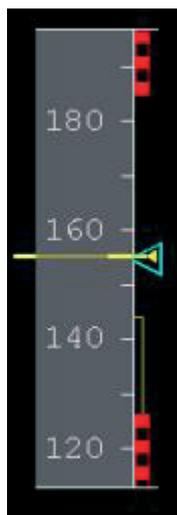
Si une action à cabrer sur le mini-manche est appliquée, la décélération est poursuivie. Lorsque l'incidence atteint une valeur dite « alpha floor » ( $\alpha_{floor}$ ), la poussée maximale disponible est appliquée automatiquement afin de regagner de l'énergie. Cette fonction alpha floor peut être désengagée par le pilote en déconnectant l'auto-poussée. D'autre part, s'il maintient le mini-manche en butée arrière, l'avion ne peut décélérer que jusqu'à une incidence limite dite « alpha max » ( $\alpha_{max}$ ). Sa vitesse ( $V_{min}$  ou  $V_{\alpha_{max}}$ ) est maintenue avec une pente adaptée. La valeur de cette incidence est inférieure à celle de l'incidence de décrochage.

Les vitesses caractéristiques correspondant aux protections alpha prot et alpha max sont calculées par les FAC et matérialisées sur le bandeau de vitesse du PFD. Elles sont fonction de la vitesse conventionnelle, de l'incidence, du Mach, de la configuration becs et volets et de la position des aérofreins.



Exemple de bandeau de vitesse du PFD en loi normale

En lois *alternate* ou *directe*, les protections en incidence en loi *normale* ne sont plus disponibles et l'alarme d'approche du décrochage devient active.

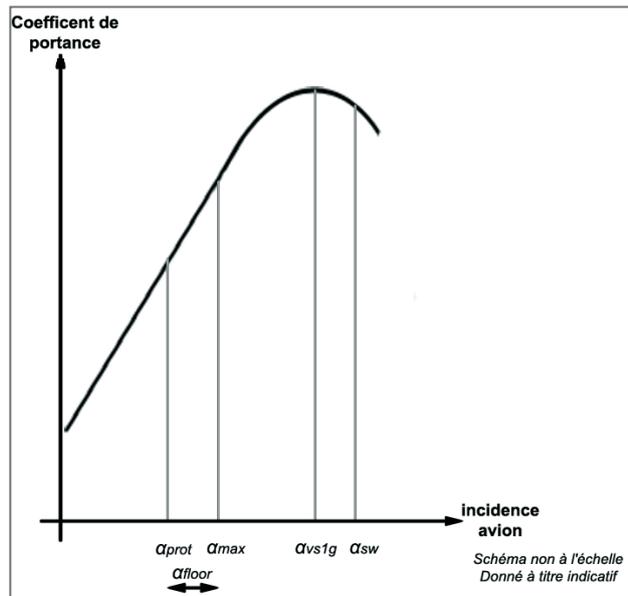


Exemples de bandeau de vitesse du PFD en loi alternate et directe

### 1.6.9 Alarme de décrochage

En loi *normale*, étant donné les protections disponibles, l'alarme de décrochage a été conçue pour éviter son activation avant ces protections en incidence et non pas pour apporter une protection supplémentaire. Aussi, cette alarme se déclenche en loi *normale* dès que la valeur d'incidence d'une des trois sondes atteint 23 degrés en configuration atterrissage, supérieure à l'incidence associée à  $V_{s1g}$ .

N.B. : pour une configuration donnée,  $V_{s1g}$  est la plus petite vitesse à laquelle l'avion peut développer une portance égale au poids de l'avion.



Protections en incidence et alarme de décrochage en loi normale

En loi *alternate* et *directe*, ce seuil est modifié afin de permettre le déclenchement de l'alarme de décrochage à une incidence inférieure à celle associée à  $V_{s1g}$ .

## 1.6.10 Informations d'incidence à bord de l'avion

### 1.6.10.1 Traitement des valeurs d'incidence

Trois ADIRU indépendantes sont présentes à bord de l'avion. Chacune est associée à une chaîne de mesure. La partie ADR de chaque ADIRU a pour fonction le traitement des mesures liées aux flux d'air, leurs corrections éventuelles et l'élaboration de paramètres de vol. Le traitement associé à l'incidence pour chaque sonde consiste à :

- vérifier la cohérence des signaux provenant de chaque résolveur utilisé,
- calculer une valeur d'*incidence locale* à partir des informations provenant de chaque résolveur utilisé,
- effectuer une comparaison entre les valeurs d'*incidence locale* des deux résolveurs utilisés,
- convertir la valeur de l'*incidence locale* (valeur issue d'un des deux résolveurs) en *incidence avion*.

Lors de l'envoi de l'information d'incidence aux autres calculateurs, chaque ADIRU indique la validité du paramètre calculé<sup>(6)</sup>.

### 1.6.10.2 Systèmes utilisant les valeurs d'incidence

Les FWC, les FAC, les ELAC et les SFCC reçoivent la valeur d'*incidence avion* fournie par chaque ADIRU. Le DMC reçoit les informations d'*incidences locales* et les transmet au système d'enregistrement de paramètres<sup>(7)</sup>. Seules les fonctions liées aux incidences sont décrites ci-après.

<sup>(6)</sup>Statut SSM (Sign Status Matrix)

<sup>(7)</sup>FDIU (Flight Data Interface Unit)

## **FWC**

Les FWC utilisent la valeur maximale des incidences valides pour générer l'alarme de décrochage. Le seuil de déclenchement de cette alarme dépend de la configuration de becs et volets et de la loi de pilotage en vigueur.

## **FAC**

Le calcul des vitesses caractéristiques et l'activation de la fonction alpha floor sont assurés par deux FAC. Les vitesses caractéristiques calculées par le FAC 1 (respectivement FAC 2) sont affichées au bandeau du PFD du commandant de bord (respectivement copilote).

Les valeurs d'incidence sont utilisées par chaque FAC pour les calculs :

- de la masse et de la position du centre de gravité,
- de VLS,
- des vitesses caractéristiques associées aux incidences  $\alpha_{prot}$ ,  $\alpha_{max}$  et  $\alpha_{W}$ ,
- de la pente air.

La fonction alpha floor ainsi que les alarmes basse énergie et cisaillement de vent sont également activées par les FAC à partir des valeurs d'incidence.

Les vitesses caractéristiques  $V_{\alpha prot}$ ,  $V_{\alpha max}$  et  $V_{\alpha sw}$  sont calculées à partir de la vitesse conventionnelle, de l'incidence, du Mach, de la position des aérofreins et de la configuration de becs et de volets. Ce calcul requiert au moins la validité d'un SFCC, d'une ADR et d'une IRS. La vitesse VLS est déterminée à partir de la masse calculée.

Si le calcul des vitesses caractéristiques n'est plus assuré par l'un des FAC<sup>(8)</sup>, les vitesses caractéristiques affichées sur les PFD sont celles calculées par le FAC restant. Les autres fonctions du FAC ne sont pas affectées.

Si le calcul des vitesses caractéristiques n'est plus assuré par les deux FAC, les directeurs de vol, les pilotes automatiques et l'auto-poussée sont déconnectés. Le drapeau « SPD LIM » est affiché en rouge en bas et à droite du bandeau de vitesse sur les PFD. Cela n'a pas d'influence sur la loi de commande de vol.

Un message « CHECK GW » est affiché en ambre au MCDU lorsque la différence entre la masse avion calculée par les FAC et la masse avion calculée par le FMS est supérieure à sept tonnes<sup>(9)</sup>. A l'apparition de ce message, l'équipage :

- doit vérifier la masse courante de l'avion au MCDU et la corriger si nécessaire,
- ne doit pas, si cette masse est correcte, tenir compte des vitesses caractéristiques calculées par le FAC et affichées aux bandeaux de vitesse des PFD (VLS, green dot, F, S, etc.) et doit utiliser les vitesses du QRH,
- doit, si la source de l'erreur semble provenir de la feuille de chargement, comparer les vitesses caractéristiques du FAC et du QRH et prendre en compte les plus appropriées.

<sup>(8)</sup>Le paramètre « FAC FAIL » de ce FAC est alors enregistré à la valeur « FAIL » par le FDR.

<sup>(9)</sup>Voir FCOM 4.06.20

## ELAC

Les deux ELAC calculent les lois de commande de vol et assurent le contrôle de la gouverne de profondeur, du stabilisateur horizontal et des ailerons. Les ELAC utilisent les valeurs d'incidence pour calculer la valeur estimée du dérapage et participent à l'élaboration des conditions d'activation des protections en incidence.

Les ELAC utilisent la valeur moyenne des *incidences avion* issues des sondes 1 et 2. En cas de rejet d'une des trois ADR, c'est la valeur moyenne des *incidences avion* des deux sondes restantes qui est utilisée. En cas de rejet de plus d'une ADR, la loi de commande de vol devient *alternate*.

## SFCC

Les SFCC utilisent les valeurs d'incidence pour la fonction *alpha lock* qui inhibe la rétraction des becs de la position 1 à la position 0 lorsque l'*incidence avion* dépasse un certain seuil.

### **1.6.11 Surveillance des valeurs d'incidence**

#### ADIRU

En palier rectiligne, lorsque le Mach est supérieur à 0,75, une comparaison entre l'assiette et l'incidence avion est effectuée par chaque ADIRU. Un message de maintenance de classe 3<sup>(10)</sup> est généré si la différence entre ces deux paramètres dépasse 0,6 degré.

#### FWC

Les FWC vérifient uniquement la validité des paramètres d'incidence reçus des ADIRU et n'effectuent pas de comparaison entre les valeurs d'*incidence avion* reçues.

#### FAC et ELAC

Les FAC et les ELAC vérifient la validité des paramètres d'incidence reçus des ADIRU. Les FAC et les ELAC comparent les valeurs d'incidence valides à la valeur médiane. Les ELAC vérifient également la cohérence de ces valeurs au sol entre 80 et 100 kt.

Un mécanisme de vote permet de rejeter la source d'information qui présente un écart avec les deux autres. Ce vote est transparent pour les pilotes, et le système est toujours capable d'assurer l'ensemble de ses fonctions lorsqu'une des valeurs est rejetée.

Ainsi, lorsque l'une des valeurs d'incidence est figée et valide, les FAC et les ELAC rejettent l'ADR correspondant dès que l'écart entre la valeur figée et la valeur médiane dépasse un certain seuil.

Lorsque deux valeurs d'incidence sont figées à la même valeur quasi-simultanément, cette valeur figée est utilisée : lors d'une éventuelle variation significative d'incidence, l'ADR qui fournit la valeur d'incidence non figée est rejetée. Un rejet d'ADR par les ELAC ou les FAC génère un message de

<sup>(10)</sup> Les messages de classe 3 ne sont pas présentés à l'équipage pendant le vol.

maintenance. Dans ce cas précis, le calcul des vitesses Valpha prot et Valpha max effectué par les FAC est erroné. Celles-ci sont alors proportionnelles à la vitesse conventionnelle<sup>(11)</sup>.

<sup>(11)</sup>Voir annexe 9.

### 1.6.12 Information de vitesse à bord de l'avion

L'avion possède trois tubes de Pitot et six prises de pression statique. Ces sondes sont équipées d'un système électrique de réchauffage destiné à éviter leur givrage. Les mesures pneumatiques sont converties en signaux électriques par huit ADM (Air Data Module) et fournies aux calculateurs sous cette forme.

La vitesse<sup>(12)</sup> conventionnelle (CAS) et le nombre de Mach sont les principales informations de vitesse utilisées par le pilote et les systèmes pour piloter l'avion.

<sup>(12)</sup>La vitesse est déduite de la mesure de la différence entre la pression totale (Pt), mesurée par un tube de Pitot, et la pression statique (Ps), mesurée par une prise de pression statique.

L'élaboration de ces paramètres est effectuée par trois chaînes de calcul indépendantes qui comprennent les capteurs utilisés, les systèmes de réchauffage et les ADIRU.

## 1.7 Conditions météorologiques

Une dépression centrée sur le nord du Maroc commandait un flux de sud-ouest modéré au FL 180 à fort au FL 300. Dans les basses couches de l'atmosphère, la dépression remontait vers le sud de l'Espagne et générait des vents d'est faibles sur la Catalogne. Elle entraînait deux petites ondes nuageuses de cumulus et de stratocumulus dont la base était à 3 300 ft et le sommet à environ 18 000 ft, donnant de faibles pluies sur Perpignan.

### 1.7.1 Messages significatifs

#### METAR de Perpignan

LFMP 271100Z 28004KT 240V360 9999 FEW045 08/M03 Q1023 NOSIG=  
LFMP 271400Z VRB02KT 9999 FEW033 BKN051 07/00 Q1019 NOSIG=  
LFMP 271500Z 28003KT 9999 -RA FEW033 BKN053 07/03 Q1018 NOSIG=  
LFMP 271600Z 30005KT 9999 FEW033 SCT043 BKN058 07/03 Q1018 NOSIG=

#### TAF de Perpignan

LFMP 271100Z 2712 / 2812 32010KT 9999 FEW040 BKN060 BECMG 2715 / 2717 SCT020 BKN040 TEMPO 2718 / 2803 8000 SHRA BECMG 2807 / 2809 32015G25KT FEW040=

### 1.7.2 Informations fournies à l'équipage

Le dossier de vol fourni à l'équipage contenait les informations suivantes :

- une TEMSI EURO SIGWX valable à 18 h 00 (cf. annexe 1) ;
- différentes cartes de vent en altitude (du FL 50 au FL 530) ;
- une liste de METAR et TAF correspondant au vol, dont ceux de Perpignan à 11 h 00.

### 1.7.3 Zone géographique où les valeurs d'incidence locale n'ont plus évolué

L'analyse des informations météorologiques, à proximité de la zone géographique où les valeurs d'incidence locale n'ont plus évolué (vers 15 h 05), révèle que :

- ❑ La masse d'air est relativement sèche (environ 50 % d'humidité) au FL 300 et encore plus sèche dans les niveaux supérieurs. Cela est confirmé par l'absence de nuages élevés dans cette zone.
- ❑ Les températures statiques calculées à partir des paramètres SSFDR sont aux alentours de - 50 °C.

### 1.7.4 Conditions météorologiques à Perpignan du 24 au 26 novembre 2008

Entre le 24 et le 26 novembre 2008 inclus, dates où le D-AXLA était sur l'aire de stationnement, à l'extérieur des hangars d'EAS Industries, les conditions météorologiques moyennes suivantes ont été observées :

- ❑ Températures moyennes comprises entre 4 et 12 °C ;
- ❑ Humidité moyenne comprise entre 56 et 67 % ;
- ❑ QNH moyen compris entre 998 et 1023 hPa ;
- ❑ Aucune précipitation ;
- ❑ Visibilité supérieure à 10 km.

## 1.8 Aides à la navigation

La procédure d'approche LANET - ILS 33 à Perpignan - Rivesaltes s'appuie sur les moyens de radionavigation suivants :

- ❑ un locator (PL sur la fréquence 351 kHz) ;
- ❑ un ILS en piste 33 (PL sur la fréquence 111,75 MHz) associé au DME co-implanté avec le glide ; le faisceau du localizer est dans l'axe ; le glide a une pente de 5,2 % ;
- ❑ un VOR (PPG sur la fréquence 116,25 MHz) co-implanté avec le DME.

## 1.9 Télécommunications

### 1.9.1 Centres de contrôle en route

L'équipage a été en contact avec le CRNA sud-ouest puis avec le CRNA sud-est. Juste avant le premier appel de l'équipage sur sa fréquence, le contrôleur du CRNA sud-ouest a contacté par téléphone la contrôlease de Perpignan. Il lui a demandé si l'équipage avait les autorisations pour faire un vol d'essais. Dans la matinée, il avait déjà eu en fréquence un équipage d'un avion avec un indicatif similaire qui effectuait « un vol d'essai déguisé » et qui avait demandé à effectuer plusieurs manœuvres (cf. paragraphe 1.18.3). Elle a ajouté que les vols à l'issue d'opérations d'entretien devaient faire l'objet d'une demande mais que c'était rarement le cas.

## 1.9.2 Services de contrôle de Perpignan

### ***Appel téléphonique à la tour de contrôle de Perpignan***

A son arrivée à Perpignan, le commandant de bord a contacté par téléphone les services de la navigation aérienne. Il a exposé son projet de réaliser un vol, qu'il qualifie d'essai et de réception, d'effectuer une approche interrompue à Perpignan suivie d'un vol à destination de Francfort. Il a demandé s'il existait un espace aérien dédié pour effectuer ce vol. En vérifiant son plan de vol, le contrôleur l'a informé que seuls les vols d'essais s'effectuant en palier suivant les routes spécifiées au plan de vol étaient normalement acceptés. Le contrôleur a supposé que le plan de vol avait été rempli par EAS Industries et que le but du vol était identique à celui du vol effectué le matin (cf. paragraphe 1.18.3). La transcription figure en annexe 2.

### ***Informations ATIS sur 127,875 MHz***

#### Information disponible au départ de Perpignan

Information GOLF, enregistrée à 14 h 00 : approche VOR DME ILS piste 33, piste 33 en service, niveau de transition 050, péril aviaire, vent calme, visibilité 10 km, FEW 3300, BKN 5100, température 7 °C, température du point de rosée 1 °C, QNH 1019 hPa, QFE 1014 hPa.

#### Information disponible au retour vers Perpignan

Information HOTEL, enregistrée à 15 h 00 : approche VOR DME ILS piste 33, piste 33 en service, niveau de transition 050, péril aviaire, vent calme, visibilité 10 km, pluie faible, FEW 3300, BKN 5300, température 7° C, température du point de rosée 3°C, QNH 1019 hPa, QFE 1013 hPa.

### ***Approche sur 120,75 MHz***

Lorsque l'équipage du D-AXLA contacte la contrôleuse d'approche à 15 h 33 min 34, quatre avions sont déjà en fréquence :

- Un avion de tourisme au FL 105 en VFR qui transite de l'aérodrome de Montpellier vers celui de Pau. La contrôleuse d'approche transfère l'équipage sur la fréquence de Toulouse Information trente cinq secondes après le premier contact de l'équipage du D-AXLA.
- Un avion de tourisme en VFR évoluant entre 1 000 ft et 3 000 ft entre les points N et E de la zone de contrôle (CTR) de Perpignan.
- Un avion d'école en IFR à 4 000 ft en attente à PPG.
- Un B737, indicatif RYR936F en approche LANET-ILS pour la piste 33 à Perpignan.

### ***Tour sur 118,30 MHz***

La contrôleuse d'approche a demandé à l'équipage de contacter le contrôleur tour à 15 h 45 min 45. L'équipage n'a ni répondu à cette demande ni contacté le contrôleur tour.

## 1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome de Perpignan - Rivesaltes est un aérodrome contrôlé, ouvert à la circulation aérienne publique, situé à quatre kilomètres au nord-ouest de la ville de Perpignan. Il est rattaché à la direction de l'aviation civile sud-est pour les services aéroportuaires et au service de la navigation aérienne sud-est pour les services de la navigation aérienne.

L'aérodrome dispose d'une piste revêtue 15/33 de 2 500 m x 45 m et d'une piste revêtue 13/31 de 1265 m x 20 m. Son altitude de référence est de 144 ft.

Le niveau de protection des services de sécurité sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronef est de 7 (classification OACI) durant les horaires de fonctionnement des services de la circulation aérienne<sup>(13)</sup>.

## 1.11 Enregistreurs de bord

Conformément à la réglementation, l'avion était équipé d'un enregistreur phonique (SSCVR) et d'un enregistreur de paramètres (SSFDR).

### 1.11.1 Enregistreur phonique

Le SSCVR était un enregistreur protégé capable de restituer au moins les deux dernières heures d'enregistrement :

- Marque : Allied Signal (Honeywell)
- Numéro de type : 980-6022-001
- Numéro de série : 1424

Les pistes suivantes sont enregistrées :

- sur trente minutes, VHF et microphone à bouche du commandant de bord (place gauche),
- sur trente minutes, VHF et microphone à bouche du copilote (place droite),
- sur trente minutes, VHF et public address,
- sur deux heures, microphone d'ambiance (CAM),
- sur deux heures, pistes 1, 2 et 3 mixées.

Un signal FSK codant l'heure UTC est enregistré sur les pistes 3 et 5.

### 1.11.2 Enregistreur de paramètres

Le SSFDR était un enregistreur protégé capable de restituer au moins les vingt-cinq dernières heures d'enregistrement :

- Marque : Honeywell
- Numéro de type : 980-4700-042
- Numéro de série : 11270

### 1.11.3 Lecture des données

Le SSCVR et le SSFDR, placés sous scellés, ont été remis au BEA par un officier de police judiciaire le dimanche 30 novembre 2008.

La balise ULB<sup>(14)</sup> du SSCVR n'était plus attachée à l'enregistreur.

<sup>(13)</sup>Du lundi au vendredi de 4 h 30 à 21 h 30, le samedi de 4 h 30 à 20 h 00 et le dimanche de 5 h 30 à 21 h 30. En hiver, il convient d'ajouter une heure à ces horaires.

<sup>(14)</sup>La balise ULB (Underwater Locator Beacon) attachée à l'enregistreur est une balise acoustique qui se déclenche au contact de l'eau et émet sur la fréquence 37,5 kHz. Elle doit permettre la localisation de l'enregistreur lors de la recherche des enregistreurs.

Les cartes électroniques contenant les données enregistrées des modules protégés ont été extraites. Ces cartes ont été nettoyées puis séchées. Les tentatives de lecture menées sur plusieurs équipements indépendants n'ont pas permis de récupérer de données.

Les cartes électroniques ont été alors replacées sous scellés. Elles ont été examinées chez Honeywell, constructeur de l'enregistreur, aux Etats-Unis les 5 et 6 janvier 2009 dans le cadre d'une commission rogatoire internationale. Des courts-circuits ont été mis en évidence sur les cartes. Leur suppression a permis la lecture complète des données. Les enregistrements sont de bonne qualité et l'intégralité du vol y figure.

Des courbes de paramètres figurent en annexe 3. La transcription de l'enregistrement du SSCVR est jointe en annexe 4.

Les enregistrements ont été synchronisés en temps UTC d'après les paramètres *Master Caution, Master Warning, heure BCD GMT, minute GMT, seconde GMT*.

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

La violence de l'impact a provoqué la dislocation de l'avion. Les débris reposent à environ cinq kilomètres des côtes. La zone de dispersion mesure 700 x 400 m. La profondeur est comprise entre 30 et 50 mètres.

## **1.13 Renseignements médicaux et pathologiques**

Les examens pratiqués sur les victimes n'apportent pas d'informations utiles à la compréhension de l'accident.

## **1.14 Incendie**

Il n'y a pas eu d'incendie.

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

Les débris de l'avion et leur dispersion témoignent de la violence du choc avec la surface de l'eau. Dans de telles conditions, l'accident n'offrait aucune chance de survie.

## **1.16 Essais et recherches**

### **1.16.1 Sondes d'incidence**

#### **1.16.1.1 Aspects réglementaires**

Le certificat de type de l'A320-232 a été délivré par la DGAC le 28 septembre 1993. L'A320 répond aux exigences du règlement de navigabilité en vigueur au moment de la demande de certification de type, en l'occurrence le JAR25 change 11, ainsi qu'à des conditions spéciales émises par la DGAC. Les équipements installés sur l'A320 sont ainsi développés en respect des exigences réglementaires fixées dans la partie F du JAR 25.

<sup>(15)</sup>Technical Standard Order C54, émis par la FAA, relatif aux équipements d'alerte de décrochage, d'octobre 1961.

<sup>(16)</sup>Ces spécifications englobent ou font référence aux normes de qualification de l'équipement, mais peuvent aller au-delà ou considérer des points non traités dans les normes.

Pour assurer la conformité avec ces exigences, les niveaux minimaux de performances applicables à chaque équipement, dans toutes les conditions opérationnelles spécifiées, sont définis dans des normes techniques de qualification de l'équipement, s'il en existe, en l'occurrence le TSO C54<sup>(15)</sup> pour les sondes d'incidence.

A partir de ces exigences réglementaires et de ces normes, le constructeur de l'avion élabore des spécifications techniques<sup>(16)</sup> pour chacun des équipements de l'avion. Pour les sondes d'incidence, ces spécifications comprennent les caractéristiques physiques (forme, poids, résistance aux chocs, etc.), électriques, le degré de fiabilité recherché ainsi que les conditions environnementales.

L'équipementier atteste de l'adéquation de son équipement aux exigences réglementaires ainsi qu'aux spécifications demandées par le constructeur par un document dénommé déclaration de conception et de performances. Ce document doit comporter entre autres la référence des rapports d'essais effectués ainsi qu'une attestation de conformité au niveau de performances minimal applicable.

Les sondes d'incidence Goodrich 0861ED installées sur le D-AXLA ont obtenu de la part de la FAA la conformité au standard TSO C54 en septembre 1997. Elles répondent aux spécifications demandées par Airbus et sont approuvées pour être installées sur la famille A319/A320/A321.

Note : l'ETSO (« spécification technique européenne ») C54, émis par l'AESA en octobre 2003, reprend de manière identique le contenu du TSO C54, émis par la FAA, d'octobre 1961.

### **1.16.1.2 Imperméabilité des sondes d'incidence**

#### *Niveau de performance minimal*

Les critères pour assurer la conformité au niveau de performance minimal défini par le TSO C54 sont exposés dans un standard de performance applicable aux équipements d'alerte de décrochage (document SAE Aerospace AS 403 A d'octobre 1952, révisé en juillet 1958). Concernant l'imperméabilité des sondes d'incidence, ce standard de performances requiert que l'équipement d'alerte de décrochage continue de fonctionner correctement lorsqu'il est soumis à de la pluie et à un givrage modéré.

#### *Tests environnementaux*

Pour répondre à ces critères, chaque équipement doit répondre de manière satisfaisante à des tests environnementaux (température, altitude, vibrations, imperméabilité...). Le but de ces tests est de déterminer, en laboratoire, les caractéristiques et les performances des équipements dans des conditions représentatives de celles rencontrées en opération. Les tests environnementaux du standard international RTCA DO 160 C ont été utilisés dans le cadre de la qualification des sondes d'incidence de numéro de type 0861ED pour équiper les avions de la famille A320. Ce standard définit des catégories pour chaque condition d'environnement en fonction des caractéristiques d'utilisation de chaque équipement. Les tests d'imperméabilité sont décorrélés des tests de givrage.

Pour les tests d'imperméabilité, quatre catégories de tests sont prévues pour déterminer si un équipement peut résister aux effets d'eau aspergée ou tombée sur l'équipement :

- ❑ Catégorie X : pour les équipements qui sont installés dans des endroits où ils ne sont pas soumis à des précipitations d'eau.
- ❑ Catégorie W : pour les équipements installés dans des endroits où ils peuvent être soumis à des précipitations d'eau en opérations.
- ❑ Catégorie R : pour les équipements installés dans des endroits où ils peuvent être soumis à un écoulement d'eau ou à une pulvérisation d'eau sous un angle quelconque selon le standard RTCA DO 160 C. Les équipements qui répondent aux conditions du test associé à cette catégorie répondent également au test associé à la catégorie W.
- ❑ Catégorie S : équipements installés dans des endroits où ils peuvent être soumis à des jets de fluides tels que ceux rencontrés lors des opérations de dégivrage, de lavage ou de nettoyage.

#### *Niveau de performances des sondes d'incidence*

Les spécifications élaborées par Airbus prévoient que les sondes d'incidence satisfassent au test d'imperméabilité correspondant à la catégorie W du standard RTCA DO 160 C, cohérent avec le critère d'imperméabilité indiqué défini par le TSO C54.

Les sondes d'incidence de marque Goodrich et de numéro de type 0861ED satisfont au test d'imperméabilité correspondant à la catégorie R, et donc à la catégorie W.

#### *Procédure de test d'imperméabilité selon le RTCA DO 160 C*

Pour satisfaire aux conditions correspondantes à la catégorie R, l'équipement doit être installé de manière représentative de sa position sur l'avion. L'équipement est ensuite alimenté électriquement et soumis à une pulvérisation d'eau. Le jet doit être dirigé perpendiculairement à la zone la plus vulnérable de l'équipement<sup>(17)</sup>. Chaque zone testée doit être soumise à un jet pendant au moins quinze minutes. Le jet doit être appliqué au maximum à 2,5 m de la zone. La pression en sortie du dispositif d'arrosage doit être environ 200 kPa et le débit de 450 l/h. A l'issue du test, aucune trace d'eau ne doit être présente à l'intérieur de l'équipement.

#### *Test d'imperméabilité effectué dans le cadre de la qualification des sondes d'incidence*

D'après le rapport de test d'imperméabilité effectué dans le cadre de la qualification des sondes d'incidence 0861ED, le jet d'eau est dirigé sur les girouettes, selon les axes correspondant aux axes longitudinal et latéral de l'avion.

La plaque de fixation utilisée lors des tests de qualification est positionnée de manière différente par rapport à celle installée sur avion (cf. annexe 5). Goodrich ne disposait pas, au moment des tests effectués dans le cadre de

<sup>(17)</sup>Tel que mentionné dans le standard de performance applicable à l'équipement, en l'occurrence le standard SAE Aerospace AS 403 A.

la qualification des sondes, de plaques de fixation similaires à celles utilisées en exploitation. Aucune indication d'installation des sondes d'incidence ne figure dans les spécifications techniques Airbus fournies à Goodrich en vue de la qualification de ces sondes.

Pendant l'enquête, en avril 2010, le test d'imperméabilité (catégorie R du document RTCA DO 160 C) a été effectué par Goodrich avec une sonde d'incidence et une plaque de fixation identique à celle installée sur A320. A l'issue du test, l'intérieur de la sonde ne présentait aucune trace d'eau.

### **1.16.1.3 Analyses de panne**

L'analyse de panne des sondes d'incidence<sup>(18)</sup> réalisée par Goodrich décrit les modes de panne des sondes, les effets de ces pannes ainsi que la probabilité de leur occurrence dans le cadre des spécifications des sondes. Elle prévoit les pannes de chaque composant de la sonde et des endommagements de la girouette à l'aire de stationnement.

Dans le cadre de la conformité au JAR25.1309 en vue de la certification de type, une analyse de panne doit être effectuée par le concepteur de l'avion pour l'ensemble du système d'acquisition des données aérodynamiques. L'analyse de panne du système d'acquisition de l'incidence se base sur celle de la sonde et des systèmes associés de la sonde et considère en particulier :

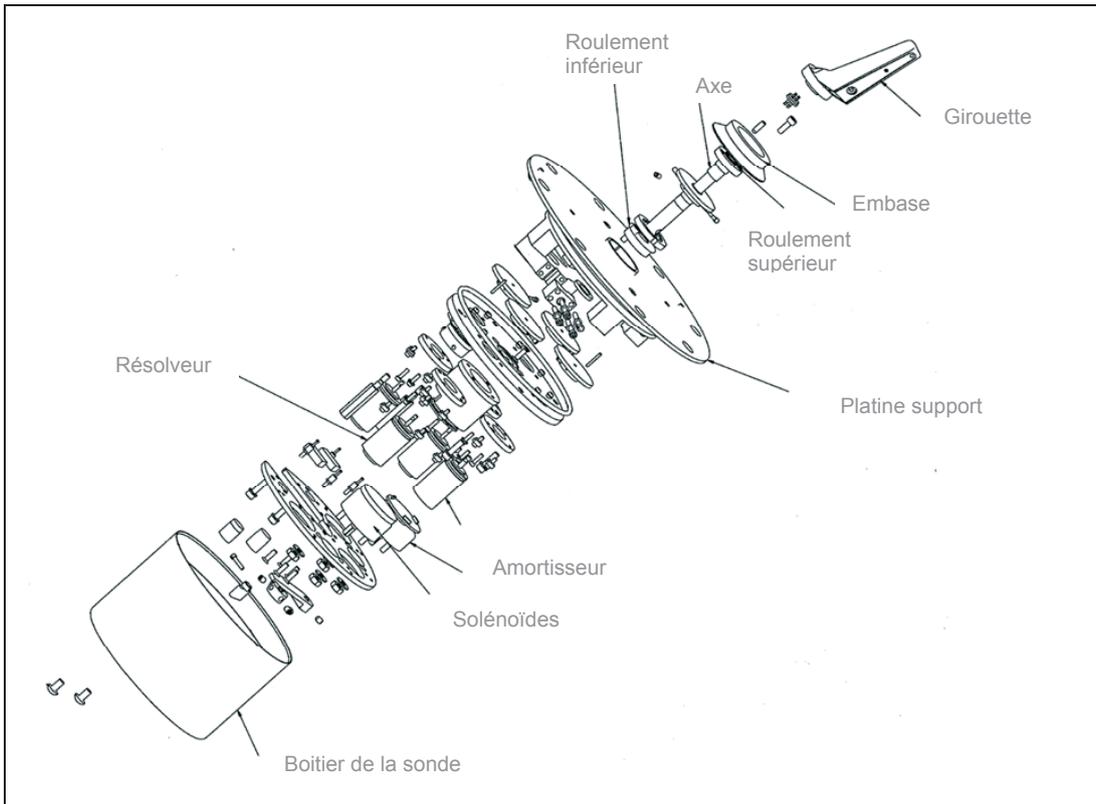
- ❑ des blocages mécaniques d'une, deux ou trois sondes à des vitesses faibles,
- ❑ l'endommagement d'une sonde d'incidence amenant l'ADR associée à fournir une valeur d'incidence erronée qui peut conduire à une fausse alarme de décrochage.

### **1.16.1.4 Composition de la sonde**

Chaque sonde est composée des cinq sous-ensembles :

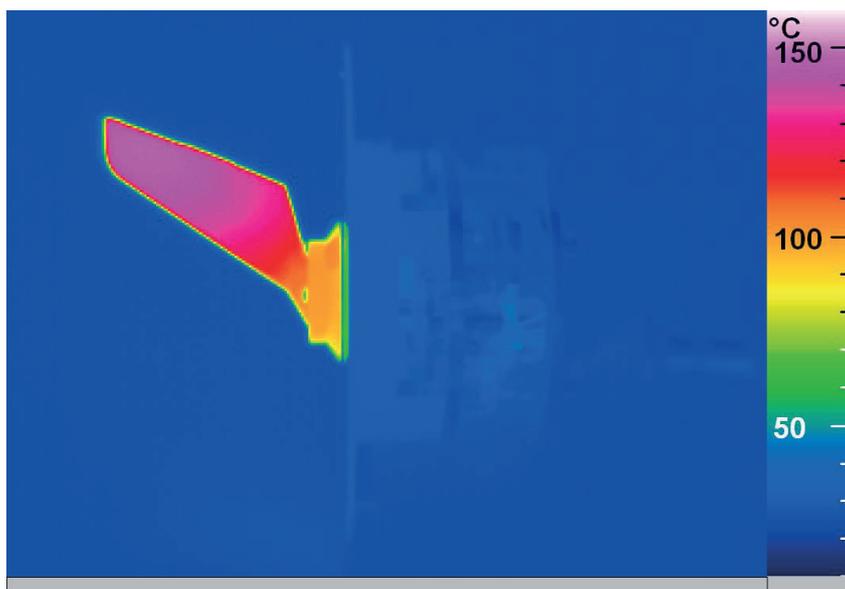
- ❑ **Sous-ensemble comprenant une girouette réchauffée, une embase et un axe.** Il est libre en rotation et se positionne dans le vent relatif. La girouette est équipée d'un dispositif électrique de dégivrage et d'antigivrage. Le mouvement de rotation est transmis à trois résolveurs électriques à l'aide d'un train d'engrenages. Deux résolveurs modulent chacun deux signaux électriques en fonction de la position de la girouette. Le troisième résolveur est inutilisé.
- ❑ **Platine support.** Elle permet de lier l'ensemble mobile et l'ensemble fixe à l'aide de deux roulements à billes (supérieur et inférieur) lubrifiés, dont les corps roulants sont isolés par des flasques d'étanchéité souples. Le montage en labyrinthe doit prévenir l'absorption d'eau et permettre à la sonde de « respirer ».
- ❑ **Corps.** Il contient l'amortisseur, permettant la stabilisation de la girouette, et les trois résolveurs. Ces derniers fournissent un signal en courant alternatif proportionnel à l'angle mesuré par la girouette.
- ❑ **Support de roulement arrière.** Il permet l'accès aux résolveurs ainsi qu'au réglage de l'amortisseur.

- ❑ **Système d'autotest.** Il est composé de deux solénoïdes qui agissent sur la girouette pour l'orienter selon une position prédéterminée.



### 1.16.1.5 Mesures de température

L'image thermique ci-dessous, prise avec une caméra infrarouge, montre la répartition de températures d'une sonde d'incidence neuve dont le système de réchauffage et les résolveurs sont alimentés depuis cinq minutes dans des conditions ambiantes.



Cette image thermique ne permet pas de connaître la température à l'intérieur du corps de la sonde.

<sup>(19)</sup>Voir paragraphe 1.6.6.1 pour les définitions des différentes incidences.

#### **1.16.1.6 Valeurs d'incidence**

Les valeurs d'*incidence avion*<sup>(19)</sup> des sondes 1 et 2 élaborées à partir des valeurs d'*incidence locale* enregistrées par le SSFDR ont été comparées avec l'*incidence calculée* (cf. annexe 6).

Du décollage jusqu'au palier au FL 320, les valeurs d'incidence varient de manière cohérente avec les évolutions de l'avion. A partir de 15 h 04 environ, les valeurs d'*incidence locale* 1 et 2 restent figées à des valeurs quasi-identiques et ne varient plus jusqu'à la fin du vol.

L'*incidence calculée* commence à dévier significativement des valeurs d'*incidence corrigée* vers 15 h 06 lors d'un nouveau changement de niveau.

Ainsi, les valeurs d'*incidence locale* des sondes 1 et 2 se sont figées entre 15 h 04 et 15 h 06 et jusqu'à la fin du vol. A partir de cette période, les valeurs des *incidences corrigées* fournies par les ADR 1 et 2 aux autres systèmes sont quasi-identiques.

Il n'a pas été possible de déterminer si la sonde d'incidence 3, dont la position n'est pas enregistrée par le FDR, s'est également bloquée au cours du vol. Toutefois, à 15 h 45 min 05 s, la sonde d'incidence 3 fonctionnait correctement puisqu'elle a déclenché l'alarme de décrochage.

#### **1.16.1.7 Examens des sondes d'incidence**

La sonde d'incidence 3 n'a pas été retrouvée. Les sondes d'incidence 1 et 2 ont été remontées à la surface et transportées sous-contrôle judiciaire pour faire l'objet d'examens au Centre d'Essais des Propulseurs (Saclay). Un compte-rendu détaillé figure en annexe 7.

L'examen des deux sondes montre notamment que :

- ❑ Les deux sondes d'incidence ont été endommagées lors de la collision avec la surface de la mer. Il n'y a aucune défaillance mécanique antérieure à l'impact avec la surface de la mer susceptible d'avoir bloqué les sondes d'incidence. La pression de l'eau, par 30 mètres de profondeur, a favorisé l'admission de sable, de vase et de débris marins à l'intérieur du boîtier des sondes d'incidence, y compris dans la sonde 1 dont le boîtier n'a pas été fracturé à l'impact.
- ❑ Les fragments de composite de couleur blanche et rouge retrouvés à l'intérieur du boîtier de la sonde d'incidence 2 sont manifestement étrangers à la sonde.
- ❑ Les particules translucides de polyester (de type téréphtalate) retrouvés à l'intérieur du boîtier de la sonde d'incidence 2 ne proviennent ni des peintures ni des produits de masquage utilisés lors des opérations d'entretien et de peinture par EAS Industries. L'introduction de ces particules est consécutive à l'accident.
- ❑ Les examens et les tests électriques effectués sur les circuits d'alimentation et sur les résolveurs ne délivrent aucun indice pouvant laisser supposer que les sondes d'incidence étaient défaillantes ou bloquées en rotation avant l'accident.

- ❑ La peinture blanche déposée sur le dessus du boîtier des deux sondes et sur l'embase de leurs girouettes est une peinture polyuréthane de finition mais il n'est pas attesté que ce dépôt provienne des opérations de peinture chez EAS Industries. Cette peinture blanche autour de l'embase des girouettes ne s'est pas étendue sous la surface couverte de ces embases vers l'évidement central de l'entrée des sondes. De plus, l'épaisseur de cette peinture est plus faible que le jeu entre le pied de la girouette et la surface fixe en vis-à-vis, de sorte qu'aucun contact ou frottement n'a pu perturber la rotation des girouettes.
- ❑ La plaque de fixation de la sonde d'incidence 1, restée associée à la sonde et au fragment de panneau, montre la présence d'application d'une peinture de couleur jaune sous la peinture blanche. Cette peinture jaune, qui correspond à celle d'une des livrées précédentes de l'avion, est également visible sous la peinture blanche d'un secteur du fuselage encadrant cette plaque de fixation.



ZK-OJL (immatriculation précédente du D-AXLA) aux couleurs de Freedom Air Limited  
(source Air New Zealand)

- ❑ Les joints toriques d'étanchéité entre le flasque supérieur et la bordure du corps de chaque sonde ne présentent aucune trace d'endommagement.
- ❑ Le trou circulaire, situé dans la partie basse de la plaque, n'est pas obstrué (ce trou de 4,8 mm de diamètre fait office de drain, permettant l'évacuation d'eau).

#### **1.16.1.8 Détection de valeurs d'incidence figées par analyse des vols**

Une analyse des vols du D-AXLA du 15 février 2007 au 25 octobre 2008 à partir des enregistrements de paramètres de vol des enregistreurs de maintenance n'a fait apparaître aucune anomalie liée aux sondes d'incidence et aux systèmes associés.

L'analyse des vols enregistrés par le SSFDR du 2 novembre 2008 au 3 novembre 2008 ne montre également aucune anomalie.

Une analyse des vols des A320 de la flotte d'Air New Zealand a été effectuée sur une période de douze mois. Elle a permis de détecter des valeurs d'incidence qui se figeaient pendant certains vols. Elles proviennent d'une sonde d'incidence (de même type que celle équipant le D-AXLA) d'un des A320. Cette sonde a été prélevée et a fait l'objet de tests pour déterminer l'origine de son dysfonctionnement (cf. paragraphe 1.16.1.9).

### 1.16.1.9 Tests de sondes d'incidence

L'objet de ces tests était de:

- ❑ vérifier sur banc (Goodrich) si de l'eau peut pénétrer à l'intérieur d'une sonde du même type que celle montée sur le D-AXLA après avoir été exposée à un jet d'eau sous pression<sup>(20)</sup> et si cette eau peut conduire à un blocage de la sonde dans certaines conditions ;
- ❑ déterminer les conséquences de la pénétration d'eau à l'intérieur d'une sonde d'incidence en conditions de vol réelles (Airbus) ;
- ❑ déterminer l'origine du dysfonctionnement d'une sonde prélevée sur un avion en service d'Air New Zealand (cf. paragraphe 1.16.1.8).

#### 1.16.1.9.1 Tests d'une sonde d'incidence neuve sur banc

Une sonde d'incidence neuve a tout d'abord fait l'objet d'un test de contrôle et d'acceptation des sondes d'incidence (ATP, Acceptance Test Procedure). Il n'a révélé aucune valeur hors tolérance.

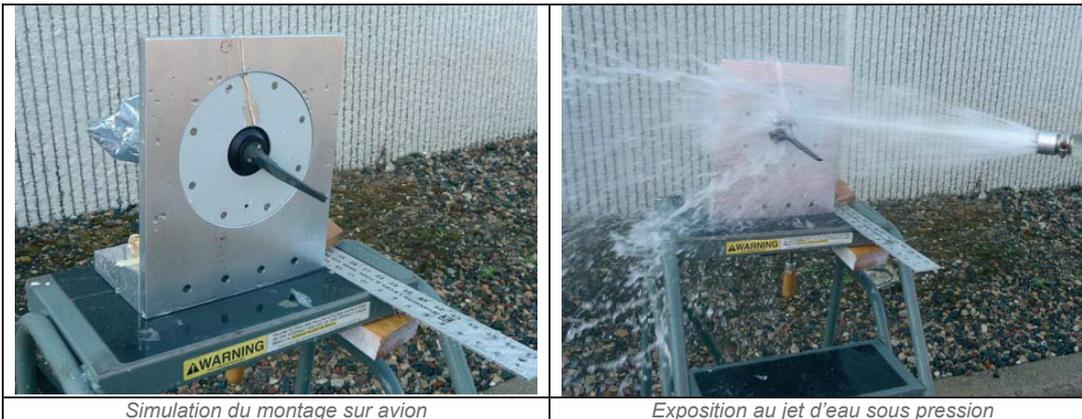
Des tests de friction en chambre climatique sans alimentation électrique du système de réchauffage ont ensuite été réalisés (test A correspondant au paragraphe 5.2 du protocole figurant en annexe 8).



Enfin, la sonde d'incidence a été montée sur un panneau reproduisant un panneau fuselage avion. Elle a été exposée à un jet d'eau à 270 kPa<sup>(21)</sup> à une distance de 30 cm suivant toutes les directions inscrites dans un cône à  $\pm 45$  degrés centré sur l'axe perpendiculaire à la face de la sonde, pendant cinq minutes. Sans être démonté, l'ensemble a été déposé dans une chambre climatique simulant les conditions de température (- 54 °C) et d'altitude pression régnant au FL 350 en atmosphère standard (test B correspondant au paragraphe 6.3 du protocole). Le système de réchauffage de la sonde d'incidence n'était pas alimenté pendant la mise en conditions de température et de pression dans la chambre climatique.

<sup>(20)</sup>Il ne s'agissait pas de reproduire une simulation d'opération de rinçage mais de vérifier si de l'eau pouvait rentrer à l'intérieur du boîtier.

<sup>(21)</sup>L'objectif était d'obtenir une valeur de 300 kPa qui n'a pu être atteinte en raison des caractéristiques de l'embout.



N.B. : ce test d'exposition à l'eau est différent du test de qualification des sondes (cf. paragraphe 1.16.1.1) et plus contraignant.

### Résultats du test A

Les mesures de friction à - 20 °C, - 30 °C et - 54 °C sont dans les tolérances de remise en service des sondes d'incidence. Ce test n'a par conséquent pas été reconduit en alimentant le système de réchauffage.

### Résultats du test B

A - 54 °C, système de réchauffage non alimenté, la girouette est bloquée.

Par la suite, le système de réchauffage a été alimenté électriquement. Les mesures de friction effectuées à - 54 °C, - 20 °C, - 10 °C et - 2 °C montrent que la girouette reste bloquée

L'ouverture du corps de la sonde d'incidence a révélé la présence d'une quantité d'eau significative (sous forme de glace ou liquide) susceptible de bloquer les parties tournantes (roulements et contre poids de la girouette).



Après drainage de l'eau et séchage des cartes électroniques à l'air comprimé, la sonde a été replacée dans la chambre et la température a été abaissée à - 20 °C sans alimentation électrique du système de réchauffage. Le blocage de la sonde a pu être observé à nouveau.

Ce test, agressif, au-delà des exigences du TSO C54, montre que :

- ❑ l'exposition d'une sonde à un jet d'eau sous pression peut conduire à l'intrusion d'eau dans le corps de la sonde ainsi qu'à son blocage par givrage des parties tournantes, lors de l'exposition à des températures négatives sans alimentation du réchauffage.
- ❑ une faible quantité d'eau présente dans les roulements suffit également à bloquer l'ensemble tournant dans ces conditions.

#### 1.16.1.9.2 Tests en vol

Airbus a proposé la réalisation de deux vols d'essai reproduisant le profil du vol de l'accident.

##### **Premier vol**

Il a été réalisé après avoir appliqué les procédures Airbus de nettoyage sur la sonde 1<sup>(22)</sup> et de rinçage après décapage sur la sonde 2 (cf. paragraphe 1.17.3.1).

Lors du vol, les sondes d'incidence ont fonctionné de manière nominale. Leur démontage à l'issue du vol n'a pas révélé la présence d'eau à l'intérieur du boîtier.

##### **Second vol**

Pour le second vol, la sonde 1 a été équipée de six capteurs de température<sup>(23)</sup> (cf. annexe 9) afin d'enregistrer les températures à différents endroits à l'intérieur de son corps.

La sonde 2 a été exposée à un jet d'eau, sans protection, dans des conditions similaires au test réalisé chez Goodrich (cf. 1.16.1.9.1). Le jet a été appliqué, avec l'outil d'arrosage qui a servi lors des tests réalisés chez Goodrich (non préconisé par Airbus pour les procédures de nettoyage), selon un mouvement de va-et-vient sur et autour de la sonde, en restant dans un cône à  $\pm 45$  degrés centré sur l'axe perpendiculaire à la face de la sonde.



La température au décollage était d'environ + 8 °C. En passant le FL 300 en montée, environ vingt-trois minutes après le décollage, la sonde 2 s'est figée à la valeur de + 1 degré tandis que les sondes 1 et 3 indiquaient des valeurs cohérentes avec la phase de vol. La SAT était de - 51 °C, la TAT était

<sup>(22)</sup>L'application de bande adhésive à la base de l'équipement de protection a toutefois été volontairement omise.

<sup>(23)</sup>Cinq I-buttons et un capteur de température en platine (PT100) installé à proximité du roulement à billes supérieur.

de - 26 °C et la température enregistrée par le capteur de température situé à proximité du roulement supérieur de la sonde 1 était de - 15 °C. La sonde 2 a commencé à se débloquer de manière progressive cinquante-et-une minutes plus tard. La SAT était de + 2 °C, la TAT de + 4,75 °C et la température proche du roulement supérieur de + 4,5 °C,. La position angulaire délivrée par la sonde d'incidence 2 est redevenue nominale 1 min 32 s plus tard alors que la SAT était de + 1,75 °C, la TAT + 9,5 °C et la température proche du roulement supérieur de + 5,5 °C. L'annexe 9 présente l'évolution de certains paramètres du vol, dont les températures à l'intérieur du boîtier.

Le démontage du boîtier de la sonde 2 a confirmé la présence à l'intérieur d'une faible quantité d'eau. La différence entre les volumes d'eau retrouvés à l'intérieur du boîtier lors des tests chez Goodrich et à l'issue de ce vol peut s'expliquer par la différence d'application du jet d'eau sur les sondes d'incidence. Lors des tests réalisés chez Goodrich, le jet d'eau visait quasiment en permanence la sonde d'incidence alors que dans le cadre des tests en vol, il a été appliqué avec un mouvement de va-et-vient sur et autour de la sonde.

Lors des deux vols, le système de réchauffage des sondes d'incidence était en fonctionnement.

#### *1.16.1.9.3 Tests effectués sur la sonde d'incidence fournie par Air New Zealand*

Une tomographie de cette sonde a été réalisée et a révélé l'endommagement du joint torique d'étanchéité entre le flasque supérieur et la bordure du corps.



Tomographie de la sonde  
En vert, le joint torique d'étanchéité.  
La couleur rouge représente une densité moindre de matière

La sonde d'incidence a fait l'objet d'un test ATP :

- ❑ le test de précision était hors tolérance pour le résolveur 2,
- ❑ le test de friction statique était à la limite haute de la tolérance,
- ❑ lors du test de taux de fuite, le différentiel de pression de 10 PSI n'a pu être atteint en raison de la détection d'un taux de fuite du boîtier trop important,
- ❑ les autres tests n'ont révélé aucune autre valeur hors tolérance.

### Résultats du test A

Les mesures de friction à - 20 °C, - 30 °C et - 54 °C montrent une augmentation de la friction de la girouette tout en restant dans les tolérances de remise en service des sondes d'incidence. Ce test n'a pas été reconduit en alimentant les résolveurs et le système de réchauffage.

La tomographie a montré que le joint d'étanchéité du corps de la sonde était endommagé. Ceci a été confirmé par le démontage de la sonde. Des contaminants, parmi lesquels de la graisse silicone utilisée lors du montage du joint, de la poussière et des fibres ont été retrouvés dans le voisinage des roulements. La présence d'eau n'a pas pu être mise en évidence.

Cet examen a révélé un autre mode possible de blocage de la girouette que l'ingestion d'eau par la face avant de la sonde : l'air de la cabine dont la pression est plus élevée que l'air extérieur est également chargé en humidité. Du fait de la différence de pression et de l'endommagement du joint d'étanchéité, il circule de la cabine vers l'intérieur du corps de la sonde au travers du joint endommagé pour s'en échapper vers l'extérieur en traversant les roulements par le pied de la sonde. L'humidité peut alors se fixer sur les roulements et les immobiliser.

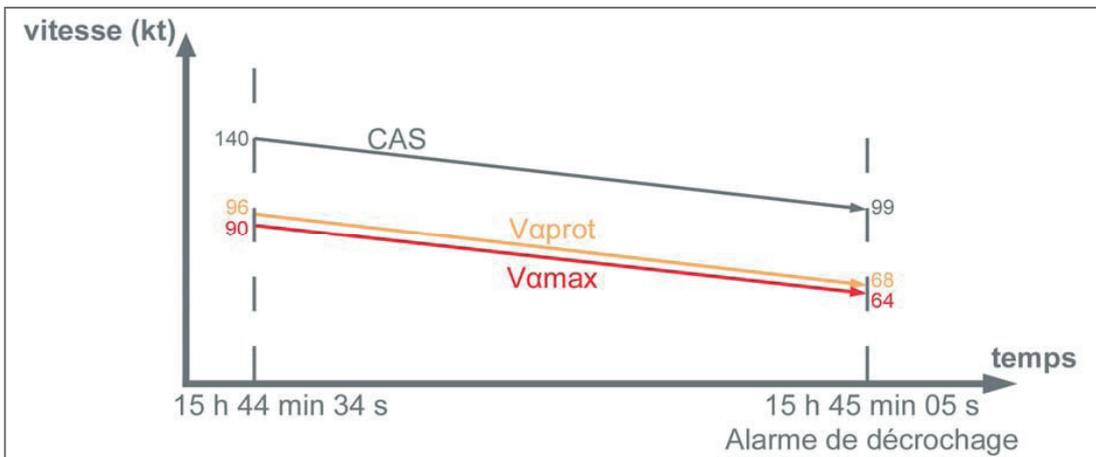
### 1.16.2 Fonctionnement des systèmes au cours du vol

L'exploitation des paramètres SSFDR ainsi que la prise en compte des spécifications des différents systèmes permettent de montrer que les systèmes qui assurent le traitement, l'utilisation et la surveillance des valeurs d'incidence ont fonctionné correctement compte tenu des informations d'incidence qu'ils ont pu recevoir au cours du vol (cf. annexe 10).

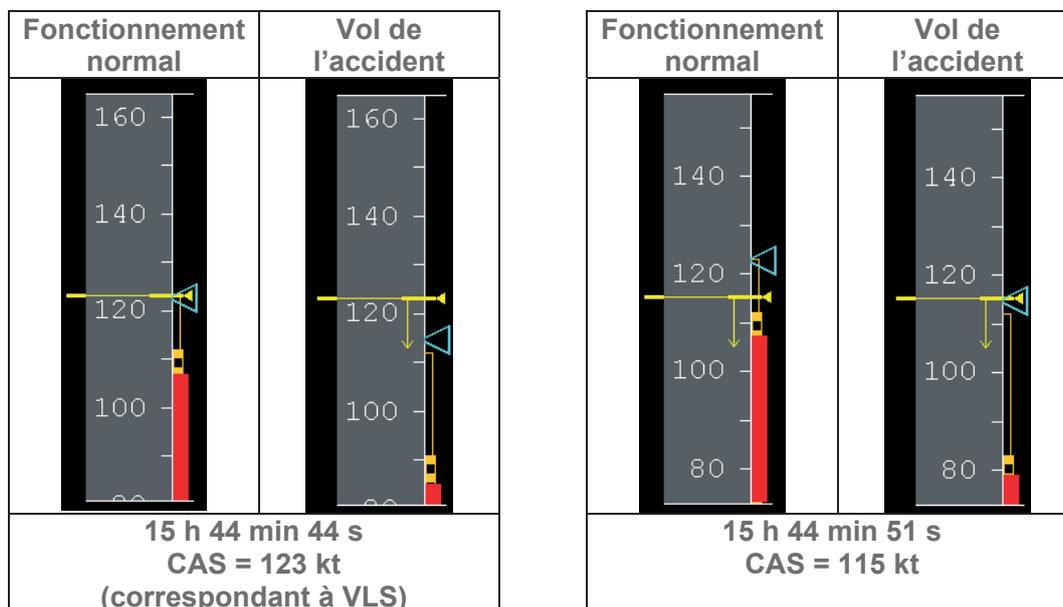
Cette exploitation a notamment permis :

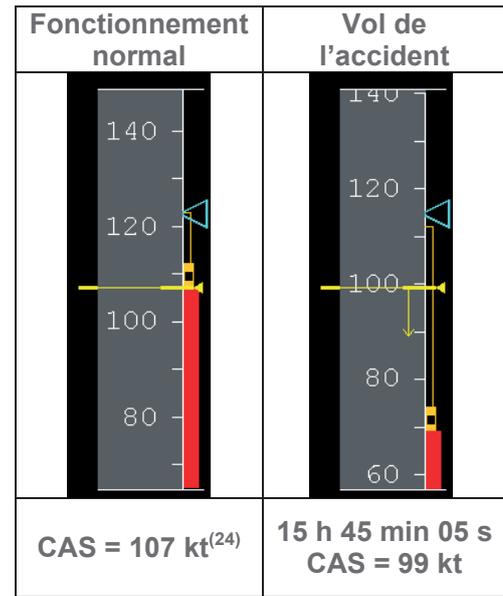
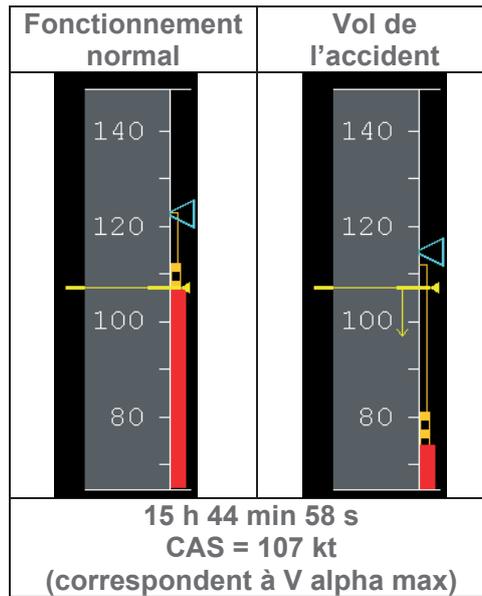
- ❑ L'estimation de la masse calculée par le FAC : cette masse a été comparée à la masse enregistrée par le SSFDR (qui provient du FMS). La masse calculée par les FAC a été sous-estimée en fin de vol en raison des valeurs figées des sondes d'incidence 1 et 2. L'écart estimé entre ces deux masses a atteint sept tonnes, seuil de déclenchement du message CHECK GW, vers 15 h 41.
- ❑ La vérification des changements de lois de commande au cours du vol, à savoir le passage en loi *directe* à 15 h 45 min 15 s (loi *alternate* train sorti) puis le passage en loi d'attitudes inusuelles à 15 h 45 min 40 s.

- D'indiquer que les valeurs d'incidence corrigée fournies par l'ADR 3 étaient valides lorsque l'alarme de décrochage s'est déclenchée à 15 h 45 min 05 s dans la mesure où l'incidence calculée se trouve entre 21,7 et 23,2 degrés, très voisine de l'incidence théorique de déclenchement de l'alarme en configuration atterrissage.
- De calculer les vitesses caractéristiques présentées à l'équipage lors du vol de l'accident. Une fois les valeurs d'incidence figées, les vitesses caractéristiques présentées à l'équipage étaient proportionnelles à la vitesse conventionnelle. Ainsi, lorsque cette vitesse diminuait, les vitesses caractéristiques diminuaient également dans les mêmes proportions. A titre de comparaison, les vitesses caractéristiques, dans le cas où les valeurs d'incidence n'auraient pas été figées, ont également été recalculées (fonctionnement normal). Ces calculs ont permis de reconstituer le bandeau de vitesses en fonctionnement normal et pour le vol de l'événement.
- La compréhension des mouvements de la gouverne de profondeur lors des dernières secondes.



Evolutions (à titre indicatif) des vitesses caractéristiques lors du vol de l'accident  
(en fonctionnement normal et dans les conditions du vol de l'accident, Vamax = 107 kt et VLS = 123 kt)





<sup>(24)</sup>Dans le cas d'un fonctionnement normal des protections à haute incidence, la vitesse ne peut descendre en dessous de  $V_{\alpha max}$ .

<sup>(25)</sup>Les gouvernes de profondeur doivent aller au-delà de la position neutre avant que la fonction de compensation automatique n'ajuste la position du plan horizontal.

### Compensation automatique

A partir de 15 h 44 min 30, la fonction de compensation automatique a déplacé le plan horizontal réglable jusqu'à la butée électrique à cabrer (- 11 degrés). L'alarme de décrochage s'est déclenchée à 15 h 45 min 05 s. Les ordres à piquer appliqués par le commandant de bord sur le mini-manche ont ramené, du fait du facteur de charge, les gouvernes de profondeur vers la position neutre, sans toutefois les braquer à piquer<sup>(25)</sup>. En conséquence, le plan horizontal n'a pas bougé même si la loi de commande de vol était *normale*.

A partir de 15 h 45 min 15 et jusqu'à la fin du vol, la fonction de compensation automatique est restée indisponible. En effet, la loi *directe* était active de 15 h 45 min 15 à 15 h 45 min 40 et la loi *Abnormal attitudes* phase 1 (sans compensation automatique) est restée active jusqu'à la fin du vol.

### 1.16.3 Travaux sous-marins

Le BEA a participé aux opérations de localisation des enregistreurs et d'identification des pièces. Des navires se sont rendus sur zone dans les heures qui ont suivi l'accident. Les témoignages et les débris flottants n'ont pas permis de déterminer une zone suffisamment précise pour débiter les recherches sous-marines des enregistreurs.

Les données préliminaires issues du radar secondaire civil de Montpellier ont permis de déterminer un point de départ dont les coordonnées sont N42°40'34,56" E003°06'31,43" (WGS84).

La description des travaux sous-marins figure en annexe 11.

### 1.16.4 Restitution de la trajectoire radar

Les premiers jours de l'enquête, les données du SSFDR n'étant pas disponibles, la trajectoire de l'avion a été reconstituée à partir des enregistrements radar. La lecture des cassettes fournies par les CRNA sud-est et sud-ouest ont permis d'extraire un fichier de données radar, contenant les voies des radars secondaires et des fichiers de phonie. Les données des radars militaires ont également été exploitées (Système de surveillance militaire ARISTOTE). Une capture d'écran de la vidéo du sémaphore du Cap Béar a pu être géoréférencée avec les autres données radar au moyen des indications de latitude et de longitude apparentes sur la vidéo.

Les coordonnées géographiques de la dernière position de l'avion ont ainsi pu être validées.

Les séparations horizontales et verticales entre le D-AXLA et deux aéronefs se trouvant également dans la zone de contrôle de Perpignan (un B737 et un avion école) ont été estimées à partir des positions détectées par le radar de Montpellier. A aucun moment, il n'y a eu de perte de séparation entre ces aéronefs.

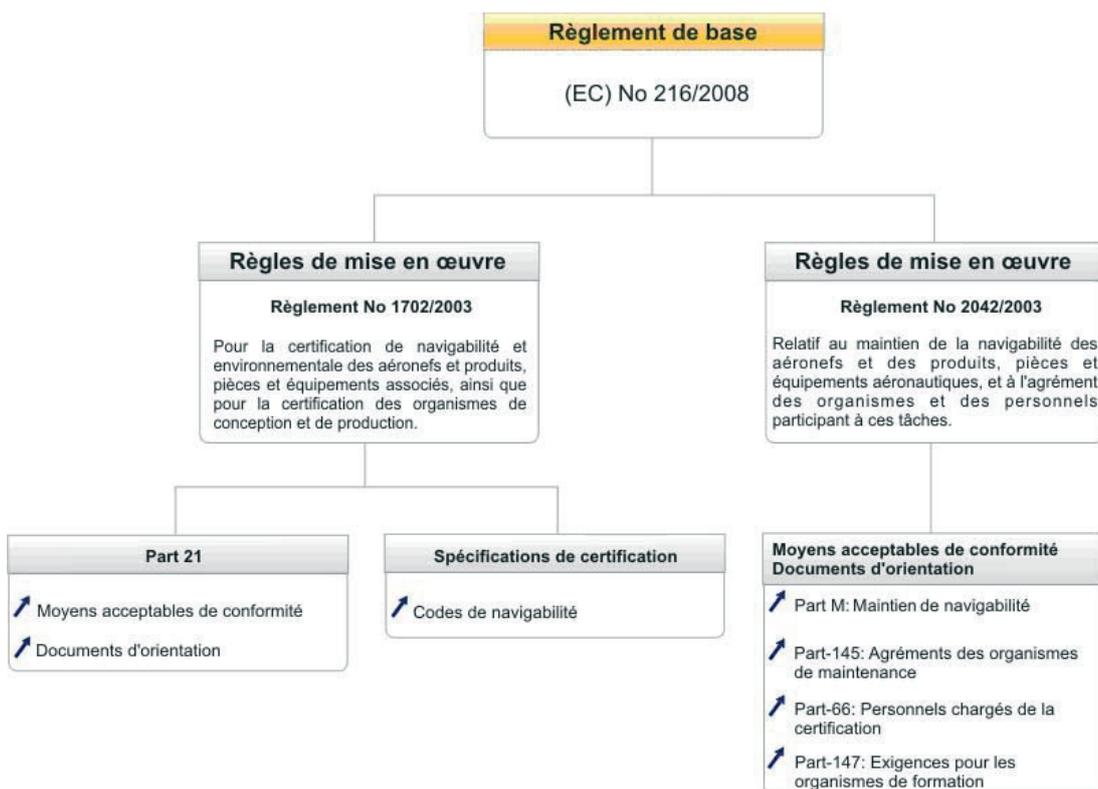
## 1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

### 1.17.1 Aspects réglementaires

#### 1.17.1.1 Règlements techniques

Le règlement de base<sup>(26)</sup> établit la réglementation relative à la certification (de navigabilité, environnementale, des organismes de conception et de production) et au maintien de navigabilité des avions et produits, pièces et équipements aéronautiques, selon la structure suivante :

<sup>(26)</sup>EC No 216/2008



Les opérations de peinture ne font pas l'objet d'un agrément et ne sont pas mentionnées par la partie 145 (Part 145).

De même, la partie 66 (Part 66) n'établit aucune disposition pour les personnels chargés des opérations de peinture.

#### **1.17.1.2 Vols non-commerciaux**

En Europe, l'EU-OPS dispose que chaque vol effectué par un exploitant doit se faire conformément aux spécifications de son manuel d'exploitation<sup>(27)</sup>. Ce manuel doit prévoir des procédures et des limitations pour les vols non commerciaux<sup>(28)</sup>. L'EU-OPS en donne la liste suivante :

- vols de formation,
- vols de contrôle,
- vols de livraison,
- vols de convoyage,
- vols de démonstration,
- vols de mise en place<sup>(29)</sup>.

et précise que ces types de vol doivent être décrits dans le manuel d'exploitation.

En Nouvelle-Zélande, les vols de contrôle (operational flight checks) sont nécessaires pour la remise en service d'un avion après des opérations de maintenance qui auraient pu avoir une incidence sur les caractéristiques de vol ou d'exploitation d'un avion<sup>(30)</sup>. L'équipage qui effectue ce type de vol doit vérifier que ces caractéristiques n'ont pas été modifiées et signaler les défauts rencontrés au cours du vol. Seules les personnes ayant une fonction essentielle pour le vol de contrôle peuvent se trouver à bord<sup>(31)</sup>.

#### **1.17.1.3 Location**

Pour répondre, entre autres, à des besoins d'ajustement de capacité de leur parc aérien, la pratique de location d'avions devient de plus en plus courante pour les compagnies aériennes. Un avion loué est un avion exploité *en vertu d'un arrangement de location contractuelle* (document OACI 9626), appelé communément accord ou contrat de location. Il existe deux grands types de location d'avions :

- Location avec équipage : l'avion est exploité sur le certificat de transporteur aérien du loueur (partie auprès de laquelle l'avion est pris en location) ;
- Location coque nue (sans équipage) : l'avion est exploité sur le certificat de transporteur aérien du preneur (partie à qui l'avion est donné en location). Lors d'une location coque nue d'un avion appartenant à un organisme ne faisant pas partie de l'Union Européenne, une compagnie aérienne de l'Union Européenne doit obtenir une autorisation de l'autorité de l'aviation civile responsable de la délivrance de son certificat de transporteur aérien. Cette autorisation a principalement pour objectif de garantir que lors du transfert du preneur au loueur, les responsabilités concernant l'exploitation et le maintien de navigabilité de l'avion sont

<sup>(27)</sup>EU-OPS 1.175

<sup>(28)</sup>EU-OPS 1.1045

<sup>(29)</sup>Dans la version anglaise de l'EU-OPS, ces vols sont respectivement qualifiés : training, test, delivery, ferry, demonstration et positioning flights.

<sup>(30)</sup>Civil Aviation Rules Part 43.103

<sup>(31)</sup>Civil Aviation Rules Part 91.613

clairement définies dans le contrat de location. Cette autorisation porte principalement sur les différences notifiées par l'exploitant par rapport aux exigences prévues dans les sous-parties de l'EU-OPS relatives aux instruments, aux équipements et aux équipements de communication et de navigation. Les conditions du contrat de location ne sont pas prises en compte par les autorités pour fournir l'autorisation de location.

Une sous-location (« *sub-lease* ») fait référence à une location d'un avion déjà loué à un autre organisme.

## 1.17.2 Renseignements sur l'organisation de la circulation aérienne

### 1.17.2.1 Circulation aérienne

Dans la zone Europe, deux types de circulation aérienne coexistent :

- ❑ **la circulation aérienne générale** (GAT<sup>(32)</sup> en anglais). Elle est constituée par l'ensemble des mouvements des aéronefs civils et des aéronefs d'État soumis aux normes et pratiques recommandées internationales (OACI) et/ou à la réglementation propre à ce type de circulation.
- ❑ **la circulation aérienne opérationnelle** (OAT<sup>(33)</sup> en anglais). Elle comprend tous les vols qui n'entrent pas dans ceux se déroulant en GAT et pour lesquels des procédures spécifiques sont développées par les autorités appropriées.

<sup>(32)</sup>General  
Air Traffic

<sup>(33)</sup>Operational  
Air Traffic

En France, la circulation aérienne comprend :

- ❑ **la circulation aérienne générale** (CAG). Elle correspond à la GAT.
- ❑ **la circulation aérienne militaire** (CAM). Elle correspond à l'OAT et comprend :
  - les vols militaires qui relèvent de la Circulation Opérationnelle Militaire (COM),
  - les vols d'essais et de réception en Circulation d'Essais et de Réception (CER) sous la responsabilité des Centres de Contrôle Essais Réception (CCER) qui relèvent de l'autorité du ministère de la Défense. Les vols de contrôle nécessaires après des opérations d'entretien requièrent le plus souvent des méthodes d'utilisation de l'espace aérien identiques à celles exigées pour la réalisation de vols d'essais ou de réception. Ils peuvent ainsi être effectués partiellement ou totalement en CER.

Contrairement à d'autres pays, les contrôles civils et militaires en France sont assurés pour l'essentiel dans des organismes de contrôle distincts. L'organisation du travail y est sensiblement différente. En CAG, un contrôleur a la charge de tous les vols dans une portion d'espace. En CAM, un contrôleur a la charge d'un vol donné, dans tout l'espace de l'organisme.

### 1.17.2.2 Plans de vol de la circulation aérienne

Tout vol effectué par un transporteur aérien nécessite le dépôt d'un plan de vol de la circulation aérienne ou d'informations appropriées pour permettre la mise en œuvre des services d'alerte si nécessaire.

Les procédures de rédaction et de communication des plans de vol de la circulation aérienne sont définies par l'OACI et précisées dans les AIP de chaque pays. Un plan de vol de la circulation aérienne doit notamment comprendre le type de vol (en case 8 du plan de vol), basé pour le transport aérien commercial selon le type d'opérations offert par l'exploitant, au moyen de l'une des lettres suivantes :

- S pour un transport aérien régulier,
- N pour un transport aérien non-régulier,
- G pour l'aviation générale,
- M pour l'aviation militaire,
- X pour les autres types de vol n'entrant pas dans les catégories précédentes.

Lorsque cela est exigé par les organismes de contrôle ou jugé nécessaire par les exploitants pour la fourniture des services de la circulation aérienne, des renseignements complémentaires peuvent être mentionnés (en case 18 du plan de vol) au moyen d'indicateurs appropriés. Notamment :

- STS/ : pour les vols nécessitant un traitement spécial pour des raisons particulières et si la situation le justifie.
- RMK/ : pour toute autre remarque.

Les plans de vol et les messages associés qui sont corrects d'un point de vue syntaxique et sémantique sont traités de manière automatique. Les autres font l'objet d'un traitement manuel. Le traitement correct des plans de vol, caractérisé par l'envoi d'un message d'accusé réception à l'expéditeur de la demande de plan de vol, ne signifie pas nécessairement la prise en compte de critères particuliers et propres des Etats membres qui seraient méconnus du service centralisé de gestion des flux de trafic aérien (CFMU). Lorsque des remarques sont présentes en case 18 du plan de vol (RMK/), leur contenu n'est pas vérifié par le traitement automatique.

### **Plans de vols concernant des vols particuliers en IFR en France**

Les vols en IFR à caractère particulier (caractère technique, photographies aériennes, suivi de manifestations sportives, etc.) se déroulant sous la responsabilité des CRNA ont un impact sur la charge et la capacité des organismes de contrôle. Dans le cadre de la gestion des courants de trafic aérien, il est spécifié dans l'AIP France (ENR 1.9 Gestion des courants de trafic aérien) que ce type de vols doit faire l'objet d'une demande auprès de la Direction des Opérations de la DSNA, avec un préavis de trois jours ouvrables. Sans accord préalable, le vol peut se voir imposer des modifications en temps réel ou être éventuellement refusé si les circonstances l'exigent.

Pour pouvoir effectuer des vols de contrôle en CER, une demande d'agrément doit être déposée auprès du directeur du Centre d'Essais en Vol (CEV). L'AIP France précise l'adresse à laquelle doit être envoyée cette demande ainsi que les coordonnées téléphoniques pour la programmation des vols.

Une circulaire d'information aéronautique relative aux « vols effectués après travaux de maintenance pour restituer le certificat de navigabilité aux aéronefs » (AIC A 03/03 France) émise en 2003 par le SIA, précise que, après avoir obtenu un agrément, les demandes de vol doivent être obligatoirement accompagnées d'un profil de vol et doivent être faites avant 15 h 00 la veille du vol par télécopie à la Cellule de Coordination de la Division CER (CCER) de l'aérodrome d'Istres. En fonction des aérodromes de départ et de destination, le vol est soit pris en charge totalement par les CCER soit successivement par les organismes civils de contrôle (d'aérodrome, d'approche ou en route) et par les CCER. Pour chaque vol, un plan de vol doit être déposé et un entretien téléphonique est obligatoire entre le commandant de bord (ou son représentant) et le chef de quart du premier CCER concerné par le vol pour confirmer :

- le code transpondeur,
- les fréquences radio de travail,
- le profil de vol,
- le secteur de travail,

Tous les éléments concourent à la bonne conduite et à la sécurité du vol.

#### **1.17.2.3 Les centres de contrôle en route**

Le contrôleur du secteur TG du CRNA sud-ouest a renseigné une fiche de notification d'événement<sup>(34)</sup> (FNE) vers 15 h 00 le 27 novembre 2008 à propos du vol GXL888T. Il a indiqué sur la fiche que pour la seconde fois de la journée, l'équipage de cet avion au départ de l'aérodrome de Perpignan souhaitait effectuer des manœuvres particulières (« 360° droite/gauche montée en espace supérieur »). Il a assimilé ce vol à un vol d'essais. Un contrôleur du CRNA sud-ouest avait déjà renseigné une FNE le matin vers 8 h 30 à propos du vol GXL032T (cf. paragraphe 1.18.3 vols du B737-800 immatriculé D-AXLH et exploité par XL Airways Germany) et l'avait signalé aux contrôleurs de l'équipe de relève.

L'analyse des deux FNE par le service de gestion de la qualité et de la sécurité (SMQS) du CRNA sud-ouest précise qu'aucune remarque dans le plan de vol n'indiquait qu'il s'agissait de vols d'essais ou de vols de contrôle.

#### **1.17.2.4 Service d'alerte de l'organisme de contrôle de Perpignan**

En cas de perte simultanée de contact radio et radar lorsque le contact radio est obligatoire, ou en cas de perte de contact radio en approche, la phase Alerfa doit être déclenchée dans un délai maximal de cinq minutes et la phase Détresfa dans un délai maximal de dix minutes.

Avant le déclenchement de ces phases d'urgence et dès la détection d'un événement particulier ou d'un accident, des procédures d'alerte (qui distinguent un état de veille, un état d'alerte et un état d'accident) décrites dans le manuel d'exploitation de la tour de contrôle de Perpignan, doivent être appliquées, soit par le coordonnateur lorsqu'il y en a un, soit par le contrôleur d'approche.

<sup>(34)</sup>Transmise, exploitée et analysée par le service SMQS

Lors de la perte de contact radar à 15 h 46, la contrôleuse d'approche a instauré l'état de veille et a ainsi tout d'abord informé par téléphone le chef de manœuvre du SSLIA et le bureau de piste. Elle a été prévenue dans le même temps par le SAMU que le plan SAMAR avait été déclenché. La diffusion du message d'accident s'est alors faite selon le manuel d'exploitation de la tour de contrôle de Perpignan (cf. annexe 12).

### 1.17.3 Renseignements sur Airbus

#### 1.17.3.1 Procédures de peinture

Les documents de référence pour réaliser les opérations de peinture sont l'AMM<sup>(35)</sup> et le SRM<sup>(36)</sup>. Ces opérations se font en trois étapes :

#### **Décapage**<sup>(37)</sup>

En fonction du degré de salissure de l'avion, un nettoyage peut être préconisé avant le décapage. Le décapage de l'ancienne peinture sur les surfaces métalliques s'effectue soit par application de décapants chimiques soit par ponçage. Les surfaces en composite ne peuvent être décapées que par ponçage pour éviter une détérioration par les décapants chimiques.

Avant de commencer le décapage, certains matériaux, surfaces et composants doivent être protégés par :

- lors de l'application de décapants chimiques : un film de polyéthylène et une bande d'aluminium adhésive, résistants aux solvants utilisés ;
- lors de ponçage : du papier kraft et de l'adhésif papier.

Après le décapage, un rinçage (pression d'eau limitée à 600 kPa pour un tuyau d'arrosage ou à 5 000 kPa pour un appareil de nettoyage à haute pression), avec les protections toujours en place, permet de retirer les résidus de peinture et de décapant. A l'issue de ce rinçage, toutes les protections doivent être enlevées. Les surfaces qui étaient masquées et celles où le décapant n'aurait pas totalement enlevé l'ancienne peinture doivent être poncées. Ces surfaces sont ensuite nettoyées avec un produit de nettoyage puis séchées avec un tissu.

#### **Nettoyage**<sup>(38)</sup> (cf. annexe 13)

- Protection

Avant de commencer le nettoyage, des équipements de protection doivent être mis en place notamment sur les sondes (température totale, Pitot, incidence) et les prises statiques.

Les trois sondes d'incidence doivent être protégées par les équipements (deux types possibles) qui font partie du kit de vol. Ils sont livrés avec l'avion et sont utilisés régulièrement lors des escales.

<sup>(35)</sup>Aircraft Maintenance Manual

<sup>(36)</sup>Structure Repair Manual

<sup>(37)</sup>AMM et SRM 51-75-11

<sup>(38)</sup>AMM 12-21-11



Exemple de type d'équipement de protection

Les protections des sondes d'incidence ne sont pas complètement imperméables. La procédure de nettoyage précise toutefois que du ruban adhésif doit être placé partout où les produits de nettoyage pourraient s'infiltrer.

#### ☐ Nettoyage

L'avion est nettoyé par application d'une solution nettoyante avec un pulvérisateur (pression inférieure à 70 kPa et température inférieure à 50 °C). Celui-ci doit être placé à environ un mètre de la surface à nettoyer, avec un angle de 45 degrés (jamais à 90 degrés) et sans jamais pulvériser plus de cinq secondes à un endroit de la surface.

#### ☐ Rinçage

Pour enlever la solution nettoyante qui pourrait rester et provoquer de la corrosion, les surfaces de l'avion doivent être suffisamment rincées dix minutes après l'application de la solution avec de l'eau claire à une température inférieure ou égale à 65 °C. Le rinçage est effectué avec le même type de pulvérisateur et à la même pression que le nettoyage.

#### **Peinture**<sup>(39)</sup>

Le schéma standard de peinture est le suivant : application d'un prétraitement (wash primer), puis application d'un apprêt primaire et enfin application d'une finition.

Avant de commencer la peinture, certains matériaux, surfaces et composants doivent être protégés par du papier kraft et de l'adhésif papier. Lors d'opérations de peinture proches des sondes d'incidence, celles-ci doivent être protégées avec un outil de protection spécifique<sup>(40)</sup>.

Pour ces trois étapes, il est également indiqué qu'il ne faut pas utiliser d'adhésif sur les capteurs, tubes et sondes (statiques, Pitot, température totale, incidence) pour qu'il ne reste aucun résidu pouvant altérer les indications sur les instruments en poste.

<sup>(39)</sup>AMM et SRM 51-75-12 et SRM 51-23-11

<sup>(40)</sup>Cet outil s'applique aux sondes de type Thalès et n'a pas été adapté pour être mis en œuvre sur les sondes d'incidence Goodrich.

## Lettre d'information sur les précautions d'entretien relatives aux sondes d'incidence

Sur la base de l'expérience en service des sondes d'incidence de marque Thalès, Airbus a informé en 1993 et 1998 les exploitants et les organismes d'entretien des précautions d'entretien à prendre pour préserver les sondes d'incidence, notamment en cas de nettoyage et de peinture, par une lettre d'information<sup>(41)</sup> :

<sup>(41)</sup>SIL 34-074 datée du 23 janvier 1998

### ☐ Nettoyage :

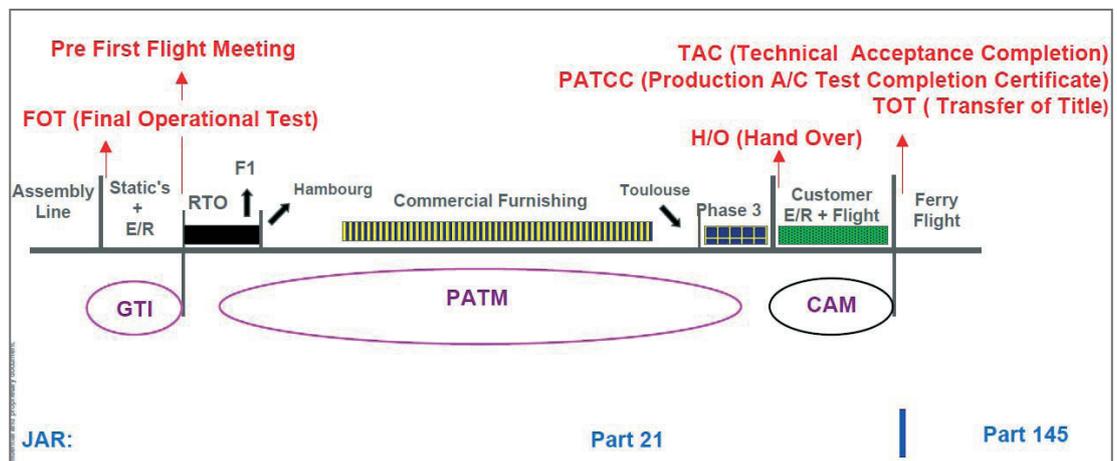
- en plus des protections spécifiques, du ruban adhésif visible doit être appliqué afin de masquer le jeu entre la base de la sonde et la plaque de l'avion sur laquelle est attachée la sonde (l'AMM a été modifié en fonction). Cette protection supplémentaire permet d'éviter toute pénétration d'eau, de solvants, d'agents de nettoyage et de tout autre liquide dans la sonde. Il est précisé dans la lettre d'information que la pénétration d'eau dans la sonde augmenterait les risques de corrosion, de givrage en vol ou de défaut de connexion électrique.
- les jets à haute pression ne doivent pas être pointés sur les sondes. Ces jets pourraient pousser les liquides dans les roulements et les connecteurs électriques, dégrader les joints, provoquer de la corrosion et enlever les lubrifiants nécessaires.

### ☐ Peinture :

- les sondes doivent être protégées avec un outil spécifique. Les éventuelles marques de peinture découvertes sur la sonde ne doivent pas être enlevées avec des outils métalliques ou de papier abrasif mais délicatement en utilisant un produit spécifique.
- il faut vérifier qu'aucun liquide n'entre dans les roulements par le jeu entre la sonde et sa base.

### 1.17.3.2 Vols de vérification, de démonstration et de contrôle

Airbus, en tant qu'organisme de production agréé Partie 21 est amené à réaliser plusieurs types de vols au cours desquels des vérifications sont effectuées selon un programme particulier. Ces vols sont exploités selon le « flight test operations manual » d'Airbus.



Processus de production et de livraison A320

Les essais et vérifications décrits dans les manuels associés à ces types de vol, et en particulier ceux à basse vitesse, sont élaborés à l'attention d'équipages d'essais d'Airbus. Les conditions dans lesquelles ils doivent se faire sont spécifiées dans le «flight test operations manual». Dans la pratique, ces essais et vérifications se font dans des conditions de vol à vue et les conditions givrantes sont évitées avant de débiter ces vérifications. De plus, les équipages d'essais déconnectent le pilote automatique et le directeur de vol et utilisent le FPV (*bird*). Avant de commencer la décélération, l'ingénieur d'essais annonce les vitesses attendues ainsi que les vitesses minimales correspondant à la masse de l'avion et à la configuration. La décélération d'un nœud par seconde est visualisée sur le bandeau de vitesses du PFD par une flèche de tendance de vitesse de 10 kt.

L'équipage doit anticiper le mauvais fonctionnement du système vérifié et doit définir la manière dont l'essai ou la vérification est interrompu. Les vérifications débutent lorsque cela est nécessaire, par une détection d'écart ou d'erreurs par comparaison avec des valeurs théoriques indiquées dans les manuels. Les vérifications sont ainsi interrompues dès que les valeurs observées au sol ou en vol par l'équipage d'essais ne correspondent pas à ces valeurs théoriques.

### **Vols de vérification en production**

Dans le but d'obtenir un certificat de navigabilité individuel pour un avion neuf, Airbus doit présenter une attestation de conformité (formulaire 52 de l'AESA) qui certifie entre autres que tous les essais au sol et en vol ont été satisfaisants.

Ces essais au sol et en vol, réalisés par Airbus avant la phase de livraison au client, sont décrits dans le manuel PATM (Production Aircraft Test Manual). Ils comprennent successivement :

- des essais au sol,
- une accélération-arrêt,
- des essais en vol correspondant aux vols de vérification en production.

Les essais en vol se font avec deux pilotes d'Airbus (dont un pilote d'essais) et un ingénieur d'essais d'Airbus.

#### *Essais à basse vitesse*

Le but des essais à basse vitesse est de vérifier l'activation aux vitesses prévues et affichées sur le bandeau de vitesse du PFD, des protections en incidences en loi *normale*.

### **Vols de démonstration en livraison (vol client)**

Lorsque tous les essais prévus dans le PATM ont été accomplis de manière satisfaisante, une démonstration technique de l'avion au client est effectuée. Elle permet éventuellement au client de demander à Airbus des travaux complémentaires (mentionnés sur le compte-rendu matériel de l'avion) avant la réception de l'avion par le client. Cette démonstration technique comprend des vérifications recommandées par Airbus dans le cadre de la réception de

ce nouvel avion par le client. Elles sont présentées dans le manuel CAM<sup>(42)</sup> et comprennent :

- des vérifications à effectuer au sol, moteurs arrêtés ;
- des vérifications des moteurs au sol ;
- des vérifications lors d'un vol de démonstration en livraison (vol de réception). Ce vol se fait sous la responsabilité d'Airbus. L'équipage est constitué au minimum de trois personnes d'Airbus (un pilote d'essais, un ingénieur navigant d'essais et un navigant sécurité cabine) et d'un pilote du client qualifié sur l'avion.

Le manuel se présente comme une liste d'actions et de vérifications que le constructeur propose de réaliser en présence du client. Il précise que tout changement imprévu du programme pendant le vol peut dégrader la sécurité du vol et n'est ainsi pas admis. Sur demande du client, des vérifications complémentaires, définies par Airbus dans le manuel SA SHOPPING LIST, peuvent être ajoutées au programme du vol de réception.

La démonstration technique de l'avion au client se déroule peu de temps après les essais au sol et les vols de vérification en production effectués selon le PATM. Ainsi les vérifications du CAM ne reprennent pas en détail les vérifications du PATM. Les vérifications du manuel CAM ne rentrent pas dans le processus de certification de navigabilité et ne doivent pas être considérées comme une démonstration de conformité de l'avion. Avant le vol de démonstration au client, le pilote du client assiste à un briefing d'un ingénieur d'essais d'Airbus.

Le client reçoit une photocopie du manuel CAM avec les résultats des vérifications qui ont été réalisées lors du vol de démonstration.

#### *Vérifications à basse vitesse*

Les vérifications à basse vitesse décrites dans le document SA CAM doivent être effectuées entre le FL 140 et le FL 100. Leur description dans le manuel SA CAM est moins développée que celle des essais à basse vitesse du manuel PATM dans la mesure où il ne s'agit que d'une démonstration au client et non d'une vérification.

L'équipage doit tout d'abord stabiliser la vitesse de l'avion (en configuration lisse) à *Green dot* puis noter la masse de l'avion et la position de son centre de gravité.

Le but de ces vérifications lors du vol de démonstration en livraison est de montrer au pilote du client, de manière qualitative, l'activation des protections en incidence en loi normale et en configuration atterrissage aux vitesses prévues et affichées sur le bandeau de vitesses du PFD. Pour cela, l'équipage doit ajuster la poussée pour maintenir la vitesse à VLS. Lorsque la vitesse est stable, il doit placer les manettes de poussée en position IDLE et piloter l'assiette de l'avion pour obtenir un taux de décélération d'un nœud par seconde. Pendant la décélération, il doit observer l'arrêt de l'auto-trim (activation de l'alpha prot) puis l'activation de la fonction alpha floor. Cette fonction doit alors être désactivée. L'équipage doit ensuite réduire la vitesse et la maintenir à Vmin, en maintenant les manettes de poussée dans le cran IDLE après avoir désactivé la fonction alpha floor et en ajustant l'assiette de l'avion.

Les vitesses VLS et Vmin (vitesse en dessous de laquelle la vérification doit être interrompue) sont indiquées dans un tableau, en bas de page sous la description des vérifications à basse vitesse, en fonction de la masse de l'avion et du type de moteur, avec une tolérance respectivement de plus ou moins 3 et 4 kt.

### **Vols de vérification en service**

Airbus a développé un manuel In Service Aircraft Test Manual (ISATM) qui est utilisé par ses équipages d'essais dans le cadre d'évaluations techniques ou de transferts d'avions déjà en service, à la demande de compagnies aériennes ou d'Airbus Asset Management qui possède une soixantaine d'avions. Ce manuel a été élaboré en prenant en compte la formation, l'expérience et les compétences spécifiques des pilotes d'essais et des ingénieurs d'essais. Il comprend :

- des vérifications à effectuer au sol, moteurs arrêtés ;
- des essais des moteurs au sol ;
- des vérifications lors d'un vol de vérification en service ;
- un certificat de résultat du vol de vérification en service. Il est délivré à l'issue du vol et comprend l'ensemble des défauts détectés lors du vol ;
- des annexes.

Les vérifications décrites dans le manuel ISATM correspondent en partie à celles du manuel PATM. Le vol de vérification en service est effectué par un équipage d'essais d'Airbus complet (deux pilotes dont au moins un pilote d'essais et un ingénieur d'essais) ou un pilote de la compagnie assisté d'un pilote d'essais et d'un ingénieur d'essais d'Airbus. Lors de la préparation du vol, l'équipage adapte le programme du vol en fonction de l'avion, des réparations ou modifications effectuées sur l'avion et des conditions environnementales.

Ce manuel ISATM est fourni pour information aux compagnies aériennes qui le demandent et qui ont signé une lettre de mise en garde. Celle-ci précise notamment que le manuel ISATM :

- a été créé pour les équipages d'essais d'Airbus, en considérant leur expérience et leurs qualifications ;
- est adapté par les équipages d'essais d'Airbus en fonction du contexte du vol ;
- est fourni pour information seulement aux compagnies ;
- doit être modifié en fonction des besoins spécifiques des compagnies qui souhaitent l'utiliser pour des vérifications d'avions en service ;
- ne peut pas servir de manuel de vol ;
- est un document confidentiel qui ne peut être transmis sans l'autorisation d'Airbus.

### **Vérifications à basse vitesse**

Le but de ces vérifications à basse vitesse est de vérifier, pour un avion en service, l'activation, aux vitesses prévues et affichées sur le bandeau de vitesses du PFD, des protections en incidence en loi *normale*.

La description des vérifications à basse vitesse dans le manuel ISATM est similaire à celle des essais à basse vitesse du PATM. Des vérifications au sol, puis en vol entre le FL100 et le FL140, en configuration lisse puis atterrissage, sont prévues. Avant de débiter les vérifications à basse vitesse, l'équipage doit réduire et stabiliser la vitesse afin de noter les valeurs des trois incidences et de les comparer à l'assiette et à la pente.

#### **Vols de contrôle**<sup>(43)</sup>

Le manuel de maintenance A320 d'Airbus n'impose aucun vol de contrôle à l'issue d'opérations de maintenance mais recommande d'en effectuer dans deux cas :

- lors du remplacement ou de la réinstallation des deux moteurs ;
- lorsque des actions d'entretien, qui pourraient affecter les performances et l'aérodynamique de l'avion, ne peuvent être complètement vérifiées et validées au sol.

Pour obtenir un programme de vol à suivre répondant à ces deux cas, il convient à l'exploitant de contacter Airbus.

#### **1.17.3.3 Alarme de décrochage - FCOM**

Le FCOM<sup>(44)</sup> indique que l'alarme de décrochage retentit de manière continue à basses vitesses en loi *alternate* et en loi *directe*. Cependant, une fausse alarme de décrochage peut également retentir en loi *normale* si une incidence est endommagée. Il décrit la technique de récupération à employer en cas d'alarme de décrochage :

- Le pilote doit placer les manettes de poussée dans le cran TOGA, réduire l'assiette longitudinale, mettre les ailes à l'horizontale et vérifier que les aérofreins sont rentrés. S'il existe un risque de contact avec le sol, la réduction d'assiette doit être ajustée pour permettre une augmentation de la vitesse, et pas davantage.
- Le pilote doit ensuite maintenir la vitesse proche de VSW jusqu'à ce qu'il soit possible d'accélérer. Après l'arrêt de l'alarme et quand il n'y a plus de risque de contact avec le sol, l'équipage peut commander la rentrée du train. L'équipage effectue les changements de configuration (becs / volets) en fonction de l'évolution de la vitesse.
- A haute altitude, lorsque l'incidence est proche de celle de l'apparition du buffeting, l'alarme de décrochage peut également retentir. Pour sortir de ces conditions, le pilote doit relâcher la pression à cabrer exercée sur le mini-manche et réduire si besoin l'inclinaison.
- En configuration lisse et sous 20 000 ft, la configuration 1 doit être sélectionnée.

<sup>(43)</sup>AMM 05-59-00

<sup>(44)</sup>Flight Operations - supplementary techniques – Flight controls 3.04.27 page 5a

## 1.17.4 Renseignements sur EAS Industries

### 1.17.4.1 Généralités

EAS Industries est un organisme d'entretien agréé partie 145 (N° FR.145.301) qui effectue de l'entretien en base et en ligne. Son domaine d'activité comprend :

- ❑ des agréments de classe et de catégories, conformément à la partie 145, avec du personnel qualifié selon la partie 66 ;
- ❑ des travaux de peinture et de décoration ainsi que les pesées des avions en entretien.

Sa base principale est située à Perpignan, sur un terrain mitoyen de l'aérodrome de Perpignan - Rivesaltes desservi par une voie de circulation. Les installations couvertes sont composées de deux hangars, un magasin d'approvisionnement, un magasin d'outillage, des ateliers et des bureaux.

Si un vol de contrôle est nécessaire à l'issue des actions d'entretien, les vérifications, le programme du vol, la réservation d'espace et le plan de vol sont définis par la compagnie cliente. Des contrôleurs d'EAS Industries sont présents dans l'avion lors de ces vols de contrôle. EAS Industries dispose d'un agrément du CEV pour effectuer les vérifications en CER. La demande pour le vol de contrôle est tout de même effectuée par la compagnie aérienne. En fonction du nombre de vérifications et de leur nature, le vol de contrôle peut ne pas faire l'objet d'une demande particulière au CEV et se faire alors en CAG.

### 1.17.4.2 Procédure de peinture

Pour limiter et respecter les délais d'immobilisation des avions, l'organisation des opérations de peinture, qui comprennent le décapage, le nettoyage et l'application de peinture, doit être flexible et en concordance avec les autres tâches d'entretien. Cette flexibilité a pour conséquence l'échelonnement de ces opérations de peinture sur les différentes parties de l'avion en fonction de la disponibilité de l'avion. Elles sont ainsi souvent menées de nuit ou pendant les weekends, lorsqu'aucune tâche d'entretien n'est effectuée. Lors de ces opérations, le hangar n'est accessible qu'aux personnes en charge de ces travaux et disposant des équipements de protection adéquats.

Pour délivrer l'autorisation d'effectuer des opérations de peinture, le GSAC vérifie les locaux et les matériels utilisés, la liste des personnels qualifiés et la présence de la documentation du constructeur. Les travaux sont entièrement effectués sous la surveillance d'un responsable de chantier et du service contrôle d'EAS Industries qui veillent à l'application des procédures.

Une procédure interne de EAS Industries décrit les « *consignes permanentes des chantiers peinture* »<sup>(45)</sup>. Cette procédure est applicable à tout type d'aéronef. Elle indique qu'il faut notamment se conformer au manuel de maintenance (AMM). Un dossier est établi pour chaque chantier de peinture. La lettre d'information Airbus de 1998 sur les précautions à prendre lors des opérations de peinture et de nettoyage est présente dans la documentation d'EAS Industries. Selon cette procédure, un chantier de peinture se déroule de la façon suivante :

<sup>(45)</sup>document MPPI 01-001, édition 2, révision 0, du 13/03/02.

### ***Préparation de l'aéronef***

- ❑ Lavage : Il est précisé de ne pas inonder les protections positionnées sur les tuyaux et les connecteurs électriques.
- ❑ Masquage en utilisant les kits de masquage (en alu pour le décapage et en vinyle pour la peinture).
- ❑ Décapage :
  - le décapage se fait par application de fines couches successives ;
  - toutes les parties décapées sont rincées abondamment pour éliminer totalement les résidus de produit ;
  - aucune antenne ne doit être décapée, poncée ou repeinte ;
  - les caches de protection sont retirés à la fin du décapage.
- ❑ Ponçage : aucune antenne ne doit être décapée, poncée ou repeinte.

### ***Préparation des surfaces avant peinture***

Les surfaces à peindre sont nettoyées par lavage alcalin puis rincées à l'eau claire. La préparation des surfaces se fait soit à l'abrasif et à l'eau, soit aux chiffons et au solvant.

### ***Peinture***

Les travaux de peinture sont effectués dans les hangars hors poussière. Si de la poussière est présente avant l'application de la finition, elle est éliminée à l'aide de chiffons anti-poussière.

Si des défauts sont détectés après le séchage de la peinture, ils sont éliminés par dépolissage à sec au disque ou au papier abrasif. Les poussières issues de ce ponçage local sont enlevées avec des chiffons blancs, propres et secs.

### ***Contrôle d'application des peintures***

A l'issue des opérations de peinture, un contrôle de l'application des peintures est effectué.

#### ***1.17.4.3 Procédure de nettoyage***

EAS Industries utilise la procédure de nettoyage Airbus<sup>(46)</sup> (cf. paragraphe 1.17.3.1).

#### ***1.17.5 Renseignements sur les exploitants***

##### ***1.17.5.1 XL Airways Germany***

A la date de l'accident, XL Airways Germany était titulaire du certificat de transporteur aérien D – 139 délivré par la République fédérale d'Allemagne le 3 mai 2006. Il a été reconduit le 16 juillet 2008, en raison d'un changement de réglementation et était valide jusqu'au 31 mai 2009. Un A320-232, un A320-214 et cinq Boeing B737-800, avec lesquels il effectuait principalement des vols à la demande, figuraient sur son certificat de transporteur aérien. Tous ces avions avaient été loués. La dernière version du manuel d'exploitation d'XL Airways Germany correspondait à la révision 4 du 1<sup>er</sup> septembre 2008.

<sup>(46)</sup> AMM 12-21-11

Le service de gestion de la sécurité a été mis en place en février 2007 avec la création d'un système d'analyse des vols.

### ***Responsable des Opérations***

Le responsable des opérations gère les opérations en vol et les opérations sol. Il assume notamment les fonctions suivantes au sein d'XL Airways Germany :

- ❑ développement et mise en application de la réglementation et des procédures ainsi que des parties A, B et C du manuel d'exploitation ;
- ❑ autorisation pour toutes les opérations aériennes au sein de la compagnie selon la réglementation en vigueur, les exigences des organismes de production d'avion et de l'OACI ;
- ❑ coordination avec le responsable du service de gestion de la sécurité pour l'évaluation des risques, les résultats de l'analyse systématique des vols et les aspects liés à la sécurité à la direction des opérations.

Le centre des opérations fait partie de la direction des opérations. Il s'occupe de la préparation des vols et doit s'assurer que, pour chaque vol, un équipage complet répondant à toutes les exigences en matière de compétence, d'expérience et de limitations de temps de vol a été désigné.

Pour être nommé à ce poste, le directeur des opérations doit être pilote de ligne, commandant de bord et en activité.

### ***Locations d'avions***

La procédure de prise en location coque-nue d'un avion appartenant à un organisme autre qu'un exploitant de l'Union européenne est détaillée dans le chapitre 13 du manuel d'exploitation de manière identique au paragraphe EU-OPS 1.165.

XL Airways Germany n'a jamais exigé de vols en vue de la réception ou de la restitution d'un avion dans le cadre d'une location. Les vols de convoyage à l'issue des signatures des contrats de location des avions loués font office de vol d'acceptation de l'avion et se font sans programme spécifique. Seules les locations du D-AXLA et du D-AXLH, B737-800 (cf. 1.18.3) ont fait l'objet de vols avec des programmes établis par les loueurs de ces avions.

### ***Procédures et limitations applicables aux vols non commerciaux***

Le manuel d'exploitation d'XL Airways Germany reprend les types de vols non commerciaux de l'EU-OPS et établit les procédures et limitations associées, avec les personnes pouvant être transportées lors de ces vols :

- ❑ vols de formation : le commandant de bord des vols de formation doit être titulaire d'une licence assortie d'une qualification d'instructeur sur l'avion concerné.
- ❑ vols de contrôle : effectués à l'issue de certaines opérations d'entretien et/ou de réparation et sur demande des autorités de l'aviation civile. Les programmes de ces vols sont décidés par le responsable de l'entretien en accord avec celui des opérations aériennes. Seuls des pilotes expérimentés

peuvent être désignés pour effectuer ces vols, en présence si nécessaire d'ingénieurs ou de mécaniciens. L'équipage doit recevoir un briefing par un agent de la direction de la maintenance sur le but du vol de contrôle, sur le programme de vérifications et sur l'influence sur la navigabilité de l'avion des opérations d'entretien qui ont été effectuées.

- ❑ vols de livraison : lors d'un achat ou de la location d'un avion, entre les installations du constructeur, du vendeur ou du loueur et les installations de la compagnie (et vice-versa) ;
- ❑ vols de convoyage des avions à destination des installations d'entretien ;
- ❑ vols de démonstration : effectués dans le but d'une vente ou d'une publicité ou pour démontrer les caractéristiques de vol à un acheteur potentiel (vols avec des journalistes ou des clients pour la mise en service d'un nouvel avion au sein de la flotte d'XL Airways Germany). Ces vols, lorsque des passagers sont à bord, ne peuvent être combinés à des vols de formation.
- ❑ vols de mise en place d'un avion sur un aéroport pour un vol commercial.

Les procédures décrites dans les spécifications de gestion du maintien de la navigabilité (CAM-MOE) d'XL Airways Germany précisent également à propos des vols de contrôle qu'ils peuvent être effectués :

- ❑ après certaines opérations d'entretien,
- ❑ sur demande de l'exploitant,
- ❑ lors de l'intégration d'un nouvel avion dans la liste de flotte ou
- ❑ sur demande des autorités de l'aviation civile ou du constructeur.

Il est en outre prévu :

- ❑ qu'ils doivent être réalisés selon les recommandations des organismes de production d'avions et à la demande de la direction de l'entretien ;
- ❑ qu'ils doivent recevoir l'autorisation du directeur technique et du responsable des opérations ;
- ❑ qu'aucun passager, à l'exception d'agents de la direction de l'entretien ou des autorités de l'aviation civile directement impliqués dans la réalisation du vol, ne peut être embarqué ;
- ❑ que les équipages doivent être désignés par le responsable des opérations ;
- ❑ que l'ingénieur d'entretien désigné pour réaliser le vol et faire le briefing à l'équipage de conduite doit au moins détenir une licence de maintenance d'aéronefs partie 66. Il doit noter lors du vol tous les résultats des vérifications ;
- ❑ que les programmes de vol sont établis par le service de l'entretien en utilisant si besoin les manuels des organismes de production ;
- ❑ qu'avant le décollage, tous les systèmes vérifiés au cours du vol doivent, dans la mesure du possible, être contrôlés au sol et lors du roulage.

### ***Procédures opérationnelles / limitations***

Les procédures normales opérationnelles utilisées par les équipages XL Airways Germany correspondent aux procédures du manuel de vol et aux procédures d'utilisation normalisées (SOP) du FCOM Airbus.

### **Procédure de récupération de décrochage**

Le chapitre 3.15 de la partie B du manuel d'exploitation (procédure de récupération du décrochage) décrit la procédure de récupération d'approche du décrochage. Il indique qu'une alarme d'approche du décrochage ne peut retentir qu'en loi *directe* ou en loi *alternate*. Dès l'activation de cette alarme, le PF doit :

- avancer les manettes de poussée dans le cran TO/GA ;
- ajuster en douceur l'assiette de l'avion entre 5 et 0 degrés et minimiser la perte de hauteur ;
- mettre les ailes à l'horizontale ;
- en configuration lisse et en dessous du FL 200, réduire la VLS en sélectionnant la configuration 1 ;
- augmenter l'assiette progressivement et avec précaution en même temps que la vitesse augmente, en s'assurant que l'alarme de décrochage ne s'active pas à nouveau ;
- lorsqu'il n'y a plus de risque de collision avec le sol, qu'une vitesse verticale en montée est établie et que la vitesse conventionnelle augmente, rentrer les bords / volets et train comme lors d'une remise de gaz.

Le PNF doit :

- vérifier que la poussée maximum est appliquée ;
- surveiller la vitesse et l'altitude ;
- annoncer toute tendance de rapprochement avec le sol ou de déficit d'accélération.

Le chapitre 2.8 de la partie B du manuel d'exploitation fait également référence à la technique décrite dans le FCOM (cf. paragraphe 1.17.3.3).

### **Documentation utilisée à bord**

Les cartes de la région terminale de Perpignan (SID, STAR et cartes d'approches) ne figurent pas dans la base de données FMS (fournie par Lufthansa Systems) des A320 de la flotte d'XL Airways Germany dans la mesure où Perpignan n'est pas une destination de son réseau.

XL Airways Germany a été autorisée par l'aviation civile allemande à utiliser au moins deux ordinateurs portables dans le poste de pilotage pour remplacer les impressions papier<sup>(47)</sup>. Ces ordinateurs portables ne doivent pas être utilisés par les équipages en-dessous d'une hauteur de 1 000 ft et dans des phases critiques du vol. Ils sont utilisés pour les calculs de performance au décollage à l'atterrissage et les calculs de masse et centrage. Ils contiennent :

- Le manuel d'utilisation de l'avion (FCOM),
- Le manuel d'exploitation de la compagnie (OM, parties A, B et D),
- Le manuel du personnel de cabine,
- Le manuel d'opérations au sol,
- Le manuel de vol de l'avion,
- Les procédures d'utilisation standard (SOP),
- La liste minimale d'équipements (MEL),
- Les cartes de cheminement (en route) et de région terminale.

<sup>(47)</sup> Conformément à l'EU-OPS 1.1040 (m)

European Aeronautical Group est le fournisseur des cartes pour XL Airways Germany. La carte d'approche ILS pour la piste 33 à Perpignan disponible dans les ordinateurs portables de l'équipage (cf. annexe 14) ne présente pas de différences avec la carte officielle du SIA.

### ***Formation des équipages de conduite***

Les formations aux qualifications de type sur A320 des équipages d'XL Airways Germany sont assurées dans des organismes FTO selon les programmes définis par Airbus. Les équipages d'XL Airways Germany ne suivent pas de formation « upset recovery training ». Toutefois, les programmes de chaque séance de simulateur incluent du pilotage en loi directe, nécessitant l'utilisation manuelle du compensateur.

### ***1.17.5.2 Air New Zealand***

#### ***Procédures et limitations applicables aux vols non commerciaux***

Selon le manuel d'exploitation (fleet procedures manual) d'Air New Zealand, des « *operational flight checks* » sont effectués :

- lorsque les vérifications au sol ne permettent pas d'établir que les caractéristiques de vol et l'exploitation d'un avion demeurent inchangées à la suite d'une réparation, d'un ajustement ou du remplacement de systèmes ou d'équipements ;
- après un changement de deux moteurs sur un avion bimoteur ;
- pour permettre à un avion d'effectuer des vols ETOPS ;
- pour des vérifications supplémentaires de l'exploitation de l'avion ou de systèmes, sur demande d'un responsable d'Air New Zealand ;
- avant la réception ou la livraison d'un avion, dans le cadre d'une location ou d'un achat, pour vérifier que l'avion répond aux spécifications entre le fournisseur/bénéficiaire et Air New Zealand. Tous les avions de la flotte d'Air New Zealand doivent être vérifiés et acceptés avant leur mise en service. Cela comprend des inspections au sol et un Operational Flight Check.

Le manuel d'exploitation d'Air New Zealand définit ainsi trois types de vols de contrôle :

- des vols de contrôle pour permettre à un avion d'effectuer des vols ETOPS ;
- des vols de contrôle au cours desquels les procédures standards d'exploitation suffisent pour confirmer l'état de l'avion après certaines opérations de maintenance. Ces vols peuvent être effectués par tous les équipages ;
- des vols de contrôle qui nécessitent l'application de procédures autres que les procédures normales d'exploitation.

Ce troisième type de vol de contrôle, notamment exigé avant la réception ou la livraison d'un avion dans le cadre d'une location ou d'un achat, doit être effectué uniquement avec un équipage approuvé. Lorsque des évolutions ou des procédures qui ne correspondent pas à l'exploitation habituelle de l'avion doivent être réalisées, le vol se fait de jour. Le manuel d'exploitation précise

que le commandant de bord effectuant le vol doit respecter le programme du vol et ses procédures et doit s'assurer que le vol s'effectue de manière sûre. Il doit aussi vérifier avant le vol qu'un espace aérien adéquat est disponible pour effectuer le vol. Pour que le but du vol de contrôle et les conditions liées à ce vol soient bien compris, l'équipage reçoit un briefing sur le programme du vol.

Seuls des pilotes autorisés peuvent effectuer les vols de contrôle qui nécessitent l'application de procédures autres que les procédures normales d'exploitation. Pour être autorisés, ces pilotes doivent avoir une qualification d'instructeur pour la formation à la qualification sur le type de l'avion.

### 1.17.6 Contrat de location du D-AXLA

Le contrat de sous-location de l'avion initialement immatriculé ZK-OJL a été conclu entre Freedom Air Limited (loueur) et AGAIRCOM GmbH (preneur) le 24 mai 2006. Par ce contrat, le loueur et le preneur se sont notamment mis d'accord sur les points suivants :

- ❑ La date d'acceptation de l'avion, spécifiée dans le certificat d'acceptation fourni par le preneur au loueur : mercredi 24 mai 2006 à 21 h 00<sup>(48)</sup>. Ce certificat est fourni par le preneur au loueur pour confirmer qu'il accepte l'avion comme prévu par les conditions du contrat de location. Le certificat précise qu'à cette date d'acceptation, l'utilisation de l'avion et le temps total de fonctionnement des moteurs étaient de 2 946,40 heures de vol et de 956 cycles<sup>(49)</sup>.
- ❑ La date d'expiration du contrat : trente mois après la date de réception de l'avion, soit le 25 novembre 2008 ;
- ❑ La durée de location de l'avion débute à la date d'acceptation de l'avion et se termine à la date d'expiration. Elle peut être prolongée si le preneur ne peut restituer l'avion avant la date d'expiration mais cette prolongation ne constitue pas un renouvellement des termes du contrat de location. Le preneur doit indemniser le loueur pour lui éviter tout préjudice et les loyers supplémentaires qui lui sont dus sont proportionnels au nombre de jours écoulés après la date d'expiration.

Le contrat de location détaille également l'ensemble des conditions de livraison et de restitution de l'avion qui comprennent notamment :

- ❑ Des opérations d'entretien et de peinture en vue de la restitution de l'avion en fin de contrat de location (cf. paragraphe 1.17.7) ;
- ❑ Des vols appelés « *test flights* » devant être effectués avant les dates de livraison et de restitution de l'avion (cf. paragraphe 1.17.8)

<sup>(48)</sup> 25 mai 2006  
à 09 h 00 (NZ  
local time)

<sup>(49)</sup> 2 275 heures de  
vol et 1271 cycles  
pour l'APU

### 1.17.7 Opérations d'entretien

#### 1.17.7.1 Contrat de travail conclu entre XL Airways Germany et EAS Industries

En vue de restituer le D-AXLA à Air New Zealand, XL Airways Germany a contacté EAS Industries en mai 2008. Conformément aux opérations d'entretien prévues par le contrat de location, les actions suivantes ont été demandées :

- une visite 20 mois ;
- une visite 40 mois ;
- un nettoyage extérieur de l'avion, un nettoyage intérieur et une remise en état si besoin du poste de pilotage et de la cabine ;
- une boroscopie complète des moteurs et de l'APU ;
- un décapage complet et la peinture de l'avion aux couleurs d'Air New Zealand.

Pour ce dernier point, les opérations suivantes étaient à effectuer :

- décapage des parties métalliques du fuselage, de la dérive, du plan horizontal réglable et des ailes ;
- ponçage des surfaces en composite sur le fuselage, la dérive avec la gouverne de direction, le plan horizontal réglable et les capots moteur ;
- application des joints d'étanchéité ;
- application d'un prétraitement (wash primer) ;
- fourniture et peinture aux couleurs d'Air New Zealand ;
- vérification des contours de portes et issues et secours ;
- fourniture et installation des logos Air New Zealand ;
- fourniture et installation des marques d'immatriculation sur le fuselage et les ailes ;
- fourniture et installation des inscriptions techniques ;
- équilibrage de la gouverne de direction sans démontage.

Le contrat de travail conclu entre XL Airways Germany et EAS Industries indique que, compte tenu des actions à effectuer, l'immobilisation de l'avion chez EAS Industries était estimée du 3 novembre 2008 en début de matinée au 21 novembre 2008 en fin d'après midi.

#### 1.17.7.2 Déroulement des opérations d'entretien

Le 3 novembre 2008, l'avion a été convoyé à Perpignan chez EAS Industries. Des travaux supplémentaires ont été rajoutés à l'ensemble des opérations d'entretien en cours de visite. Les travaux ont été achevés le 27 novembre 2008 vers 14 h 30 et le certificat de remise en service du D-AXLA a été délivré par EAS Industries avant le vol.

#### **Opérations de peinture**

L'avion a été repeint aux couleurs d'Air New Zealand, suivant un ordre de travail<sup>(50)</sup> qui définit les zones à traiter (fuselage, nacelles des moteurs, plan horizontal et dérive) et le travail à effectuer (décapage, ponçage et peintures). Il comprend les plans et le dossier de peinture spécifié dans la procédure. Il ne fait pas référence à l'AMM de l'A320.

<sup>(50)</sup>Ordre de travail N° 542778.

Compte tenu du nombre de couches de peinture présentes sur le fuselage de l'avion à son arrivée chez EAS Industries, le décapage chimique n'a pas été suffisant et un ponçage supplémentaire du fuselage et des ailes a été nécessaire, ce qui a immobilisé l'avion les 10, 12, 13 et 14 novembre 2008. Les actions demandées ont été effectuées d'après le calendrier suivant :

	DATE	TRAVAIL EFFECTUE
Novembre 2008	Mercredi 5	Nettoyage et dégraissage des traces d'huile et de graisse sur le ventre de l'avion.
	Jeudi 6 vendredi 7 samedi 8	Masquage complet de l'avion avant décapage du fuselage et des ailes en utilisant du scotch aluminium.
	Samedi 8 dimanche 9	Décapage chimique du fuselage et des ailes.
	Lundi 10	Rinçage du fuselage et des ailes après décapage <sup>(51)</sup> . Vérification du décapage.
	Lundi 10 mercredi 12 jeudi 13 vendredi 14	Ponçage du fuselage et des parties en composite.
	Samedi 15	Rinçage du fuselage et vérification du ponçage. Masquage du fuselage en utilisant du scotch papier. Application du Wash Primer puis du primaire sur le fuselage.
	Dimanche 16	Application de trois couches de peinture blanche sur le fuselage.
	Lundi 17	Préparation, masquage et peinture des capots des moteurs.
	Mardi 18 mercredi 19	Ponçage des ailes.
	Jeudi 20	Préparation, rinçage, masquage des ailes (scotch papier).
	Vendredi 21	Application de la peinture grise : ailes, ventre du fuselage et plan horizontal.
	Samedi 22	Application de la peinture bleue sur dérive. Mise en place du logo sur le fuselage.
	Dimanche 23	Mise en place du logo sur la dérive. Démasquage complet de l'avion.
Lundi 24	« Rinçage » <sup>(52)</sup> à l'eau claire par deux agents d'EAS Industries (un manœuvrant la nacelle, le second arrosant le fuselage) pendant 15 à 20 minutes afin d'éliminer la poussière déposée sur le haut du fuselage. Mise en place des lettrages techniques.	

<sup>(51)</sup>Les protections en scotch aluminium ayant servi au décapage restent en place pour le nettoyage.

<sup>(52)</sup>Le terme « rinçage » correspond au terme employé par EAS Industries pour qualifier l'opération de dépoussiérage de l'avion effectué par les deux agents. Ce terme est utilisé dans la suite du rapport.

Pendant ces opérations, les sondes d'incidence ont été protégées par :

Tâche de travail	Désignation	Couleur	Identification
Décapage / Nettoyage	Papier kraft	Marron	Cellulose
	Adhésif aluminium (débordant sur le fuselage par rapport à la sonde)	Aluminium	Largeur 50 mm et 25 mm Colle : Acétate de polyvinyle
Peinture	Papier kraft	Marron	Cellulose
	Adhésif papier	Crème	Largeur 50 mm : ruban en fibres de cellulose. Largeur 25 mm : ruban en polychlorure de vinyle. Colle : Acétate de polyvinyle
		Orange	Largeur 9 mm et 25 mm Ruban : Polychlorure de vinyle. Colle : Acétate de polyvinyle.

N.B. : EAS Industries utilise pour certaines tâches de travail une matière plastique translucide en polyéthylène.

Toutefois, le « rinçage » du 24 novembre 2008 a été effectué sans protection sur les sondes d'incidence avec une lance à incendie sans embout branché sur le réseau général d'adduction d'eau. La pression d'eau de ce réseau est de l'ordre de 300 kPa et le débit d'environ 5 500 litres par heure. Les agents d'EAS Industries ayant effectué ce rinçage n'ont pas considéré l'application du jet d'eau comme une opération d'entretien. Il n'a pas été possible de déterminer avec exactitude la distance et l'angle entre le jet et le fuselage lors de ce rinçage au voisinage des sondes d'incidence.

Le D-AXLA a été sorti du hangar à l'issue des opérations de peinture le lundi 24 novembre 2008. Il est resté à l'extérieur pour les tests électriques et moteurs jusqu'au départ le jeudi 27 novembre 2008.

EAS Industries indique que les opérations de peinture ont été effectuées sous la responsabilité du chef d'équipe peinture par :

- six peintres d'EAS Industries, dont le chef d'équipe peinture. Ils ont une formation de peintre et ont reçu une familiarisation sur avion
- un peintre intérimaire
- quatre manutentionnaires
- quatre peintres en sous-traitance de la société AIR P.A.

Un contrôleur peinture a supervisé ces opérations.

#### **1.17.8 « Tests flights » prévus par le contrat de location**

Le contrat de location du D-AXLA entre Air New Zealand et XL Airways Germany indique que des vols appelés « *test flights* » doivent être effectués pour vérifier l'état de l'avion et s'assurer de sa conformité aux conditions du contrat :

- au minimum trois jours avant la date de livraison de l'avion avec un équipage de conduite d'Air New Zealand. L'avion est exploité sur le certificat de transporteur aérien d'Air New Zealand. Cinq représentants ou observateurs d'XL Airways Germany peuvent être présents à bord.
- au minimum trois jours avant la date de restitution de l'avion à Air New Zealand avec un équipage de conduite d'XL Airways Germany. L'avion est exploité sur le certificat de transporteur aérien d'XL Airways Germany. Cinq représentants ou observateurs d'Air New Zealand peuvent être présents à bord.

Le contrat précise que ces vols doivent être menés conformément à des « *Airbus check flight procedures* » (procédures de vol de contrôle d'Airbus), d'un commun accord entre les deux exploitants. La durée du vol ne doit pas être supérieure à deux heures.

##### **1.17.8.1 Programme des « test flights »**

En début d'année 2006, Air New Zealand a décidé de louer deux A320 de sa flotte, immatriculés ZK-OJL et ZK-OJK, pour faire correspondre la capacité de sa flotte A320 à la demande de trafic. Il s'agissait pour Air New Zealand de la première location d'avions de sa flotte de type A320. Des accords de location ont été trouvés avec les exploitants XL Airways Germany et TAM (Brésil) pour louer coque-nue, respectivement le ZK-OJL et le ZK-OJK.

Des contacts ont été pris entre Air New Zealand et ces deux compagnies à propos des conditions dans lesquelles devaient se dérouler les vols de remise de ces deux avions. Compte tenu de l'âge des avions et de leurs capacités de tests intégrés, Air New Zealand envisageait de réduire la durée de ces vols en limitant les vérifications. XL Airways Germany a indiqué vouloir juste vérifier le comportement de l'avion en vol et lors d'une approche au cours d'un vol d'une durée d'une heure. A la demande de TAM qui, en raison d'une mauvaise expérience lors d'une précédente location d'avions avec une autre compagnie, tenait à suivre le programme de vol décrit dans le manuel ISATM d'Airbus, le responsable technique d'Air New Zealand a demandé ce manuel au correspondant d'Airbus en Nouvelle-Zélande. Celui-ci lui a remis une copie de ce manuel le 10 mai 2006 après lui avoir fait signer une lettre de mise en garde qui indiquait que le manuel ISATM :

- ❑ avait été créé pour les équipages d'essais d'Airbus, en considérant leur expérience et leurs qualifications ;
- ❑ était fourni pour information seulement à Air New Zealand et qu'il ne pouvait pas servir de manuel de vol pour Air New Zealand ;
- ❑ était un document confidentiel qui ne pouvait être transmis sans l'autorisation d'Airbus.

Compte tenu de cette mise en garde, la référence utilisée pour l'élaboration du programme des vols prévus par les contrats de location n'a pas été le manuel ISATM mais la copie, dont disposait Air New Zealand, du manuel CAM utilisé lors de la remise de ses nouveaux A320 par Airbus. Ce manuel CAM correspond au manuel CAM générique d'Airbus complété, à la demande d'Air New Zealand pour la réception de tous ses A320 neufs, des vérifications *Alternate Law* et MMO issues du manuel SA SHOPPING LIST. Cette demande d'ajout de la vérification *Alternate Law* par Air New Zealand avait pour but d'approfondir les connaissances et l'exploitation de cette loi de commande pour les pilotes participant aux vols de démonstration d'Airbus avant la réception des avions.

La première version du document « *Operational Flight Check* » (OFC) pour l'A320 a ensuite été établie par Air New Zealand par comparaison des vérifications en vol du manuel CAM personnalisé avec le document OFC utilisé pour les B737, pour assurer un certain niveau de standardisation entre tous les documents OFC de la flotte d'Air New Zealand.

Cette première version de document OFC ne comporte pas de vérifications au sol et ne reprend pas de manière exhaustive l'ensemble des vérifications prévues dans la section liée au vol du manuel SA CAM. Les vérifications du comportement de l'avion à basse vitesse entre le FL 140 et le FL 100 (LO SPEED CHECKS GENERAL et LO SPEED - CONF FULL) ont ainsi été supprimées dans la mesure où aucune vérification similaire ne figurait dans le document OFC des B737. Néanmoins, les vérifications décrites dans le document OFC et le manuel SA CAM sont similaires ; elles sont détaillées en fonction de la phase de vol :

Mise en route des moteurs	Préparation cabine Préparation du vol
Roulage	
Décollage	Décollage (TO/GA) Après rotation
Montée	Montée initiale Montée au FL 310
Croisière	Croisière au FL 310 – 300 kt Montée au FL 390 – Mach 0.78
Descente	Descente au FL 140 Descente et croisière au FL 140 – Vitesse à convenance
Approche et atterrissage	Approche Première Approche (atterrissage automatique) Remise de gaz en automatique Seconde approche (atterrissage en manuel) Atterrissage en manuel
Roulage et arrêt des moteurs	Roulage Arrêt des moteurs

Le 10 mai 2006, cette version de document OFC a été envoyée à la compagnie XL Airways Germany ainsi qu'à la compagnie TAM au Brésil, en leur précisant que ce programme basé sur le manuel CAM était suffisant pour répondre aux besoins des vols de remise d'un avion de moins d'un an.

En fonction des réponses de ces deux compagnies, cette version de document OFC a été modifiée ; deux documents OFC différents (un pour XL Airways Germany et un pour TAM) ont ainsi été créés pour répondre à leurs demandes.

XL Airways Germany a répondu une semaine plus tard et demandait à ce que le programme du vol décrit dans le document OFC soit révisé à l'arrivée des deux pilotes de la compagnie prévue le 20 mai 2006 à Christchurch (Nouvelle-Zélande). Après discussions sur le contenu du vol et le document OFC entre les personnes d'Air New Zealand et XL Airways Germany présentes à Christchurch pour le vol, les vérifications à basse vitesse en configuration FULL (page du document OFC intitulée « *Descent FL 140 cont'd* ») et la sortie du train d'atterrissage en secours ont été insérées au programme du document OFC pour la remise de l'A320 à XL Airways Germany :

Mise en route des moteurs	Préparation cabine Préparation du vol
Roulage	
Décollage	Décollage (TO/GA) Après rotation
Montée	Montée initiale Montée au FL 310
Croisière	Croisière au FL 310 – 300 kt Montée au FL 390 – Mach 0.78
Descente	Descente au FL 140 Descente et croisière au FL 140 – Vitesse à convenance « <b>Descent FL 140 cont'd</b> »
Approche et atterrissage	Approche Première Approche (atterrissage automatique) Remise de gaz en automatique <b>Sortie du train d'atterrissage en secours</b> Seconde approche (atterrissage en manuel) Atterrissage en manuel
Roulage et arrêt des moteurs	Roulage Arrêt des moteurs

N.B. : le 25 mai 2006, la compagnie TAM a accepté le programme détaillé dans la version du document OFC qu'elle avait reçue quinze jours plus tôt. Elle a toutefois demandé à ajouter les vérifications du taux de fuite cabine, de l'efficacité du système d'air conditionné et du dégivrage des moteurs, ce qu'Air New Zealand a accepté.

### ***Vérifications à basse vitesse dans le document OFC (cf. annexe 15)***

Les vérifications à basse vitesse sont décrites dans la page du document OFC intitulée « *DESCENT FL 140 cont'd* ». Ce titre de page est la seule référence indiquée d'altitude pour effectuer la vérification à basse vitesse en configuration atterrissage. Il n'y a pas de vérification préliminaire de la masse de l'avion et de la position de son centre de gravité.

La description des vérifications à basse vitesse dans le document OFC est identique à celle du manuel SA CAM en configuration atterrissage. Cependant, l'équipage ne doit pas aller jusqu'à la protection alpha max. Il doit constater l'arrêt de l'auto-trim (activation de l'alpha prot) et l'activation de la fonction alpha floor, qu'il doit désactiver.

Les vitesses VLS et Vmin sont également indiquées dans un tableau, en bas de page sous la description des vérifications à basse vitesse, pour les moteurs IAE, avec une tolérance respectivement de plus ou moins 3 et 4 kt. A la masse de 53,7 tonnes au moment de la vérification, le document OFC indique une vitesse VLS de 123 kt et une vitesse minimum de 107 kt.

N.B. : les vitesses indiquées par le document SA CAM dépendent du type de moteurs. La référence de vitesses du document OFC correspond à des moteurs CFM mais les vitesses indiquées sont conformes aux vitesses du manuel SA CAM pour des moteurs IAE.

#### ***1.17.8.2 « Test flight » avant réception par XL Airways Germany***

Le vol de vérification avant réception par XL Airways Germany s'est déroulé à Christchurch le 21 mai 2006 et a duré 1 h 30. Le programme du document OFC – XL Airways Germany a été suivi. L'équipage était composé :

- de deux pilotes d'Air New Zealand ;
- d'un agent d'Air New Zealand en place premier observateur, pour observer et coordonner les vérifications en vol.

Les trois membres d'équipage avaient effectué une séance de simulateur de vol pour se familiariser avec le contenu du programme du document OFC élaboré en vue de la location à XL Airways Germany.

Le commandant de bord du vol de l'accident et le responsable de la formation d'XL Airways Germany étaient présents à bord de ce vol, en tant qu'observateurs. Ils avaient convenu avant le vol avec l'équipage d'Air New Zealand que la sortie du train d'atterrissage en secours ne serait pas effectuée.

### 1.17.8.3 « Test flight » avant restitution à Air New Zealand

Plusieurs messages électroniques ont été échangés dès le début du mois de novembre 2008 entre Air New Zealand et XL Airways Germany à propos du « test flight » en vue de la restitution du D-AXLA à Air New Zealand. Une personne du centre des opérations d'XL Airways Germany a tout d'abord indiqué que XL Airways Germany utilisait pour ce type de vol le programme d'Airbus Industries. Le pilote d'Air New Zealand a demandé au commandant de bord d'utiliser le même document OFC que lors du vol de livraison effectué le 22 mai 2006 en précisant qu'il s'agissait d'une version réduite du document d'Airbus. Le commandant de bord a accepté mais a également indiqué au pilote d'Air New Zealand que « *in the near past, we did not perform any such flight tests* » mais que « *before that, years ago, we purely followed the Airbus flight test program* ».

Le commandant de bord et le pilote d'Air New Zealand ont également convenu que le vol serait effectué par un équipage de conduite d'XL Airways Germany et que le pilote d'Air New Zealand observerait et complèterait le document OFC depuis le siège central du poste de pilotage.

Compte tenu de la durée d'immobilisation initialement prévue de l'avion pour les opérations d'entretien, un vol de convoyage entre Perpignan et Francfort était prévu le 21 novembre 2008. L'heure du départ était programmée à 19 h 05 et la durée du vol était estimée à 1 h 10 min. A la demande du pilote d'Air New Zealand sur la possibilité d'effectuer toutes les vérifications lors de ce vol de convoyage compte tenu des restrictions des espaces aériens, le commandant de bord a indiqué que dans la mesure où il s'agissait d'un vol de nuit, le manuel d'exploitation ne permettait pas d'effectuer des « *exercices* ». Il prévoyait de faire les vérifications le lendemain matin du vol de convoyage lors d'un vol de contrôle / réception au départ de Francfort, ce qui permettrait d'éviter toute contrainte liée à la gestion du trafic aérien. Le commandant de bord a également indiqué que les ingénieurs d'Air New Zealand pouvaient voyager comme passagers sur le vol de convoyage mais que pour le vol de contrôle / réception, seules les personnes nécessaires pour la réalisation de ce vol pouvaient être à bord.

Lors de leurs échanges par messages électroniques, le commandant de bord et le pilote d'Air New Zealand qualifient :

- le vol par les termes « *flight check* » ou « *acceptance and check flight* »,
- le programme du vol par les termes « *flight test program/schedule* ».

Les opérations d'entretien ayant pris du retard en raison du nombre plus élevé de couches de peinture sur l'avion et de travaux d'entretien que ce qui était initialement prévu par le contrat de travail signé entre XL Airways Germany et EAS Industries, le vol pour effectuer les vérifications du document OFC et le vol de convoyage ont été reportés tout d'abord au 24 novembre puis au 27 novembre 2008. Il n'a pas été possible de déterminer si l'équipage d'XL Airways Germany avait eu connaissance du prolongement de deux jours de la durée de location du D-AXLA après la date d'expiration du contrat de location (25 novembre 2008).

### **Plans de vol déposés par le centre des opérations d'XL Airways Germany**

Le 25 novembre 2008, le centre des opérations d'XL Airways a demandé à EAS Industries de vérifier auprès de « l'AIS<sup>(53)</sup> local » sur quelle route pouvait se faire un vol de formation (« *training flight* ») d'une durée de deux heures et un niveau de vol supérieur au FL 310. EAS Industries a répondu le 26 novembre 2008 que ce type de demande n'était pas traité par EAS Industries et qu'un appel téléphonique à la tour de contrôle de Perpignan permettrait peut-être d'obtenir les informations demandées.

Le commandant de bord a demandé au centre des opérations de remplir deux plans de vol de la circulation aérienne :

- ❑ le premier pour un vol de convoyage et de formation au départ et à destination de Perpignan ;
- ❑ le second pour un vol de mise en place au départ de Perpignan et à destination de Francfort.

Le centre des opérations d'XL Airways Germany a déposé le plan de vol le mercredi 26 novembre 2008 à 20 h 03 pour le vol de vérifications du lendemain, au départ et à l'arrivée de Perpignan. L'indicatif du vol mentionné était GXL888T<sup>(54)</sup>. Pour préciser le type et la nature du vol, il a indiqué N pour un vol de transport aérien non-régulier en case 8 (type de vol) et RMK/FERRY TRNG FLIGHT en case 18 (renseignements divers) du plan de vol. L'heure estimée de départ de l'aire de stationnement indiquée dans le plan de vol est 12 h 30 et la durée totale estimée du vol est de 2 h 35 min. La route et le plan de vol figurent en annexe 16.

Le niveau de vol maximal indiqué dans le plan de vol était le FL 390.

Deux messages d'accusé de réception et de traitement du plan de vol le 27 novembre 2008 à 11 h 19 et 14 h 27 indiquent que l'heure estimée de départ de l'aire de stationnement a été décalée à 14 h 00 puis à 14 h 30. L'avion a quitté l'aire de stationnement à 14 h 33.

Le plan de vol pour le vol de convoyage de Perpignan à Francfort a été déposé par le centre des opérations d'XL Airways Germany le 27 novembre 2008 à 9 h 48. L'heure estimée de départ de l'aire de stationnement indiquée dans le plan de vol est 15 h 30 et la durée totale estimée du vol est de 1 h 44 min. A 14 h 46, sur proposition de la contrôleuse d'approche à l'équipage, le plan de vol a été décalé de trente minutes. Le vol était défini comme un vol de transport aérien non régulier et la remarque FERRY POSN FLT apparaissait en case 18 du plan de vol.

### **Entraînement des équipages pour le vol de vérifications**

Le pilote d'Air New Zealand n'avait jamais effectué ce type de vol. Il a effectué, seul, deux séances de simulateur de vol A320 en suivant le programme du document OFC avant son départ pour Perpignan. Entre les deux séances de simulateur, il avait discuté des vols de démonstration Airbus (et notamment du rôle de l'ingénieur d'essais) avec un pilote d'Air New Zealand ayant déjà participé à plusieurs de ces vols.

L'équipage d'XL Airways Germany n'a suivi aucune formation particulière pour ce vol.

<sup>(53)</sup>Service  
d'Information  
Aéronautique

<sup>(54)</sup>T pour Training  
ou Technical

## Vérifications effectuées lors du vol

Phases de vol		Programme OFC	Vérifications réalisées au cours du vol du 27 novembre 2008
Au sol	Préparation cabine Préparation du vol	Généralités cabine Avant mise en route Mise en route Après mise en route Roulage	
	Roulage		
Décollage	Décollage TOGA	Avant décollage Vérification du taux de poussée Acquisition de poussée	effectué
	Après rotation	Systèmes de vol automatique Rentrée du train d'atterrissage	effectué
Montée au FL310	Montée initiale Montée au FL 310	Système auto poussée Commandes de vol (loi <i>normale</i> ) Systèmes de vol automatique Systèmes (pages ECAM) Systèmes de communication Systèmes de navigation	effectué effectué effectué effectué effectué
Croisière	Croisière au FL310	Paramètres réacteurs Trims avion	effectué
	Croisière au FL390 – Mach 0.78	Démarrage APU	effectué
Descente	Descente au FL 140	Système d'antigivrage de la voilure Survitesse MMO (au-dessus du FL250) Survitesse VMO (sous le FL250) Commandes de vol (loi <i>alternate</i> )	effectué effectué effectué FL 200 effectué FL 120 effectué FL 120
	Descente et croisière au FL140 – Vitesse à convenance	Alimentation ECS à partir du prélèvement APU Basse vitesse – configuration full	débuté à 4 080 ft.
Approche et atterrissage	Première Approche (autoland)	Généralités avion ILS Radio-altimètre Annonces VS	
	Remise de gaz en automatique (à 1 000 ft AGL)	Systèmes de vol automatique Sortie du train en secours	
	Seconde approche (en manuel) Atterrissage en manuel	Généralités avion Commandes de vol  Déploiement des destructeurs de portance Freinage automatique	
Roulage et arrêt des moteurs	Roulage Arrêt des moteurs		

## 1.18 Renseignements supplémentaires

### 1.18.1 Témoignages

#### 1.18.1.1 *Technicien de maintenance d'XL Airways Germany*

Un technicien de maintenance de XL Airways Germany en charge de la coordination des opérations de maintenance avec EAS Industries a indiqué que les pilotes d'XL Airways sont arrivés de Montpellier vers 11 h 00. Le commandant de bord l'a contacté avec son téléphone mobile au numéro du bureau prêté par EAS Industries. Les cinq représentants néozélandais sont ensuite arrivés en fin de matinée.

Il a effectué une inspection visuelle extérieure de l'avion pendant environ vingt minutes et s'est assuré que les surfaces qui avaient été protégées étaient bien dégagées.

Lorsqu'il est entré dans le poste de pilotage, peu avant le départ, les pilotes d'XL Airways Germany étaient installés aux commandes, le pilote néozélandais était sur le siège central et un mécanicien d'Air New Zealand sur le strapontin. Il ne sait pas s'ils devaient changer de place avant le départ. Les autres personnes étaient debout dans la cabine. Il a vu le commandant de bord sortir son téléphone portable et le poser à l'arrière de la console centrale. Il ne sait pas si le commandant de bord l'a repris par la suite et s'il était en fonctionnement.

L'avion a décollé peu après que le technicien en soit sorti. Le vol devait, à sa connaissance, comporter un vol local puis une approche aux instruments et un posé-décollé, avant un départ pour Francfort/Main.

L'équipage et le pilote d'Air New Zealand s'étaient réunis pendant environ une heure dans une salle des locaux d'EAS Industries.

Entre 15 h 35 et 15 h 45, il a reçu quatre ou cinq appels téléphoniques sur le poste fixe du bureau prêté par EAS Industries. Lors du premier appel, personne n'a parlé et il n'a pas pu identifier son interlocuteur. Il lui a semblé que le deuxième appel venait du poste de pilotage, sans qu'il soit en mesure d'identifier la personne appelant. Lors de l'appel suivant, il a entendu une personne communiquant à la radio et une deuxième voix disant « Gear Up » ; il était en ligne, personne ne parlait. Lors du dernier appel, un collègue a répondu à sa place (voir ci-après).

#### 1.18.1.2 *Témoignage d'un second technicien de maintenance d'XL Airways*

Ce technicien a répondu au dernier appel sur le téléphone fixe et a identifié qu'il provenait du poste de pilotage. Selon lui, il est resté en ligne entre 40 et 45 secondes pendant lesquelles plusieurs alarmes ont retenti sans qu'il puisse les reconnaître. Il a également entendu quelqu'un crier mais n'a pas pu identifier la personne.

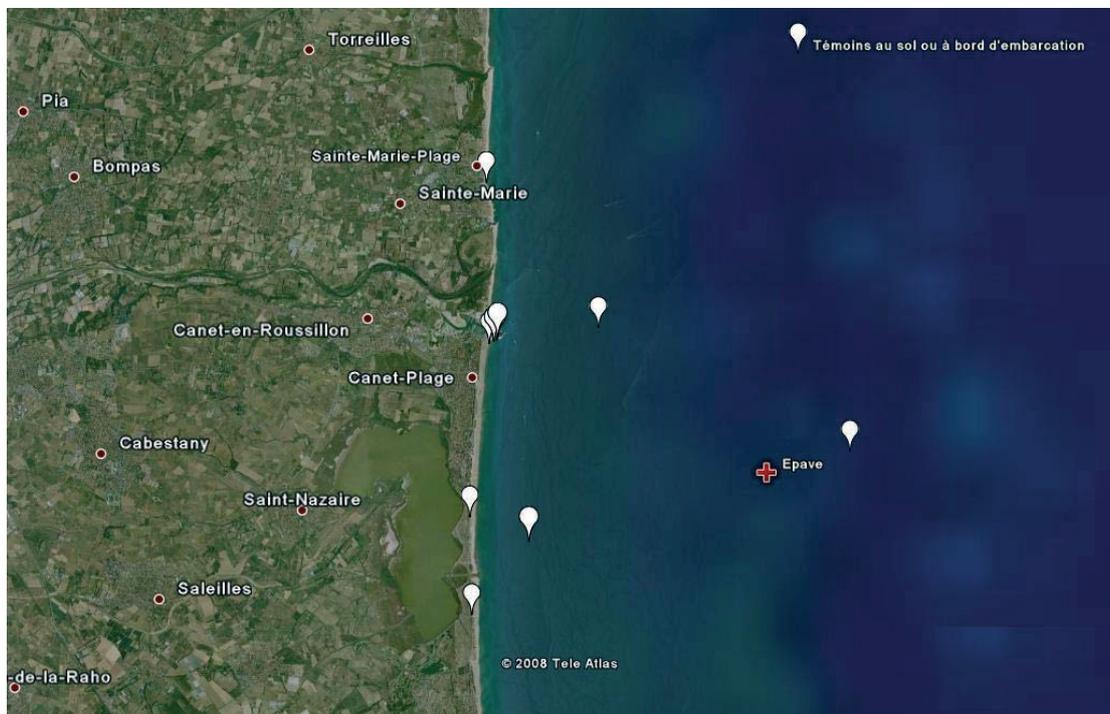
#### 1.18.1.3 *Contrôleuse d'approche*

La contrôleuse d'approche a indiqué que le trafic était faible et qu'elle n'a pas noté d'anomalies en ce qui concerne les échanges avec l'équipage du D-AXLA.

Après avoir autorisé l'avion à l'approche VOR DME ILS pour la piste 33, elle a constaté sur son écran que sa vitesse était élevée et que cela pouvait perturber la régulation avec le trafic précédent, un B737. Elle a alors demandé à deux reprises à l'équipage de réduire sa vitesse. Après lui avoir demandé de contacter la tour, elle a aperçu sur son écran une déviation de trajectoire vers la gauche. La perte de contact radar est intervenue peu après. Après avoir mis en veille le service SSLIA, elle a téléphoné au bureau de piste et a reçu dans le même temps un appel du SAMU.

#### 1.18.1.4 Témoins oculaires

De nombreuses personnes ont vu la fin du vol de l'avion. Ces personnes étaient réparties sur la côte entre Sainte-Marie et Saint-Cyprien. Des plaisanciers et des pêcheurs se trouvaient à bord de trois bateaux à proximité de la zone de l'accident.



Malgré quelques différences qui s'expliquent par les angles de vue différents, ces témoignages permettent de décomposer la fin du vol en trois phases principales :

- ❑ L'avion est aperçu en palier au-dessus de la mer en approche vers la côte. Ceux qui ont entendu les moteurs précisent avoir été surpris et attirés par le bruit d'une accélération forte, régulière et sans ratés. Plusieurs personnes évoquent un bruit semblable à celui d'un avion en cours de décollage.
- ❑ Quelques secondes après l'augmentation de régime des moteurs, tous les témoins voient l'avion prendre brutalement une assiette à cabrer qu'ils évaluent entre 60 et 90 degrés. La plupart voient l'avion disparaître derrière une couche nuageuse. Le bruit des moteurs est toujours constant et régulier.

- ❑ L'avion reparaît après quelques secondes avec une forte assiette à piquer. Au cours de la descente, cette assiette semble augmenter et l'avion heurte la mer. Des témoins se souviennent du « vrombissement » très fort entendu jusqu'à l'impact.

L'équipage d'un voilier qui a vu l'A320 entrer en collision avec la surface de la mer à environ 500 mètres sur l'avant gauche du voilier a contacté par radio le CROSSMED.

### **1.18.2 Appels téléphoniques**

Pendant l'approche, cinq appels téléphoniques ont été émis à partir du téléphone portable du commandant de bord vers le téléphone du bureau prêté par EAS Industries à XL Airways Germany. Ils ne correspondent pas à une tentative volontaire du commandant de bord de contacter le bureau prêté par EAS Industries mais à des rappels du dernier numéro composé avant le vol par une pression intempestive sur le bouton d'appel du téléphone.

### **1.18.3 Vols du B737-800 immatriculé D-AXLH et exploité par XL Airways Germany**

#### ***But du vol et contexte***

En fin de contrat de location, le Boeing 737-800 immatriculé D-AXLH se trouvait à Perpignan pour des travaux d'entretien (visite 30 mois) chez EAS Industries. Le contrat de location prévoyait un vol à la fin de la période de location. Ce vol, initialement prévu le 24 novembre a été reporté à deux reprises avant d'être fixé au 27 novembre 2008. Le départ était prévu à 7 h 15.

Dans la soirée du 25 novembre 2008, l'équipage a été informé qu'avant le vol de convoyage du D-AXLH vers Francfort, un vol devrait être effectué avec un représentant du loueur (ILFC). Lors d'une communication téléphonique avec le commandant de bord (en tant que responsable des opérations), il a appris que :

- ❑ le programme du vol lui serait communiqué la veille du vol,
- ❑ les décisions d'effectuer ou pas les vérifications de ce programme seraient à la convenance du commandant de bord,
- ❑ le vol devait se faire de manière vigilante.

Le programme du vol, d'une cinquantaine de pages, a été fourni à l'équipage d'XL Airways Germany quinze minutes avant l'heure prévue de départ de l'aire de stationnement. L'équipage a lu le programme. Le départ de l'aire de stationnement a eu lieu à 7 h 43.

#### ***Plans de vol de la circulation aérienne***

Comme pour le D-AXLA, deux plans de vol de la circulation aérienne ont été déposés par le centre des opérations :

- ❑ le premier pour un « *test flight* » au départ et à destination de Perpignan ;
- ❑ le second pour un vol de convoyage et de mise en place au départ de Perpignan et à destination de Francfort.

Les demandes du centre des opérations d'XL Airways Germany pour le dépôt des plans de vol du D-AXLA concernaient également ces vols du D-AXLH. Le centre des opérations a déposé le plan de vol le mercredi 26 novembre 2008 à 17 h 36 pour le vol au départ et à l'arrivée de l'aérodrome de Perpignan le lendemain. L'indicatif du vol mentionné était GXL032T. Pour préciser le type et la nature du vol, il a indiqué N pour un vol de transport aérien non régulier en case 8 (type de vol) et TEST FLIGHT en case 18 (renseignements divers) du plan de vol. L'heure estimée de départ de l'aire de stationnement indiquée dans le plan de vol était 7 h 00 et la durée totale estimée du vol était de 2 h 43 min. La route indiquée dans le plan de vol était identique à celle indiquée dans le plan de vol du D-AXLA au départ et à l'arrivée de l'aérodrome de Perpignan. Le niveau de vol maximal indiqué était le FL 410.

### ***Déroulement du vol***

Le commandant de bord a indiqué avoir suivi le programme du vol sans problème. Le niveau de vol maximal a été le FL 410. Après environ une heure et quarante minutes de vol, à 8 000 ft au-dessus de l'aéroport de Perpignan, il a demandé au contrôleur d'approche d'activer le plan de vol retour vers Francfort. L'atterrissage à Francfort a eu lieu à 11 h 03.

Le contrôleur d'un secteur du CRNA sud-ouest a renseigné une FNE vers 8 h 30. Il a assimilé le vol GXL032T à un « *vol d'essai* » qui aurait dû se faire en CER. Il a indiqué que l'équipage de ce vol n'avait pas suivi le plan de vol déposé et que le CRNA sud-ouest n'avait pas été prévenu de la nature du vol. Il a également mentionné que les demandes de paliers lors de la montée et les incertitudes sur les intentions de l'équipage avaient nécessité de nombreuses coordinations avec les autres secteurs de contrôle.

## **1.18.4 Autres événements**

### ***1.18.4.1 Sondes d'incidence bloquées lors d'un vol de contrôle***

Un événement sur A320 a été rapporté par une compagnie aérienne après la publication du rapport d'étape. Les circonstances de cet événement ont été déterminées à partir de documents d'entretien, du compte-rendu matériel de l'avion et du témoignage du copilote.

Cet exploitant avait défini des procédures relatives aux vols de contrôle. Ceux-ci étaient prévus :

- pour vérifier le bon fonctionnement de l'avion et de ses équipements après une grande visite d'entretien,
- après certaines opérations d'entretien,
- lors de la réception d'un nouvel avion.

Il avait établi un programme pour ces vols de contrôle. Ce programme pour l'A320 était basé sur le manuel d'Airbus de démonstration au client (SA CAM) et avait évolué à partir du retour d'expérience sur ces vols. Des procédures avaient également été définies pour la planification et la préparation de ces vols de contrôle avec les organismes de contrôle. La composition des

équipes était établie à partir d'une liste de pilotes et de personnels de l'entretien habilités à effectuer ce type de vol. Chaque membre d'équipage reçoit son habilitation après avoir suivi une formation minimum comprenant des séances de simulateur et des vols de contrôle en tant qu'observateur.

Au mois d'août 2002, un vol de contrôle a été effectué sur un A320 sortant de visite de type D et de chantier de peinture. Au cours du décollage, une série de messages sont apparus à l'ECAM et la loi de commande est passée en loi *alternate*. Le message CHECK GW est apparu au MCDU. L'équipage a décidé de ne pas poursuivre le vol, qui a duré trente-six minutes.

Au sol, toutes les sources électriques ont été coupées. Une réinitialisation des FWC et des FAC a ensuite été effectuée, ainsi qu'un test AFS.

Un deuxième départ a été prévu environ une heure plus tard pour effectuer le programme. Le copilote était PF. Le vol s'est déroulé normalement jusqu'aux vérifications à basse vitesse, réalisées tout d'abord en configuration lisse. L'équipage a vérifié la masse de l'avion qui était d'environ 54 tonnes. Le programme à disposition de l'équipage indiquait, pour cette masse et en configuration lisse, une V alpha prot de 171 kt (+/- 4 kt) et une V alpha max de 152 kt (+/- 4 kt). Le PF a placé les manettes de poussée sur le cran IDLE tout en gardant une main sur la roue de trim. L'équipage a noté l'absence d'arrêt de l'autotrim et a décidé de poursuivre la vérification. La fonction *alpha floor* ne s'est pas déclenchée. Le PF a constaté que la vitesse était inférieure de dix nœuds à la V alpha max attendue. L'équipage a senti l'avion s'enfoncer et le commandant de bord a décidé d'interrompre la vérification. Le PF a effectué une manœuvre similaire à une récupération de décrochage. Il n'y a pas eu d'alarme de décrochage.

Les messages contenus dans le PFR indiquent qu'au cours du deuxième vol, l'ADR 2 a été rejetée par les ELAC 1 et 2 au moment estimé de la vérification à basse vitesse en configuration lisse. Au sol, les personnels d'entretien ont effectué les tests « CFDS – ADR 1(2)(3) AOA SENSOR TEST » pour les trois sondes. Le test sur la sonde 1 a indiqué une sonde bloquée à 5 degrés. Un blocage de la sonde 3 a été constaté au cours de la vérification manuelle de la liberté de mouvement. Les trois sondes d'incidence ont été examinées chez leur constructeur.

Note : les sondes d'incidence de cet avion étaient de marque Thalès. Ces sondes d'incidence répondent au test d'imperméabilité correspondant à la catégorie W du standard RTCA DO 160 C (cf. 1.16.1.2). Le rapport de test d'imperméabilité effectué dans le cadre de la certification des sondes d'incidence Thalès montre que, comme pour les sondes d'incidence de marque Goodrich, la plaque de fixation utilisée lors du test est positionnée de manière différente de celle installée sur avion.

L'examen des sondes a mis en évidence pour chaque sonde d'incidence:

- la présence de traces de peinture blanche sur l'embase mobile et la partie fixe des sondes,
- un couple résistant de la girouette hors tolérance,
- la présence de résidus boueux provenant du décapage et d'eau dans le corps des sondes,
- une oxydation de certains éléments internes.

Le compte-rendu d'examen indique qu'un givrage des résidus boueux et de l'eau a probablement conduit au blocage des sondes lors du vol.

Sur un autre A320 du même exploitant, des valeurs anormales d'incidence ont également été relevées lors d'un vol de contrôle. Les trois sondes ont subi un examen en atelier qui a révélé la présence de fluide dans le corps de deux d'entre elles.

#### **1.18.4.2 Incident grave survenu en janvier 2009 à un Boeing 737-700**

L'événement s'est produit le 12 janvier 2009 au Royaume-Uni (immatriculation de l'avion G-EZJK et référence de l'enquête EW/C2009/01/02) lors d'un vol non commercial. Il a été qualifié d'incident grave par l'AAIB.

L'équipage du Boeing 737-700 doit effectuer un vol de sortie d'entretien combiné avec un vol de démonstration client en vue du transfert de l'avion, en fin de contrat de location, entre deux exploitants. Le vol de sortie d'entretien devait permettre de vérifier en vol la gouverne de profondeur sans assistance hydraulique pour identifier des forces asymétriques sur les commandes de vol.

L'ensemble des vérifications pendant le vol n'a pas été effectué suivant le manuel d'entretien Boeing (AMM) du Boeing 737-700 mais suivant un programme de vol de démonstration établi par l'exploitant.

Pendant la vérification de la gouverne de profondeur sans assistance hydraulique, réalisée au FL 150, les interrupteurs d'alimentation hydraulique des commandes de vol ont été sélectionnés en position OFF et l'avion est parti en descente sans que le pilote en fonction ne puisse le contrer. La tentative de récupération par le PF a entraîné l'avion dans une descente avec un taux de descente élevé qu'il a pu stopper à une altitude de 5 600 ft.

Lors du vol précédent, le commandant de bord avait essayé de déceler d'éventuelles anomalies et avait trouvé que le réglage du compensateur était proche des limites. Il ne l'avait pas mentionné dans l'ATL mais l'avait seulement indiqué au personnel d'entretien à son arrivée. Pendant les opérations d'entretien, l'interprétation de cette indication a conduit à une correction du compensateur de la gouverne de profondeur dans le mauvais sens.

#### **1.18.5 Message de sécurité de la FAA**

Le 10 décembre 2008, la FAA, autorité de l'aviation civile des Etats-Unis, a émis un message de mise en garde aux exploitants (Safety Alert for Operators) qui recommande à ceux-ci, dans la mesure de leurs moyens d'analyse, d'exploiter les enregistreurs de paramètres à l'issue des vols non commerciaux de manière à identifier d'éventuelles dérives de procédures (cf. annexe 17).

En effet, le National Transportation Safety Board (homologue du BEA aux Etats-Unis) a déterminé que, dans les dix dernières années, 25 % des accidents sur avions à turbine s'étaient produits lors de vols non commerciaux tels des vols de convoyage ou de mise en place. Deux facteurs ont contribué à ces accidents, le non-respect des procédures standards d'exploitation ou le non-respect des limitations de l'avion.

## 2 – ANALYSE

### 2.1 Analyse de la séquence d'événements ayant conduit à l'accident

#### 2.1.1 Contexte du vol

Le contrat de location entre Air New Zealand et XL Airways Germany prévoyait l'exécution d'un vol lors de la réception de l'avion et d'un autre vol lors de sa restitution, qualifiés de « *test flights* ». Il était établi dans ce contrat que le programme de ces vols devait être en accord avec les « *Airbus Check Flight procedures* ». Or, il apparaît que les vols de contrôle de ce type ne sont pas décrits dans les documents du constructeur. Air New Zealand a donc soumis à XL Airways Germany un programme de vérifications en vol élaboré à partir de celui utilisé par Airbus pour les vols de démonstration aux clients dans le cadre de la livraison d'un avion neuf. C'est sur la base de ce programme qu'ont été réalisés le vol de transfert de l'avion en mai 2006 et le vol de l'accident.

#### 2.1.2 Planification et préparation du vol

En novembre 2008, lorsque le pilote d'Air New Zealand a contacté le commandant de bord par message électronique à propos du vol prévu en fin de contrat de location, il lui a envoyé le document contenant le programme de vérifications qui avait été élaboré en mai 2006. D'après les échanges de messages électroniques, le commandant de bord ne semblait pas se rappeler de ce document alors qu'il avait été observateur lors du « *test flight* » effectué le 21 mai 2006 à Christchurch. Comme il avait déjà participé à un vol de démonstration Airbus lors de la réception d'un A320 neuf en 2004, il a indiqué au pilote d'Air New Zealand qu'il avait déjà utilisé des procédures Airbus pour ce type de vol. Il a accepté d'utiliser le document pour le vol tout en précisant qu'XL Airways Germany ne pratiquait pas ce type de vol. Les deux pilotes ont également convenu que le pilote d'Air New Zealand occuperait le siège central du poste de pilotage comme observateur et qu'il compléterait le document au cours du vol.

Entre les premiers échanges de messages électroniques et la préparation du vol, il s'est passé une quinzaine de jours. Le commandant de bord, qui utilisait dans un premier temps, les termes « *check/acceptance flight* » ou « *flight test* » dans ses messages électroniques au pilote d'Air New Zealand, a ensuite utilisé le terme de « *ferry/training flight* ». Cette confusion du commandant de bord vient sans doute du fait :

- ❑ qu'il ne s'agissait pas d'un vol de contrôle à l'issue d'opérations d'entretien ;
- ❑ que ce vol ne correspondait à aucun des vols non-commerciaux prévus par l'EU-OPS et décrits dans le manuel d'exploitation d'XL Airways Germany ;
- ❑ que la réception et la restitution des autres avions en location de la flotte d'XL Airways Germany se déroulaient sans programme spécifique et toujours lors des vols de convoyage.

Dès la phase de préparation, la réalisation de ce vol n'entraînait donc pas dans un cadre bien défini. Cela a demandé de la part de ceux qui le réalisaient de nombreuses adaptations et improvisations pour mener à bien leur mission.

Le centre des opérations d'XL Airways Germany a demandé à EAS industries des instructions pour pouvoir effectuer un « *training flight* ». La réponse d'EAS Industries, qui dispose d'un agrément pour les vols de contrôle à l'issue d'opérations d'entretien, suggérait de contacter directement l'organisme du contrôle aérien de Perpignan. Le commandant de bord a donc demandé au centre des opérations de déposer un plan de vol de formation et de convoyage au départ et à destination de Perpignan.

Dès son arrivée le 27 novembre 2008 à Perpignan vers 11 h 00, le commandant de bord a contacté par téléphone, comme il l'avait prévu, un contrôleur de la tour de contrôle de Perpignan. Le commandant de bord a vraisemblablement supposé pouvoir disposer d'un secteur de vol spécifique pour évoluer en fonction du programme de vérifications prévu pour le vol qu'il a qualifié au téléphone de « *test flight* ». Il a mentionné au contrôleur son intention de ne pas atterrir à Perpignan à la fin de ce vol pour repartir directement vers Francfort. Le fait que le D-AXLA sortait d'une visite d'entretien a amené le contrôleur à considérer que le dépôt du plan de vol avait été coordonné avec EAS Industries et que de ce fait les autorisations nécessaires pour ce type de vol avaient été obtenues. A l'issue de cette communication téléphonique, le commandant de bord était vraisemblablement conforté dans l'idée qu'il pourrait suivre le programme de vol prévu.

Le personnel d'Air New Zealand est arrivé dans les locaux d'EAS Industries en fin de matinée, ce qui a permis de procéder à un briefing avant le vol. Il n'a pas été possible de connaître le contenu de ce briefing et la teneur des discussions entre les pilotes d'XL Airways Germany et le pilote d'Air New Zealand qui se rencontraient pour la première fois. Ils ont convenu d'embarquer les ingénieurs d'Air New Zealand et de l'aviation civile néozélandaise pour ne pas avoir à atterrir à Perpignan à l'issue du premier vol et ainsi ne pas perdre de temps entre les deux vols prévus, les plans de vol ayant été décalés de deux heures.

### **2.1.3 Gestion et conduite du vol**

De la préparation du poste de pilotage au roulage, le vol se déroule conformément aux procédures d'XL Airways Germany, même si le pilote d'Air New Zealand est présent dans le poste de pilotage. Le commandant de bord est PF et le copilote est PNF. Les échanges dans le poste de pilotage ne laissent apparaître ni inquiétude quant au vol, ni tension au sein de l'équipage. Il ressort cependant de ces échanges que le suivi du programme de vérifications, venant s'ajouter aux procédures standards, va augmenter significativement la charge de travail. Deux types de briefings sont ainsi conduits :

- ❑ des briefings standards entre PF et PNF, associés à la conduite du vol et réalisés en langue allemande ;
- ❑ des briefings entre le commandant de bord et le pilote d'Air New Zealand, dédiés aux vérifications prévues par le programme et réalisés en langue anglaise.

Deux canaux de communication s'établissent donc naturellement, l'un entre les deux pilotes d'XL Airways Germany et l'autre entre le commandant de bord et le pilote d'Air New Zealand. Le copilote est ainsi moins impliqué dans la réalisation des vérifications. Cela a tendance à l'isoler dans ces phases de vol et perturbe la répartition habituelle des tâches.

Pendant la montée, plusieurs vérifications du programme sont effectuées de manière détendue et professionnelle.

Le contrôleur du secteur du CRNA qui prend l'avion en compte avait eu connaissance des difficultés de coordination entre secteurs, rencontrées cinq heures plus tôt pour répondre aux demandes de manœuvres de l'équipage du vol GXL032T du B737-800 d'XL Airways Germany. Les deux vols (GXL888T et GXL032T), au départ de l'aérodrome de Perpignan où se trouve l'organisme d'entretien EAS Industries, ainsi que les demandes particulières de l'équipage du vol GXL032T ont conduit le contrôleur à assimiler ces vols à des « vols d'essais » qui n'avaient pas fait l'objet de demandes adéquates par l'exploitant<sup>(55)</sup>. Le contrôleur a alors estimé que le plan de vol déposé ne permettait pas la réalisation des manœuvres demandées, et les a refusées à l'équipage du vol GXL888T, comme la réglementation en donne la possibilité.

<sup>(55)</sup>Cf. paragraphe 1.17.2.2

Le commandant de bord qui avait pris le soin de contacter à la fois EAS Industries et l'organisme de la circulation aérienne de Perpignan, s'est retrouvé confronté, sans vraiment comprendre pourquoi, au refus du contrôleur d'accéder à ses demandes, mais a accepté sans insister la décision du contrôleur. Le rejet par le contrôleur de la demande de manœuvre contraire néanmoins le déroulement de la suite du vol. Le commandant de bord, en accord avec le pilote d'Air New Zealand, décide alors de ne plus suivre de manière stricte et systématique le programme de vérifications. L'annonce par le contrôleur que les « vols d'essais » et les manœuvres demandées ne peuvent être réalisés en CAG a certainement incité l'équipage à ne plus du tout solliciter les contrôleurs aériens jusqu'à la fin du vol pour effectuer certaines vérifications de leur programme.

Les vérifications effectuées par la suite vont de fait être influencées et conditionnées par les circonstances du vol et seront réalisées selon une logique de gestion des opportunités. Le commandant de bord communique principalement avec le pilote d'Air New Zealand à propos des vérifications du programme et prend à plusieurs reprises le contrôle des radiocommunications avec les contrôleurs du CRNA sud-ouest. Il n'y a pas de transfert formel des fonctions de communications entre les deux membres d'équipage d'XL Airways Germany. Le commandant de bord devient néanmoins de plus en plus actif dans la conduite et la gestion du vol, ce qui a pour conséquence directe d'isoler un peu plus le copilote.

A 15 h 00 min 54, l'équipage est autorisé à monter au FL 320 qu'il atteint environ deux minutes plus tard. Selon l'enregistrement du SSFDR, entre 15 h 04 et 15 h 06, les sondes d'incidence 1 et 2 se bloquent jusqu'à la fin du vol à des valeurs d'incidence locale quasi-identiques et cohérentes avec des valeurs d'incidence de croisière, sans que l'équipage le perçoive.

<sup>(56)</sup>Le plan de vol avait été déposé pour une durée totale de 2 h 35.

Comme les contraintes liées au contrôle aérien ne permettent pas de se conformer au programme prévu, l'équipage décide de faire demi-tour à 15 h 10, soit vingt-quatre minutes après le décollage<sup>(56)</sup>. Le vol étant écourté, le commandant de bord et le pilote d'Air New Zealand réalisent de nombreuses vérifications durant la descente et l'approche, ce qui confirme leur désir d'effectuer intégralement le programme.

#### 2.1.4 Vérification à basse vitesse en configuration atterrissage

A 15 h 37 min 54, dès la fin de la vérification des commandes de vol en loi *alternate* et alors que l'avion est en descente vers le FL 80, le pilote d'Air New Zealand lit la vérification à basse vitesse en configuration atterrissage du programme. A nouveau, comme lors de la première évocation de cette vérification, il ne mentionne ni l'altitude, ni les valeurs des vitesses caractéristiques indiquées dans le document du programme. A la fin de cette lecture, l'équipage n'effectue pas immédiatement la vérification correspondante comme il l'avait fait précédemment pour les autres. Cette décision est probablement liée aux conditions IMC et au fait que l'équipage est autorisé à l'approche. Le commandant de bord envisage même de ne pas effectuer cette vérification.

<sup>(57)</sup> Annonce du passage de l'avion sous les nuages, déconnexion du pilote automatique et demande au pilote d'Air New Zealand de ce qu'il veut faire.

Environ deux minutes plus tard, l'interruption subite<sup>(57)</sup> du briefing approche par le commandant de bord suggère qu'il est prêt à débiter une nouvelle vérification. Le pilote d'Air New Zealand interprète cette initiative comme un signal pour débiter la vérification à basse vitesse. Bien que le commandant de bord ait considéré que les conditions de vol en IMC constituaient un facteur ne permettant pas d'effectuer cette vérification, il n'a pas pris en compte l'altitude à laquelle se trouvait l'avion et le retour en VMC a pu représenter pour lui la dernière opportunité de pouvoir l'effectuer avant la nuit.

La vérification débute à 15 h 43 min 41. La vitesse de l'avion est de 167 kt et son altitude de 4 084 ft. Entre cet instant et 15 h 45 min 05, soit une minute et vingt-quatre secondes plus tard, la charge de travail augmente rapidement. L'absence de coordination préalable et de répartition des tâches précise, déjà observée au cours du vol, se manifeste de manière encore plus évidente. Le commandant de bord commande la configuration de l'avion alors que s'intercalent les indications lues par le pilote d'Air New Zealand pour réaliser la vérification à basse vitesse. A cela s'ajoutent les radiocommunications, conséquence directe de la réalisation de la vérification pendant l'approche sans en informer la contrôleuse d'approche. La situation se complique davantage dans la mesure où l'équipage a demandé une approche interrompue suivie d'un départ immédiat vers Francfort nécessitant des échanges supplémentaires avec la contrôleuse d'approche. C'est donc dans ce contexte extrêmement chargé, que débute la manœuvre à basse vitesse.

<sup>(58)</sup>Cf. 1.16.2. Comme les vitesses caractéristiques n'avaient pas été rappelées au cours du briefing, les pilotes n'ont pas détecté que leurs valeurs étaient erronées.

La décélération de l'avion correspond à celle demandée par la vérification (1 kt/s). Les vitesses caractéristiques<sup>(58)</sup> affichées sur le bandeau de vitesses, inférieures à la vitesse indiquée, n'ont pas constitué un signal de nature à modifier le plan d'action de l'équipage. L'attente passive du déclenchement des protections, influencée par la confiance dans le fonctionnement des systèmes de l'avion et l'absence de conscience du risque, tend à montrer que le

commandant de bord et le pilote d'Air New Zealand ont abordé la manœuvre comme une démonstration du fonctionnement des protections en incidence plutôt que comme une vérification.

### 2.1.5 Perte de contrôle

Lorsque l'alarme de décrochage retentit, le commandant de bord réagit en plaçant les commandes de poussée sur le cran TO/GA et en diminuant l'assiette, conformément aux procédures.

L'action à piquer n'est cependant pas suffisante pour que le système de compensation automatique fasse varier la position du stabilisateur horizontal, qui a été progressivement braqué jusqu'à la butée à cabrer par ce même système lors de la décélération. Le commandant de bord contrôle un départ en roulis à gauche, provoqué par le décrochage. L'incidence élevée de l'avion et les mouvements en roulis engendrant une dissymétrie, un écart de vitesse entre les ADR 1 et 2 apparaît. Cet écart, en augmentant, provoque le rejet des trois ADR par les FAC puis les ELAC. Le système de commandes de vol passe alors en loi *directe*. Il est probable que l'équipage ne s'en soit pas rendu compte en raison de la situation d'urgence et de l'alarme sonore de décrochage couvrant notamment l'alarme de changement de loi de commandes de vol. Le pilote d'Air New Zealand a, par son annonce « *alpha floor we're in manual* », probablement estimé que la fonction alpha floor s'était déclenchée et que de fait le pilote automatique s'était déconnecté.

L'avion reprend rapidement de la vitesse sous l'effet conjugué de l'augmentation de la poussée et de la diminution de l'assiette. Sous l'effet conjugué de la poussée, de la vitesse qui augmente et du stabilisateur horizontal toujours en butée à cabrer, l'avion subit un moment cabreur que le commandant de bord ne parvient pas à contrer, même avec le mini-manche en butée à piquer. Les échanges entre les pilotes à ce moment montrent qu'ils ne comprennent pas le comportement de l'avion. En particulier, le manque de réactivité de l'avion à l'action à piquer n'attire pas leur attention sur la position du stabilisateur horizontal et la perte de la fonction de compensation automatique.

L'assiette de l'avion augmente fortement et sa vitesse décroît au point de le rendre pratiquement incontrôlable, les gouvernes devenant inefficaces du fait de la faible vitesse et de l'incidence élevée. L'avion décroche à nouveau, cette fois-ci de manière irrécupérable compte tenu de l'altitude de l'avion et sans action de l'équipage sur la roue de compensation et sur les manettes de poussée.

La perte de contrôle a donc été occasionnée par une remise de gaz effectuée avec une position du stabilisateur horizontal en position plein cabrer. Cette position et la poussée des réacteurs ont rendu le contrôle en tangage impossible. Il est à noter qu'à aucun moment, le PF n'a actionné la commande du stabilisateur de profondeur ni réduit la poussée et que le PNF n'est pas intervenu. Cela semble indiquer qu'aucun d'eux n'avait conscience que le système de compensation automatique, qui exonère le pilote d'actions pour

compenser l'avion, n'était plus disponible. En l'absence de préparation et d'anticipation du phénomène, l'habitude d'avoir à disposition le système de compensation automatique rend difficile le retour à un pilotage impliquant de compenser manuellement.

Il convient de préciser que même si d'un point de vue réglementaire les limitations de temps de vol et de service ont été respectées, la durée de veille des deux pilotes d'XL Airways Germany depuis leur réveil, avant 4 h 30 pour la mise en place, jusqu'à l'accident à 15 h 46 a pu altérer leur performance au cours du vol, et particulièrement pendant la phase d'approche.

## 2.2 Sondes d'incidence

### 2.2.1 Origine du blocage

Les valeurs d'*incidence locale* 1 et 2 enregistrées par le SSFDR sont restées figées depuis le FL 320 jusqu'à l'impact avec la surface de la mer. Il n'a pas été possible de déterminer l'évolution au cours du vol de la valeur d'*incidence locale* 3 qui n'est pas enregistrée. Le déclenchement de l'alarme de décrochage montre toutefois que la sonde d'incidence 3 fonctionnait à la fin du vol.

Les valeurs constantes et quasi-identiques d'*incidence locale* 1 et 2 suggèrent une cause commune à ce dysfonctionnement. La réponse des systèmes au cours du vol étant cohérente avec des valeurs d'*incidence locale* constantes, cela permet de limiter l'origine du dysfonctionnement aux hypothèses suivantes :

- ❑ un défaut simultané des chaînes d'acquisition de chaque valeur d'incidence locale,
- ❑ un blocage physique et quasi-simultané des deux girouettes.

Or, l'indépendance de chaque chaîne d'acquisition (sonde d'incidence et ADR associé) ainsi que l'absence d'alarme liée au déclenchement des surveillances effectuées par chaque ADR rend la première hypothèse hautement improbable. De plus, le fonctionnement de l'ensemble des systèmes de l'avion peut être expliqué par des valeurs erronées d'incidence en sortie des sondes associées. Il n'est ainsi pas plausible que des perturbations externes électromagnétiques, comme par exemple les ondes émises par le téléphone portable du commandant de bord, aient pu affecter de cette manière le fonctionnement des systèmes.

L'analyse des enregistrements des paramètres d'incidence des douze derniers mois du D-AXLA n'a révélé aucune anomalie du comportement des sondes. Les examens et les tests électriques effectués sur les circuits d'alimentation et sur les résolveurs ne révèlent aucun indice pouvant laisser supposer que les sondes d'incidence étaient défectueuses avant l'accident. L'introduction des fragments retrouvés à l'intérieur du corps des sondes est consécutive à l'impact.

Le blocage physique et quasi-simultané des girouettes à des valeurs d'incidence identiques exclut la panne mécanique. Il ne peut être expliqué que par les conditions environnementales qui agissent de la même manière et simultanément sur les deux sondes d'incidence. La faible humidité relative de la masse d'air lors du vol ainsi que l'absence d'alarme liée à la perte de la fonction de réchauffage des sondes d'incidence lors du vol permettent d'écarter un givrage externe des girouettes. Seule peut alors être envisagée la possibilité d'un blocage interne.

### 2.2.2 Opérations de peinture

La présence de peinture de couleur jaune sous la peinture blanche de la plaque de fixation de la sonde d'incidence 1, identique à celle présente lorsque le D-AXLA était encore aux couleurs de Freedom Air (cf. paragraphe 1.16.1.7), indique que cette partie de l'avion n'a pas été décapée par les agents d'EAS Industries avant l'application de la peinture blanche correspondant à sa nouvelle livrée. Cette partie de l'avion a été masquée lors du décapage et il est fort probable que les parties autour des sondes d'incidence 2 et 3 l'ont été également. Cela n'a donc pas rendu possible la pénétration de décapant chimique à l'intérieur des sondes. D'après les examens effectués sur les sondes d'incidence 1 et 2, les peintures appliquées par EAS Industries n'ont pas non plus pénétré à l'intérieur des sondes, ce qui aurait pu les amener à se bloquer.

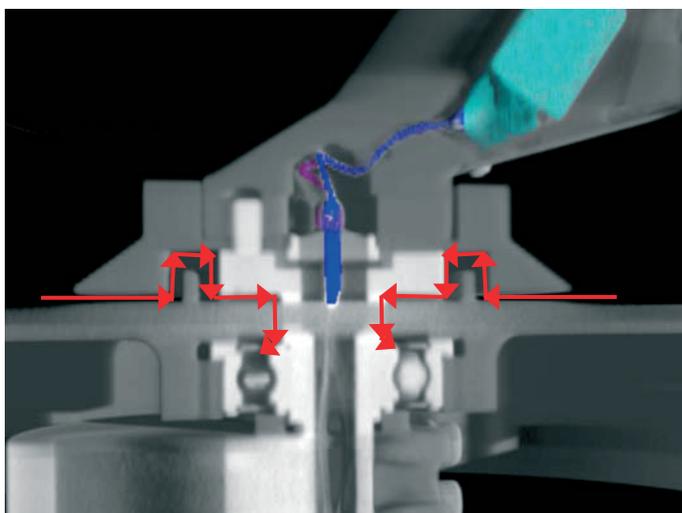
Compte tenu de l'épaisseur de peinture présente sur le fuselage, le décapage chimique de l'avion n'a pas suffi et un ponçage complet de l'avion, qui n'était pas prévu, a été alors nécessaire. A l'issue de ce ponçage et de l'application de la peinture, les produits (papier, ruban adhésif) utilisés pour le masquage de l'avion ont été enlevés.

Avant la mise en place des lettrages techniques, cinq jours après le ponçage des ailes, le D-AXLA a été rincé à l'eau claire pour enlever la poussière accumulée sur le haut du fuselage<sup>(59)</sup>. Compte tenu de la surface à dépoussiérer, l'application de ce jet d'eau, effectuée pendant quinze à vingt minutes, permettait certainement un gain de temps non négligeable par rapport à l'utilisation de chiffons comme le préconise la procédure de peinture. Le fait que l'application du jet d'eau pour dépoussiérer l'avion n'ait pas été considérée comme une opération d'entretien, montre que les agents qui effectuent les opérations de peinture ne sont pas nécessairement familiarisés avec toutes les précautions à prendre lors de ces opérations. Même si les règlements techniques (Part 145, M et 66) n'évoquent pas précisément les opérations de peinture ou de nettoyage, celles-ci ne requérant, en principe, pas d'action de dépose et de repose d'ensembles de composants ou de systèmes particuliers, le suivi des « règles de l'art » et l'application des procédures appropriées des manuels de maintenance doivent servir de référence. Par ailleurs, outre la procédure de nettoyage, les procédures d'EAS Industries font référence à un « *rinçage* » après le décapage d'un avion dont les protections de masquage sont encore en place et lors de la préparation des surfaces avant les opérations de peinture. De même, la procédure de nettoyage d'Airbus comprend une sous-tâche de « *rinçage* » d'avion avec des protections de masquage.

<sup>(59)</sup>L'origine de cette poussière est certainement le ponçage des ailes qui s'est déroulé après l'application de la peinture sur le fuselage.

Les sondes d'incidence n'étaient pas protégées lors du rinçage de l'avion à l'eau claire et de l'eau a pénétré à l'intérieur d'au moins deux des trois sondes d'incidence (les sondes d'incidence 1 et 2). Cette eau a stagné à l'intérieur des sondes pendant les trois jours où l'avion est resté à l'extérieur des locaux d'EAS Industries avant le vol de l'accident. Les températures rencontrées lors de la montée ont provoqué la congélation de cette eau et le blocage de la sonde d'incidence. Les joints toriques d'étanchéité des sondes d'incidence ne présentaient pas de traces d'endommagement antérieur à l'impact avec la surface de la mer. Ils n'ont donc pas contribué à la pénétration de l'eau à l'intérieur des sondes d'incidence.

Compte tenu des résultats des tests sur banc et en vol (cf. paragraphe 1.16.1.9), il est vraisemblable qu'une faible quantité d'eau ayant pénétré à l'intérieur du roulement supérieur (selon le cheminement indiqué sur le schéma ci-dessous) suite à des conditions d'arrosage spécifiques suffit à provoquer, en congelant, le blocage de ce roulement et de fait de la sonde d'incidence.



### 2.2.3 Exposition des sondes d'incidence à une projection d'eau

Les tests réalisés sur banc et en vol, ainsi que les événements présentés dans le rapport (cf. paragraphe 1.18.4), montrent la possibilité de blocage des sondes d'incidence par congélation de liquide ayant pénétré à l'intérieur de leur corps depuis l'extérieur lorsque les procédures prévoyant l'exposition des sondes à des fluides ne sont pas suivies. La lettre d'information d'Airbus adressée aux exploitants et aux organismes d'entretien (cf. paragraphe 1.17.3.1), ainsi que les procédures d'entretien (peinture, nettoyage...) rappellent les précautions à prendre pour éviter tout risque de pénétration de liquide à l'intérieur des sondes d'incidence, qui ne sont pas conçues pour être imperméables.

Le blocage des sondes d'incidence a des conséquences sur la mesure directe de l'incidence par les sondes d'incidence mais également sur les systèmes de l'avion utilisant cette mesure. Les sondes d'incidence ne sont pas conçues pour être imperméables mais doivent répondre à certaines exigences de certification. Ces critères reposent sur des standards de performance qui n'ont pas évolué depuis plusieurs dizaines d'années. Le standard de performance relatif aux équipements d'alerte de décrochage requiert, pour l'imperméabilité

des sondes d'incidence, que celles-ci continuent de fonctionner correctement lorsqu'elles sont soumises à de la pluie et à un givrage modéré. Les sondes d'incidence sont conformes au niveau de performance minimal défini par le TSO C54 et, selon Airbus et Goodrich, aucun exploitant ne leur a signalé en exploitation normale de problème lié à l'imperméabilité des sondes d'incidence. Ceci tend à confirmer l'adéquation du niveau de performance, défini par le TSO C54, des sondes d'incidence dans toutes les conditions opérationnelles.

Les tests d'imperméabilité qui ont été réalisés dans le cadre de la qualification des sondes d'incidence ne sont cependant pas représentatifs des conditions en exploitation, les conditions d'installation des sondes d'incidence lors de ces tests étant différentes de celles sur les avions de la famille A320. Au cours de l'enquête, l'exposition à un écoulement d'eau, selon les critères du test d'imperméabilité correspondant à la catégorie R du RTCA DO 160 C, sur une sonde d'incidence installée avec une plaque de fixation identique à celle utilisée sur avion n'a révélé aucune trace d'eau à l'intérieur du corps de la sonde (cf. paragraphe 1.16.1.2). Pour provoquer la pénétration d'eau à l'intérieur des sondes d'incidence du D-AXLA, les conditions d'exposition à l'eau de ces sondes d'incidence lors du rinçage de l'avion à l'eau claire trois jours avant le vol de l'accident, sans application de la tâche de rinçage de la procédure de nettoyage, et en particulier sans protection sur les sondes d'incidence, ont donc été plus sévères que celles des tests d'imperméabilité ou celles rencontrées dans la vie de l'avion.

## **2.3 Vols non commerciaux prévus par les accords de location**

### **2.3.1 Statut**

Aucune référence aux vols qui sont effectués dans le cadre du transfert d'un avion entre le loueur et le preneur, en début et en fin de contrat de location, n'est faite dans l'ensemble des dispositions relatives à la location d'avions (OACI, textes à portée communautaire ou extracommunautaire). Pour les locations coque-nue, cette absence peut s'expliquer par le fait que le maintien de la navigabilité de l'avion loué, exploité sous le certificat de transporteur aérien du preneur, suffit à garantir la sécurité de son exploitation et ne nécessite donc pas d'effectuer des vols particuliers lors du transfert de l'avion.

Pour les loueurs, dont le nombre ne cesse d'augmenter (compagnies aériennes, constructeurs d'avions, sociétés de leasing, banques et institutions financières), les critères qui permettent de réaliser le maintien de navigabilité ne suffisent pas d'autant plus que les avions peuvent être loués de nombreuses fois au cours de leur vie. Pour un preneur qui reçoit un avion ou un loueur qui récupère son avion, la réalisation d'un vol prévu dans l'accord de location peut ainsi permettre d'évaluer l'état de l'avion en conditions réelles et de demander d'éventuels travaux complémentaires pour éviter après sa réception des coûts imprévus. S'il est prévu d'effectuer ce type de vol dans un accord de location, l'exploitant s'adapte en qualifiant le vol en fonction de ce qui est décrit dans son manuel d'exploitation (vol de convoyage et de formation pour le vol de l'accident). Les nombreuses qualifications employées pour le vol de l'accident

témoignent de la difficulté que peuvent avoir les exploitants pour définir, préparer et réaliser ces vols :

- ❑ *Test flight* selon l'EU-OPS et l'accord de location,
- ❑ *Operational Flight Check* par Air New Zealand,
- ❑ *Acceptance flight* par le commandant de bord.

Les loueurs ou les preneurs n'ont pas forcément d'exigences particulières pour les vols non commerciaux prévus par les accords de location, comme le montre l'absence d'exigences d'XL Airways Germany dans le cadre de la location de ses avions. Ils peuvent néanmoins avoir des exigences spécifiques et demander alors le suivi d'un programme de vol contenant un certain nombre de vérifications (cf. paragraphes 1.17.3.2 et 1.17.8.1). Si le but du vol est de détecter des anomalies qui ne seraient pas liées au maintien de la navigabilité, la vérification du fonctionnement de certains systèmes lors du vol semble inopportune, inutile. Le fait que ces exigences ne soient pas systématiques peut amener les exploitants à préparer et à exécuter ces vols selon un programme de vérifications de manière improvisée et hors du cadre de leur manuel d'exploitation.

### 2.3.2 Réalisation

Le vol a été effectué en circulation aérienne générale selon le plan de vol déposé avec les contraintes imposées par le programme de vérifications. La charge de travail de l'équipage a ainsi été augmentée par les gestions distinctes du vol et du suivi du programme. L'absence de cadre pour la réalisation de ce type de vol a conduit à une dérive de l'équipage dans la réalisation de ces deux missions. La seconde mission est devenue prioritaire et a été en conflit avec la première, notamment lors de l'approche avec la décision d'effectuer la vérification à basse vitesse. Ce conflit a été d'autant plus difficile à résoudre que la présence d'une troisième personne dans le poste de pilotage a influé sur les décisions de l'équipage et sur la conduite du vol. Les deux pilotes d'XL Airways Germany et le pilote d'Air New Zealand ont ainsi constitué une équipe de travail atypique pendant le vol.

Le caractère particulier de ce type de vol amène de fait à faire réaliser un programme d'essais et de vérifications, élaboré par les constructeurs en coopération avec des ingénieurs d'essais, par des pilotes de ligne qui ne sont pas formés à cette activité et qui n'ont pas d'expérience dans ce domaine. Les pilotes d'essais prennent en compte les éléments inattendus tels que des pannes techniques, ce qui les conduit à détecter rapidement une anomalie, donc à réagir plus vite. De plus, ces vols sont le plus souvent réalisés dans des secteurs spécifiques dans lesquels les équipages d'essais reçoivent l'assistance d'un contrôleur d'essais dédié, essentielle pour le bon déroulement et la sécurité de ces vols.

Or, les exploitants qui pratiquent ce type de vol n'ont en général pas à leur disposition au sein de leur effectif de pilotes et d'ingénieurs d'essais formés pour pouvoir les entreprendre dans des conditions satisfaisantes de sécurité. Ils font donc appel à leurs propres équipages en choisissant des pilotes ayant

beaucoup d'expérience, souvent instructeurs. Les pilotes de ligne ou les pilotes instructeurs de ligne n'ont cependant pas les mêmes compétences et formations que les pilotes d'essais. Même s'ils ont eu la possibilité d'assister à un vol de réception avec un équipage d'essais utilisant un tel programme (comme c'était le cas pour le commandant de bord), la seule observation du travail de l'équipage d'essais ne suffit pas pour comprendre l'activité, se l'approprier et l'utiliser plus tard.

Pendant le vol, l'intention de l'équipage était de vérifier le fonctionnement de l'avion et de ses systèmes. L'approbation de remise en service de l'avion ayant été délivrée, le bon fonctionnement de l'avion et de l'ensemble des systèmes n'était pas seulement attendu mais il était certainement évident dès le départ du vol pour les trois pilotes présents dans le poste de pilotage. L'absence de référence aux vitesses VLS et Vmin avant de débiter la vérification ainsi que le manque de surveillance de la vitesse conventionnelle confirment la confiance des trois pilotes présents dans le poste de pilotage et tendent à montrer qu'ils n'avaient pas suffisamment considéré le risque associé à la manœuvre particulière à basse vitesse en décidant de la réaliser à basse hauteur.

## 2.4 Fonctionnement des automatismes

Lorsque l'incidence réelle a augmenté, le blocage des sondes d'incidence 1 et 2 à des valeurs proches a provoqué le rejet des informations anémométriques pourtant valides de l'ADR 3. Ce rejet est effectué par vote sans vérification de la cohérence des paramètres les uns par rapport aux autres. L'équipage n'a pas eu connaissance de ce rejet, si ce n'est indirectement par la perte de la capacité d'approche CAT 3 DUAL.

Les faibles valeurs de vitesses caractéristiques n'ont pas attiré l'attention de l'équipage. Du fait du blocage des sondes d'incidence, le calcul des vitesses caractéristiques était erroné et le déclenchement des protections en incidence en loi *normale* était rendu impossible. Les valeurs des vitesses correspondant aux protections en incidence (Vaprot et Vamax) étaient proportionnelles à la vitesse conventionnelle de l'avion (cf. paragraphe 1.16.2). L'affichage du message ambre CHECK GW sur les MCDU<sup>(60)</sup>, conséquence de l'écart entre les masses calculées d'une part par le FAC, à partir de l'incidence, et d'autre part par le FMS, à partir de la masse au décollage et de la consommation de carburant, aurait pu permettre de détecter cette anomalie. Ce message n'est cependant associé à aucune alarme sonore, ce qui contribue à en réduire l'importance.

A l'approche du décrochage et compte tenu de la dynamique du vol et de la complexité des affichages, les changements automatiques dans les lois de pilotage peuvent ne pas être perçus et leurs conséquences être parfois incomprises des pilotes. En l'occurrence, le passage en loi *directe* a rendu la fonction de compensation automatique inopérante. Même si le drapeau ambre USE MAN PITCH TRIM a été affiché sur l'horizon artificiel des deux PFD, l'équipage ne s'est pas rendu compte de la position du stabilisateur et n'a pas actionné manuellement la roue de compensation pendant les vingt-cinq secondes en loi *directe*, entre 15 h 45 min 15 et 15 h 45 min 40. A partir de cet

<sup>(60)</sup> Il n'a pas été possible de déterminer si ce message a été effectivement présenté à l'équipage, dans la mesure où il n'est pas enregistré par le SSFDR et où l'équipage n'y a pas fait référence d'après l'enregistrement SSCVR.

instant et jusqu'à la fin du vol, du fait du passage en loi *abnormal attitudes*, le drapeau ambre USE MAN PITCH TRIM n'a plus été affiché. Les systèmes ont donc fonctionné de manière dégradée, sans que la situation réelle globale de l'avion ne soit connue de l'équipage.

La nécessité de compenser manuellement l'avion peut survenir dans une situation déjà dégradée comme ce fut le cas lors de l'accident. Cela ne laisse alors pas le temps à l'équipage d'analyser la situation, d'autant plus que sur ce type d'avion, il a acquis l'habitude de s'exonérer systématiquement de cette tâche en opération normale. Une des seules circonstances dans laquelle un pilote peut être confronté à l'utilisation manuelle du compensateur se rencontre en formation au simulateur. Dans ce cas cependant, les exercices débutent généralement dans des situations stabilisées. Il est à noter également que la technique d'approche du décrochage ne rappelle pas aux équipages l'éventualité du recours à l'utilisation de la roue de compensation en loi *directe*. Cette absence de référence à l'utilisation du compensateur est également mentionnée dans un rapport d'enquête de l'AAIB sur un incident grave survenu à un Boeing 737 le 23 septembre 2007<sup>(61)</sup>. Par ailleurs, l'incidence constitue une information primordiale pour caractériser la situation d'un avion à l'approche du décrochage, alors que ce sont toujours les informations de vitesse qui sont utilisées.

<sup>(61)</sup>[http://www.aaib.gov.uk/publications/bulletins/june\\_2009/summary\\_aar\\_3\\_2009\\_boeing\\_737\\_3q8\\_g\\_thof.cfm](http://www.aaib.gov.uk/publications/bulletins/june_2009/summary_aar_3_2009_boeing_737_3q8_g_thof.cfm)

## 3 - CONCLUSIONS

### 3.1 Faits établis par l'enquête

- ❑ L'accident s'est produit dans le cadre du transfert de l'avion, d'XL Airways Germany à Air New Zealand, en fin de contrat de location.
- ❑ L'accord de location prévoyait d'effectuer un vol lors de la remise du D-AXLA à XL Airways Germany et un vol lors de sa restitution à Air New Zealand, selon des procédures Airbus de vols de contrôle.
- ❑ Aucune procédure de vols de contrôle n'est définie ni dans le manuel de maintenance Airbus de l'A320 ni dans les autres documents à disposition des exploitants.
- ❑ Les textes réglementaires relatifs aux vols non commerciaux n'évoquent pas les vols pouvant se faire lors du transfert d'un avion en début ou en fin de location.
- ❑ Le manuel d'exploitation d'XL Airways Germany ne mentionne pas les vols particuliers se déroulant dans le cadre du transfert d'un avion en début ou en fin de location.
- ❑ Le programme de vérifications prévu par l'accord de location a été élaboré par Air New Zealand à partir du manuel Airbus pour les vols de démonstration à ses clients, effectués par des équipages d'essais.
- ❑ L'équipage possédait les licences et qualifications nécessaires pour entreprendre le vol mais n'avait pas les compétences techniques, l'expérience et les méthodes d'un équipage d'essais pour utiliser le programme de vol, même si ce dernier n'était pas un vol d'essais.
- ❑ Le manuel Airbus de démonstration aux clients prévoit d'effectuer la vérification à basse vitesse en configuration atterrissage au FL 140.
- ❑ Le programme de vérifications élaboré pour la location du D-AXLA ne reprend pas de manière identique la plage d'altitude à laquelle doit se dérouler la vérification à basse vitesse.
- ❑ Les travaux d'entretien ont été effectués ou contrôlés conformément au programme d'entretien approuvé et par du personnel qualifié Partie 66.
- ❑ Les opérations de peinture et de finition extérieure n'entrent pas dans les classes et catégories des agréments Partie 145.
- ❑ Les procédures de décapage et de nettoyage d'un avion, qui comprennent le rinçage, prévoient la protection des sondes d'incidence.
- ❑ Afin d'éliminer la poussière déposée sur le fuselage, un rinçage à l'eau claire a été effectué le lundi 24 novembre 2008 sans suivre la tâche de rinçage de la procédure de nettoyage de l'avion et en particulier sans protection des sondes d'incidence.
- ❑ Au cours de ce rinçage, les sondes d'incidence n'étaient pas protégées. De l'eau a pénétré à l'intérieur des sondes d'incidence 1 et 2 et y est restée jusqu'au vol de l'accident, trois jours plus tard.

- ❑ L'AIP France spécifie que les vols à caractère particulier doivent faire l'objet d'une demande spécifique. Sans accord préalable, le vol peut se voir imposer des modifications en temps réel ou être éventuellement refusé si les circonstances l'exigent.
- ❑ Le commandant de bord a demandé le matin de l'accident au service de la circulation aérienne de Perpignan si le vol prévu nécessitait un espace aérien spécifique. Le contrôleur de Perpignan a indiqué que ce n'était pas nécessaire puisque l'équipage du vol GXL032T d'XL Airways Germany avait pu suivre sans problème un plan de vol identique dans la matinée.
- ❑ L'équipage était constitué de deux pilotes d'XL Airways Germany. Un pilote d'Air New Zealand, présent dans le poste de pilotage, a participé de manière active au suivi du programme de vérifications.
- ❑ Le contrôleur du CRNA sud-ouest a refusé les demandes de manœuvres du commandant de bord dans la mesure où le plan de vol déposé ne le prévoyait pas.
- ❑ L'équipage a adapté de manière improvisée le programme de vérifications en fonction des contraintes du plan de vol et des services de contrôle aérien.
- ❑ Les sondes d'incidence 1 et 2 se sont bloquées lors de la croisière par congélation de l'eau présente à l'intérieur du boîtier de ces sondes. La surveillance des systèmes n'a pas permis d'alerter l'équipage de ce blocage quasi simultané et à des valeurs d'incidence locale identiques.
- ❑ L'application d'un jet d'eau sur un avion sans suivre la procédure recommandée peut permettre la pénétration d'une faible quantité d'eau à l'intérieur d'une sonde d'incidence qui suffit, en se solidifiant, à bloquer la sonde.
- ❑ Les sondes d'incidence ne sont pas conçues pour être soumises à des jets de fluides tels que ceux rencontrés lors des opérations de dégivrage, de lavage ou de nettoyage.
- ❑ Le message CHECK GW affiché au MCDU, conséquence de l'écart entre les masses calculées d'une part par le FAC, à partir de l'incidence, et d'autre part par le FMS, à partir de la masse au décollage et de la consommation de carburant n'a pas été détecté par l'équipage.
- ❑ L'équipage a décidé sans préparation, et en particulier sans annonce des vitesses minimum théoriques indiquées dans le document OFC, d'effectuer la vérification des protections à basse vitesse à une altitude d'environ 4 000 pieds.
- ❑ Le blocage quasi simultané des sondes d'incidence 1 et 2 à des valeurs d'incidence locale identiques a inhibé le fonctionnement des protections en incidence en loi normale.
- ❑ Les vitesses correspondant aux protections en incidence ( $V_{\alpha prot}$  et  $V_{\alpha max}$ ) affichées sur le bandeau de vitesse étaient sous-estimées et directement proportionnelles à la vitesse conventionnelle du fait du blocage des sondes d'incidence.

- ❑ L'équipage a attendu le déclenchement de ces protections en laissant décroître la vitesse jusqu'à celle de décrochage.
- ❑ Le système de compensation automatique a amené progressivement le stabilisateur horizontal en position plein cabrer pendant la décélération. Le stabilisateur horizontal est resté dans cette position jusqu'à la fin du vol.
- ❑ Le déclenchement de la première alarme de décrochage en loi normale, à une incidence proche de l'incidence théorique de déclenchement de l'alarme en configuration atterrissage, indique que la sonde d'incidence 3 fonctionnait à cet instant.
- ❑ Lors du déclenchement de l'alarme de décrochage, le commandant de bord a réagi conformément à la technique d'approche du décrochage.
- ❑ La loi de commandes de vol est passée à directe en raison de la perte des conditions de fonctionnement de la loi normale. Le système de compensation automatique n'était ainsi plus disponible. Les changements de loi qui ont suivi n'ont pas permis au système de compensation automatique de sortir de la position plein cabrer.
- ❑ Aucun des membres d'équipage n'a réagi au message USE MAN PITCH TRIM.
- ❑ Le commandant de bord n'a agi sur la roue de compensation à aucun moment ni réduit de manière prolongée la poussée des moteurs.
- ❑ Du fait de la position du compensateur laissé à plein cabrer et du couple à cabrer généré par les moteurs à puissance maximale, l'équipage a perdu le contrôle de l'avion au cours de la remise de gaz.
- ❑ L'avion a entièrement été détruit lors de l'impact avec la surface de la mer.

### 3.2 Causes de l'accident

L'accident est dû à la perte de contrôle de l'avion par l'équipage consécutive à la démonstration improvisée du fonctionnement des protections en incidence, alors que le blocage des sondes d'incidence rendait impossible le déclenchement de ces protections.

L'équipage n'avait pas connaissance du blocage des sondes d'incidence. Il n'a pas pris en compte les vitesses mentionnées dans le programme de vérifications à sa disposition et n'a par conséquent pas interrompu la démonstration avant le décrochage.

□ Ont contribué à l'accident les facteurs suivants :

- La décision de réaliser la démonstration à faible hauteur ;
- La gestion, lors de la remise de gaz, de la forte augmentation de l'assiette longitudinale par l'équipage qui n'a ni identifié la position en butée à cabrer du stabilisateur horizontal, ni agi sur la roue de compensation pour la corriger, ni réduit la poussée des moteurs ;
- La nécessité pour l'équipage lors du vol de devoir gérer à la fois la conduite du vol, le suivi du programme de vérifications, adapté en cours du vol, ainsi que la préparation de l'étape suivante, ce qui a fortement augmenté la charge de travail et a conduit l'équipage à improviser en fonction des contraintes rencontrées ;
- La décision d'utiliser un programme de vol élaboré pour des équipages formés aux essais en vol qui a conduit l'équipage à effectuer des vérifications sans connaître leur but ;
- L'absence de cadre réglementaire relatif aux vols non commerciaux dans les domaines de la gestion du trafic aérien, de l'exploitation et des aspects opérationnels ;
- L'absence de suivi de la tâche de rinçage de la procédure de nettoyage de l'avion, et en particulier l'absence de protection des sondes d'incidence, lors du rinçage à l'eau de l'avion trois jours avant le vol qui a conduit au blocage des sondes d'incidence par congélation de l'eau ayant pénétré à l'intérieur de leur corps.

□ Ont probablement contribué à l'accident les facteurs suivants :

- La coordination déficiente au sein d'une équipe atypique de trois pilotes de ligne dans le poste de pilotage ;
- La fatigue, qui a pu atténuer la réceptivité de l'équipage aux différentes informations relatives à l'état des systèmes.

## 4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

Rappel : conformément à l'article 10 de la Directive 94/56/CE sur les enquêtes accidents, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident ou un incident. L'article R.731-2 du Code de l'aviation civile stipule que les destinataires des recommandations de sécurité font connaître au BEA, dans un délai de quatre-vingt-dix jours après leur réception, les suites qu'ils entendent leur donner et, le cas échéant, le délai nécessaire à leur mise en œuvre.

### 4.1 Vols non commerciaux

Sur la base des premières constatations de l'enquête, le BEA a émis le 23 février 2009 la recommandation de sécurité suivante relative aux vols non-commerciaux.

*« Le vol effectué était destiné à vérifier l'état d'un avion en service, en fin de location. Ce type de vols, bien que non exceptionnel dans le transport aérien mondial, ne figure pas dans la liste des vols non commerciaux énumérés dans l'EU-OPS (1.1045), en notant que cette liste ne comporte aucune précision ou définition pour les vols cités. Aucun texte à portée communautaire ou extracommunautaire ne fixe un cadre pour les vols non commerciaux, et a fortiori pour les vols de transfert d'avion prévus par les accords de location. Aucun document ne précise les contraintes s'imposant à ces vols ou les compétences requises des pilotes. De ce fait, les exploitants sont amenés à définir eux-mêmes le programme et les conditions d'exécution de ces vols dans leur manuel d'exploitation, sans nécessairement avoir évalué les risques particuliers que ces vols peuvent présenter. Dans le cadre de leur contrat, Air New Zealand et XL Airways Germany avaient convenu d'un programme de vérifications en vol basé sur un programme d'Airbus utilisé pour les vols en vue de la livraison d'un avion neuf à un client. Ces vols sont réalisés par des pilotes et des ingénieurs de réception d'Airbus.*

La grande diversité dans la description que font les exploitants des vols non commerciaux, dans le cadre qu'ils fixent pour la préparation ou pour l'exécution de ces vols ou dans la sélection et l'entraînement des pilotes, ainsi que l'absence quasi totale d'indications ou de normes sur les vols non commerciaux peuvent conduire aussi bien à improviser plus ou moins dans l'exécution de vérifications qu'à effectuer de telles vérifications dans des parties d'espace aérien inadaptées et/ou au cours de phases de vol à charge de travail élevée.

C'est pourquoi le BEA recommande :

- **que l'AESA explicite dans l'EU-OPS les différents types de vols non commerciaux qu'un exploitant communautaire est autorisé à effectuer ;**
- **que l'AESA impose que les vols non commerciaux fassent l'objet d'une description précise dans les éléments approuvés du manuel d'exploitation, description qui détermine notamment leur préparation, leur programme et leur cadre d'exécution ainsi que la qualification et l'entraînement des équipages ;**

- **qu'à titre transitoire, l'AESA impose que ces vols soient subordonnés à une autorisation ou à une déclaration de l'exploitant au cas par cas.**

L'AESA a confirmé la réception de cette recommandation le 6 juillet 2009 et a indiqué qu'elle était à l'étude. La DGAC a soutenu cette recommandation et a attiré l'attention de l'AESA en formulant des commentaires sur la NPA 2009-2C<sup>(62)</sup>.

Les exemples d'incidents mentionnés dans le rapport confirment le niveau de risque lié aux vols non commerciaux que les entreprises de transport aérien effectuent pour vérifier le fonctionnement des systèmes de l'avion. Par conséquent, le BEA soutient les recommandations de l'AAIB dans son rapport d'enquête sur l'incident grave survenu lors d'un vol de transfert d'avion entre exploitants à l'issue d'opérations d'entretien (cf. paragraphe 1.18.4.2).

## 4.2 Qualification des équipements

Pour assurer la conformité avec les exigences réglementaires, les niveaux minimaux de performances applicables à chaque équipement, dans toutes les conditions opérationnelles spécifiées, sont définis dans des normes techniques de qualification de l'équipement, s'il en existe (en l'occurrence pour les sondes d'incidence, le TSO C54 émis par la FAA ou l'ETSO C54 émis par l'AESA). Les sondes d'incidence installées sur les avions de la famille A320 sont conformes à ces normes techniques de qualification, répondent aux spécifications demandées par Airbus et sont approuvées pour être installées sur ces avions. Pourtant, au cours de l'enquête, il a été constaté que lors des tests d'imperméabilité, réalisés par les équipementiers pour démontrer la conformité au niveau de performance minimal défini par les normes techniques de qualification, les conditions d'installation des sondes d'incidence étaient différentes de celles sur avion.

Même si cette différence d'installation des sondes d'incidence lors des tests d'imperméabilité et en opération n'a pas contribué à l'accident, elle constitue néanmoins une lacune du point de vue de la sécurité et c'est pourquoi le BEA recommande :

- **que l'AESA, en liaison avec les autres autorités de réglementation, s'assure que pour attester de l'adéquation d'un équipement aux exigences réglementaires ainsi qu'aux spécifications demandées par un constructeur, les conditions d'installation des équipements lors des tests effectués par les équipementiers soient représentatives de celles sur avion.**

<sup>(62)</sup>Notice of Proposed Amendment 2009-02C, propositions, émises par l'AESA, d'évolutions des règlements relatifs aux opérations aériennes de l'Union Européenne.

### 4.3 Conséquences des reconfigurations des lois de commande de vol

Le changement de loi de commande de vol après le déclenchement de l'alarme de décrochage a désactivé la fonction de compensation automatique. Malgré le message ambre « USE MAN PITCH TRIM » affiché dans un premier temps sur le PFD, l'équipage n'a pas modifié la position du stabilisateur qui est resté à plein cabrer jusqu'à la fin du vol. Lors du passage en loi abnormal attitudes, ce message a disparu. Pendant cette phase, les temps d'analyse de la situation et de réaction de l'équipage sont réduits. Enfin, la position du stabilisateur et le couple à cabrer généré par les moteurs à puissance maximale n'ont pas permis à l'équipage de récupérer le contrôle de l'avion.

En conséquence, le BEA recommande :

- **que l'AESA effectue une étude de sécurité en vue d'améliorer les normes de certification des systèmes d'avertissement des équipages lors des reconfigurations des systèmes de commandes de vol ou la formation des équipages sur l'identification de ces reconfigurations et la détermination de leurs conséquences opérationnelles immédiates.**

### 4.4 Procédure et technique de récupération d'approche de décrochage

Lors du déclenchement de l'alarme de décrochage, l'équipage a réagi conformément à la procédure de récupération d'approche du décrochage en appliquant la pleine poussée sur les moteurs et en essayant de diminuer l'assiette. Le couple généré par l'application de la poussée maximale et la position à cabrer du compensateur n'a pas permis à l'équipage d'avoir conscience de la situation et de récupérer le contrôle de l'avion. Par ailleurs, l'utilisation manuelle du compensateur, qui n'est pas rappelée dans les procédures d'approche du décrochage, ne se rencontre que très rarement en exploitation et qu'occasionnellement en entraînement. Plusieurs enquêtes menées à la suite d'accidents et d'incidents (dont celui mentionné en 2.4) tendent à remettre en question les procédures relatives aux techniques d'approche du décrochage pour tout type d'avion moderne et des études sont actuellement menées en vue de faire évoluer ces procédures.

Par conséquent, le BEA prend en considération ces éléments et recommande également :

- **que l'AESA, en coopération avec les constructeurs, fasse évoluer les exercices d'entraînement et les procédures relatives aux techniques d'approche du décrochage pour assurer le contrôle de l'avion en tangage.**



# Liste des annexes

## **annexe 1**

TEMSI EURO SIGWX valable à 18 h 00

## **annexe 2**

Appel téléphonique à la tour de contrôle de Perpignan

## **annexe 3**

Courbes de paramètres (FDR)

## **annexe 4**

Transcription de l'enregistrement CVR

## **annexe 5**

Différence de plaques de fixation utilisées lors des tests d'imperméabilité et en exploitation

## **annexe 6**

Valeurs d'incidence

## **annexe 7**

Compte-rendu des examens des sondes d'incidence 1 et 2

## **annexe 8**

Protocole des tests Goodrich

## **annexe 9**

Paramètres du second vol d'essais

## **annexe 10**

Fonctionnement des systèmes au cours du vol

## **annexe 11**

Travaux sous-marins

## **annexe 12**

Diffusion du message d'accident

## **annexe 13**

Procédure de nettoyage Airbus

## **annexe 14**

Carte d'approche ILS pour la piste 33 à Perpignan disponible dans les ordinateurs portables de l'équipage

## **annexe 15**

Vérifications à basse vitesse dans le document OFC

## **annexe 16**

Plan de vol de la circulation aérienne

## **annexe 17**

Document FAA - SAFO 08 024

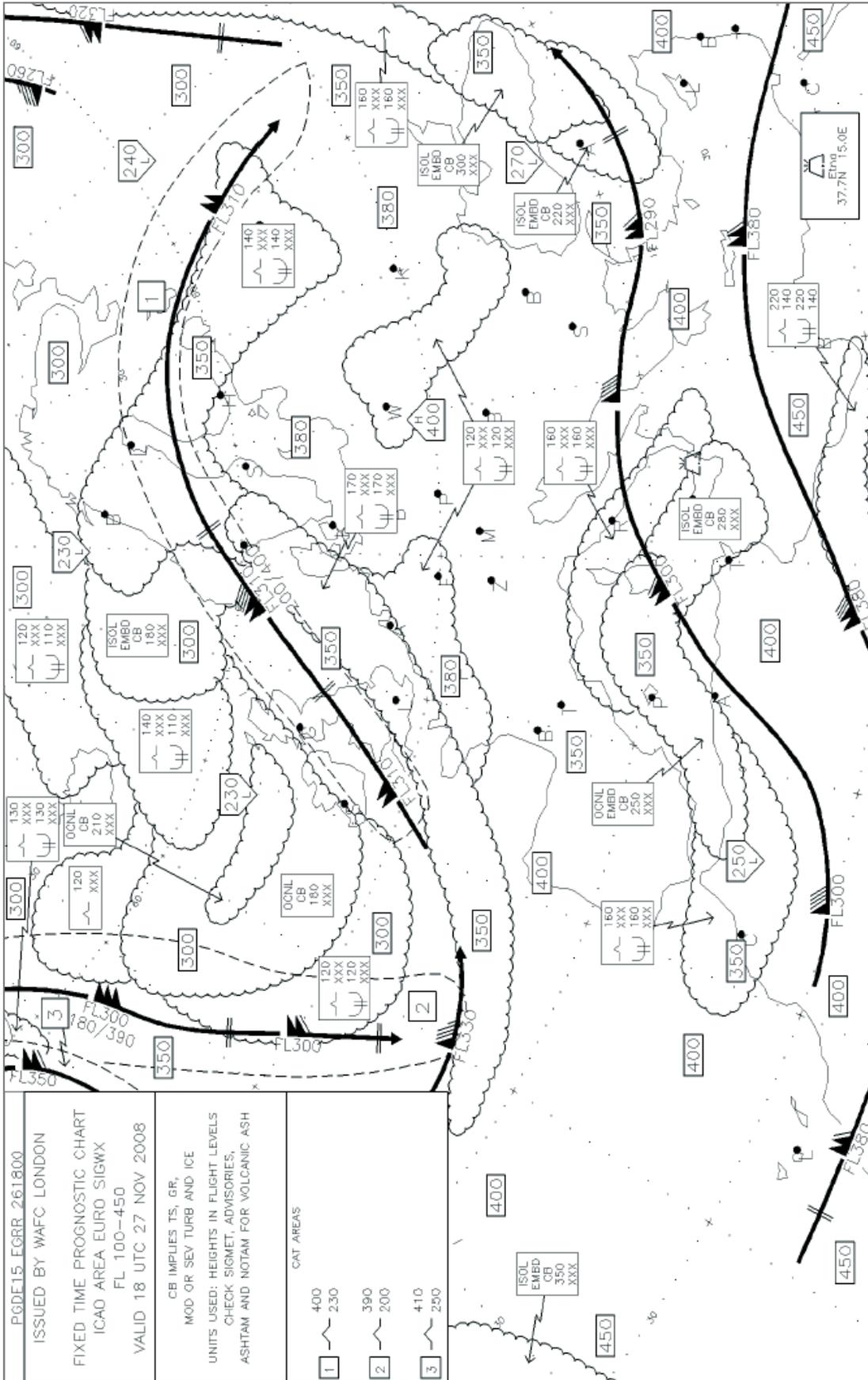
## **annexe 18**

Observation de l'Etat d'immatriculation et de l'exploitant et réponse du BEA



annexe 1

TEMSI EURO SIGWX valable à 18 h 00





## annexe 2

### Appel téléphonique à la tour de contrôle de Perpignan

Temps	Personne identifiée	Messages
11 h 09 min 25	DEBUT	COMMUNICATION
11 h 09 min 26	Contrôleur	La Tour de Perpignan bonjour
11 h 09 min 28	Commandant de bord	Oui bonjour (...) speaking X L Airways Germany hello
11 h 09 min 31	Contrôleur	Hello
11 h 09 min 32	Commandant de bord	Hemm we are new with our aircraft that is in the new Air New Zealand (do you read) Delta Alpha Delta Alpha X-Ray Lima Alpha
11 h 09 min 41	Contrôleur	Delta Alpha X-Ray Lima Alpha...
11 h 09 min 45	Commandant de bord	Yeah... and we do have a... an acceptance test flight schedule this afternoon... under the flight number Golf X-Ray Lima... Eight Eight Eight Tango
11 h 10 min 00	Contrôleur	Heu I have Golf X-Ray Lima eight eight eight Papa this is the returning flight to Echo Delta Delta Fox Trot...
11 h 10 min 09	Commandant de bord	Yeah (...)
11 h 10 min 09	Contrôleur	And before that I suppose you have your test flight
11 h 10 min 13	Commandant de bord	Yes we have the test flight before that (then) we... we have actually two flight scheduled....
11 h 10 min 19	Contrôleur	Mmh....yes...
11 h 10 min 19	Commandant de bord	Hein
11 h 10 min 19	Contrôleur	Ah Okay I've got your test flight Golf X-Ray Lima euh triple eight Tango
11 h 10 min 25	Commandant de bord	That's That' it right
11 h 10 min 26	Contrôleur	Euh okay Airbus three two zero
11 h 10 min 28	Commandant de bord	Yeah it's right (only) I'd like to discuss with you if where do we perform the test flight (you have a standard routing) for us and the test flight should euh... should give us a climb to flight level three one zero and then a step descent with one missed approach in euh... in Papa Golf Foxtrot here in Perpignan
11 h 10 min 48	Contrôleur	Euh Flight level three one zero and a missed approach a... when you are returning
11 h 10 min 55	Commandant de bord	When we are returning and then... and then if everything goes well we do not want to land for a full stop
11 h 11 min 02	Contrôleur	Yes like a...like this morning
11 h 11 min 05	Commandant de bord	Then we would like a mmmh we would like to make a missed approach like (that morning) and activate our flight plan...
11 h 11 min 11	Contrôleur	Yeah... okay
11 h 11 min 12	Commandant de bord	(*) and go directly without without even touching
11 h 11 min 14	Contrôleur	Okay but the problem for this morning is that you you were under a slot time and euh... the time was euh...euh missing to make all the procedure and I hope it would be better this afternoon
11 h 11 min 29	Commandant de bord	Okay

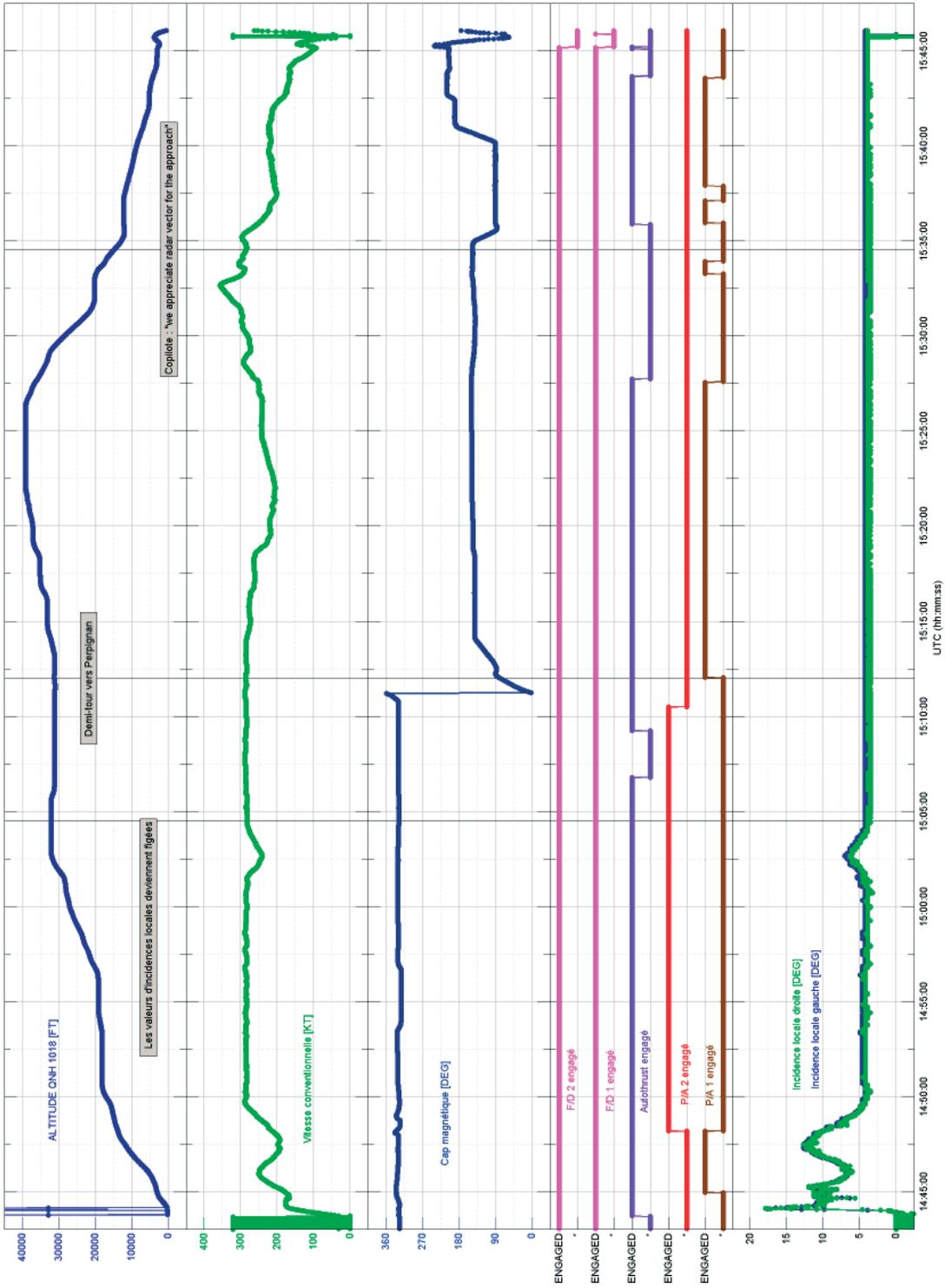
Temps	Personne identifiée	Messages
11 h 11 min 30	Contrôleur	Okay so euh... if I resume this...euh... you euh take off for test flight at level three one zero with Marseille then when you are returning a missed approach and euh next your departure to euh... Germany
11 h 11 min 49	Commandant de bord	Yes right
11 h 11 min 50	Contrôleur	Okay
11 h 11 min 51	Commandant de bord	This is... this is... this is the plan
11 h 11 min 53	Contrôleur	Okay that's good
11 h 11 min 54	Commandant de bord	Okay but euh yes now now question where where do we make the test flight do you have an area do you have an airspace that that allowed us to do the test flight and (*)
11 h 12 min 05	Contrôleur	Okay normally the only test flight appro... which are allowed euh are test flight with level steady level steady route like if it was euh... a normal flight you know?
11 h 12 min 19	Commandant de bord	Yeah
11 h 12 min 20	Contrôleur	Euh... and it will be done with the A C C euh probably the euh Bordeaux A C C
11 h 12 min 27	Commandant de bord	Okay
11 h 12 min 28	Contrôleur	Okay euh just wait a minute I have a look on your flight plan for test flight for this afternoon I suppose that E A S did it euh... consulting just... just one minute...
11 h 12 min 45	Commandant de bord	I have a rou... I I have a routing here that is vi... via... via Golf Three Six to GAILLAC
11 h 12 min 54	Contrôleur	Yes Golf Three Six to GAILLAC then Golf Three Nine to SECHE euh flight level three eight zero at euh four hundred and forty knots euh... okay this type of flight should be accepted by the A C C
11 h 13 min 13	Commandant de bord	Okay
11 h 13 min 14	Contrôleur	I... I suppose there is no problem
11 h 13 min 16	Commandant de bord	Okay but I think the flight that we have scheduled here two hours and thirty minutes is too long but... but we can we can euh arrange that with A T C...
11 h 13 min 26	Contrôleur	(*)
11 h 13 min 26	Commandant de bord	... when airborne right?
11 h 13 min 27	Contrôleur	I suppose yes
11 h 13 min 28	Commandant de bord	Okay I'm happy so we just leave it that way and we just have to re-schedule the flight I would say to schedule it at... to re-schedule it at fourteen thirty local?
11 h 13 min 39	Contrôleur	Fourteen thirty local?
11 h 13 min 40	Commandant de bord	Yeah
11 h 13 min 40	Contrôleur	Okay
11 h 13 min 41	Commandant	I think fourteen thirty local hem... or... or do you think that's too early...

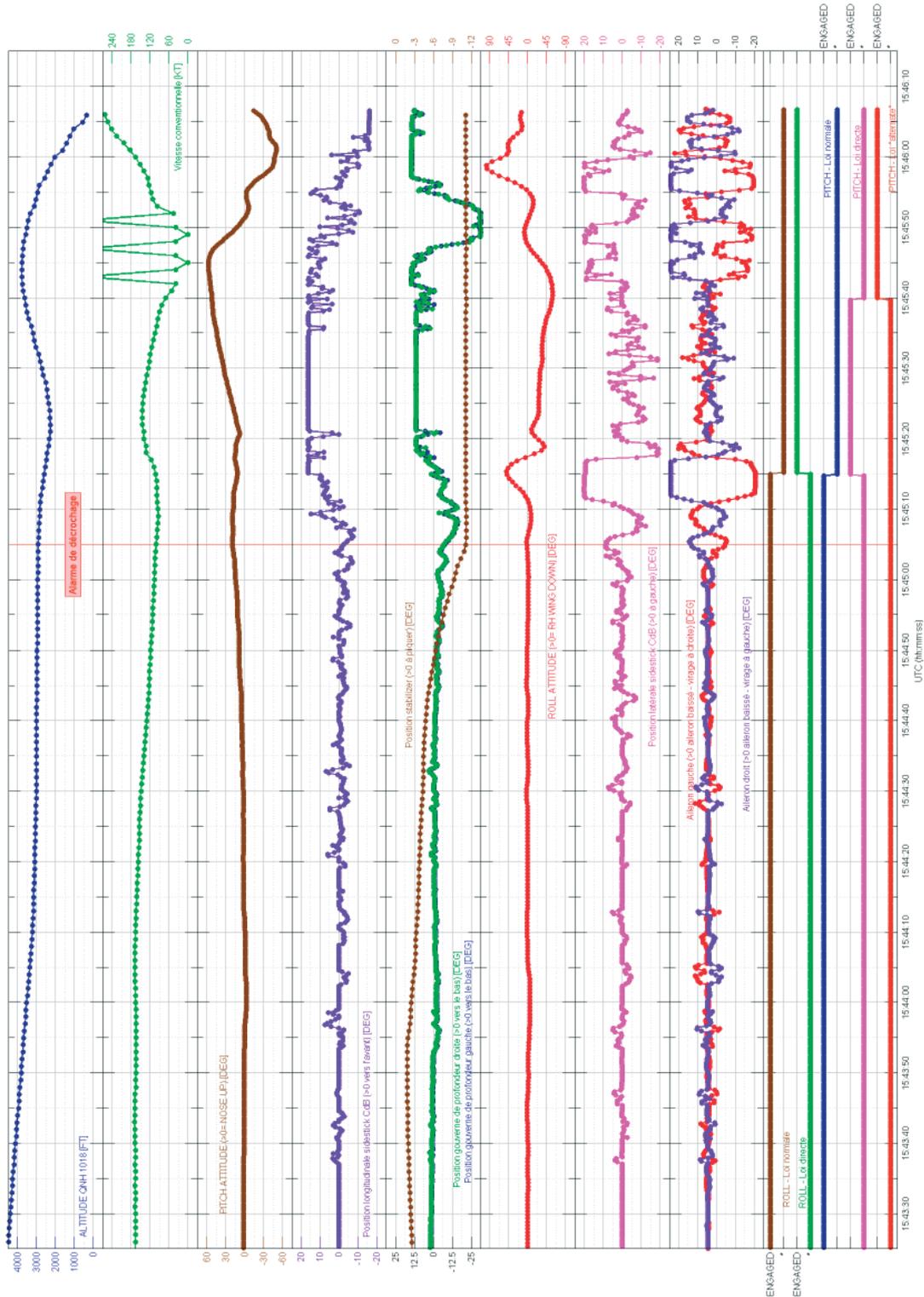
Temps	Personne identifiée	Messages
	de bord	too early for (*)?
11h 13 min 46	Contrôleur	It's okay for us it's okay
11 h 13 min 46	Commandant de bord	(*) three o'clock local?
11 h 13 min 49	Contrôleur	Mmh Mmh
11 h 13 min 50	Commandant de bord	Three o'clock local and if we have the chance to get out thirty minutes early
11 h 13 min 55	Contrôleur	Okay
11 h 13 min 56	Commandant de bord	Yeah?
11 h 13 min 56	Contrôleur	Okay
11 h 13 min 57	Commandant de bord	Thank you very much
11 h 13 min 58	Contrôleur	You're welcome
11h 13 min 58	Commandant de bord	Any... anything else you should know?
11 h 14 min 00	Contrôleur	Euuuh... no (not really)
11 h 14 min 02	Commandant de bord	(*) Perpignan the first time I'm here
11 h 14 min 06	Contrôleur	Oh it's euh...there is nothing special euh today at Perpignan... that's okay
11h 14 min 11	Commandant de bord	Okay (*) yeah okay then you are not able to to to whatever control departure control and then you have also our route and we we do the the test profile euh with the radar controller
11 h 14 min 26	Contrôleur	It's okay
11 h 14 min 27	Commandant de bord	Yeah thank you very much
11 h 14 min 28	Contrôleur	Euh do you want us to to make any delay on your your test flight or we... euh... would you do it yourself?
11 h 14 min 36	Commandant de bord	Euh no the company does it
11 h 14 min 38	Contrôleur	The company okay I have nothing to do okay
11 h 14 min 38	Commandant de bord	(*)
11 h 14 min 40	Contrôleur	Thank you
11 h 14 min 41	Commandant de bord	Bye bye
11 h 14 min 43	FIN	DE LA COMMUNICATION

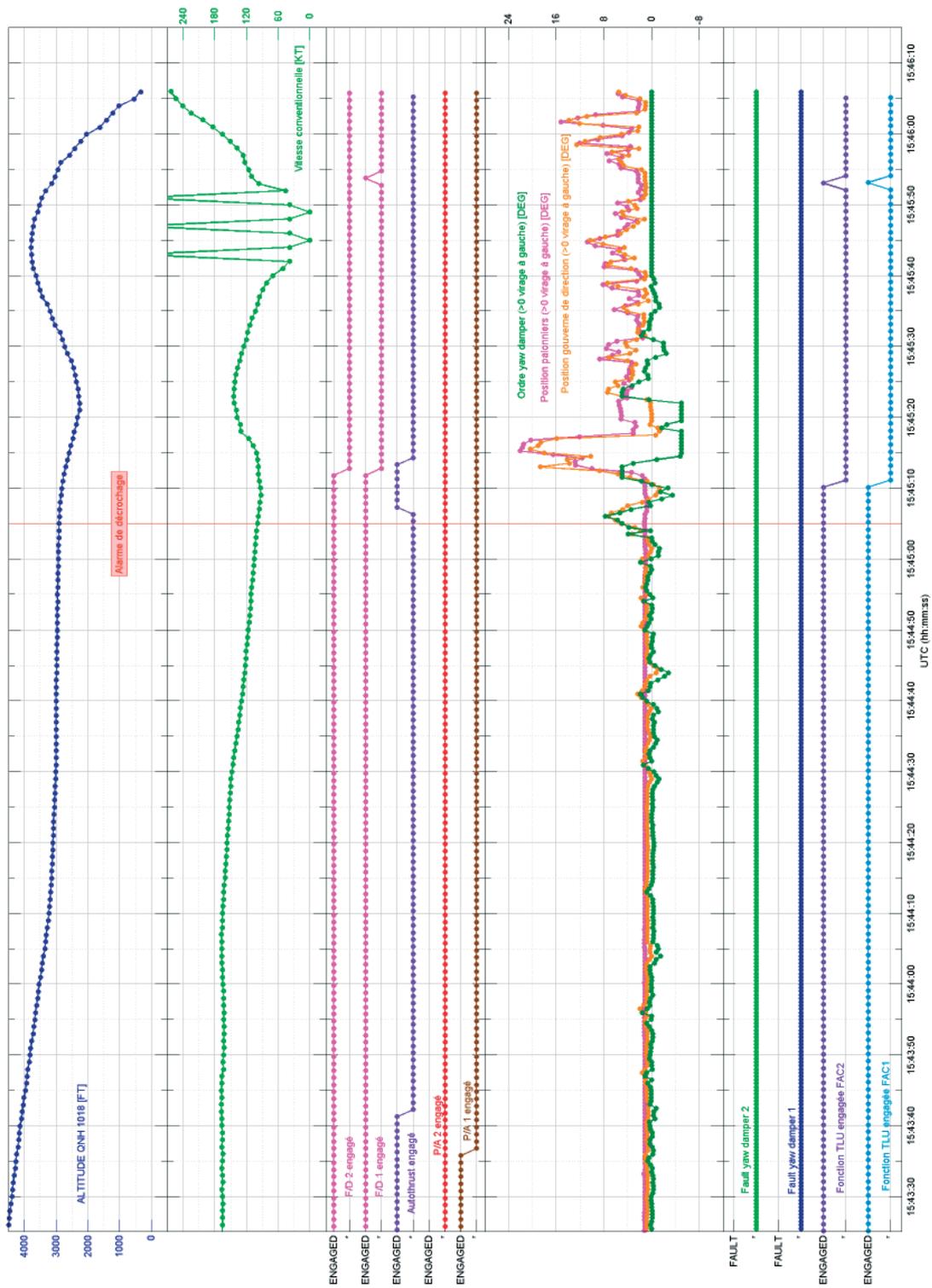


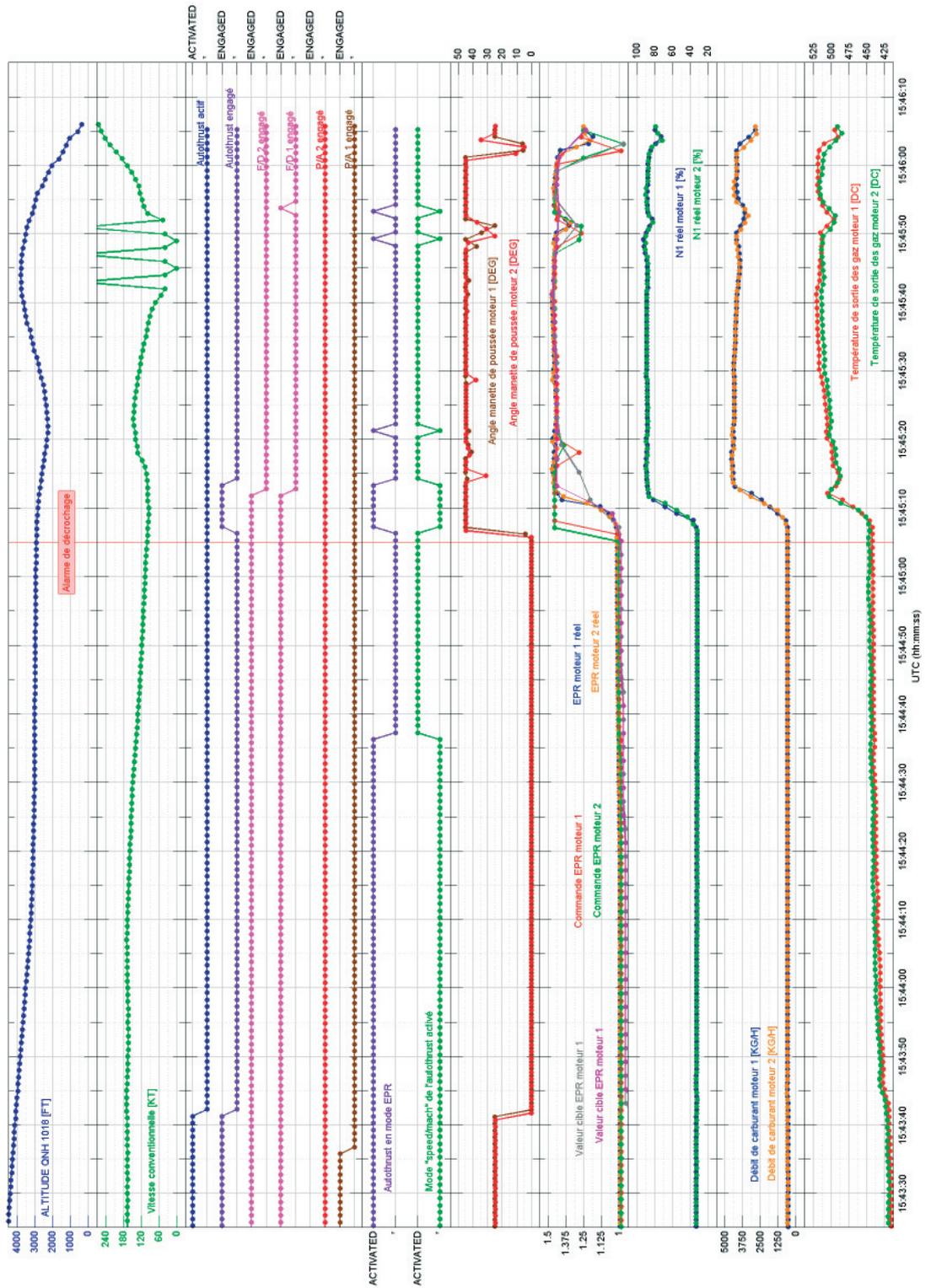
### annexe 3

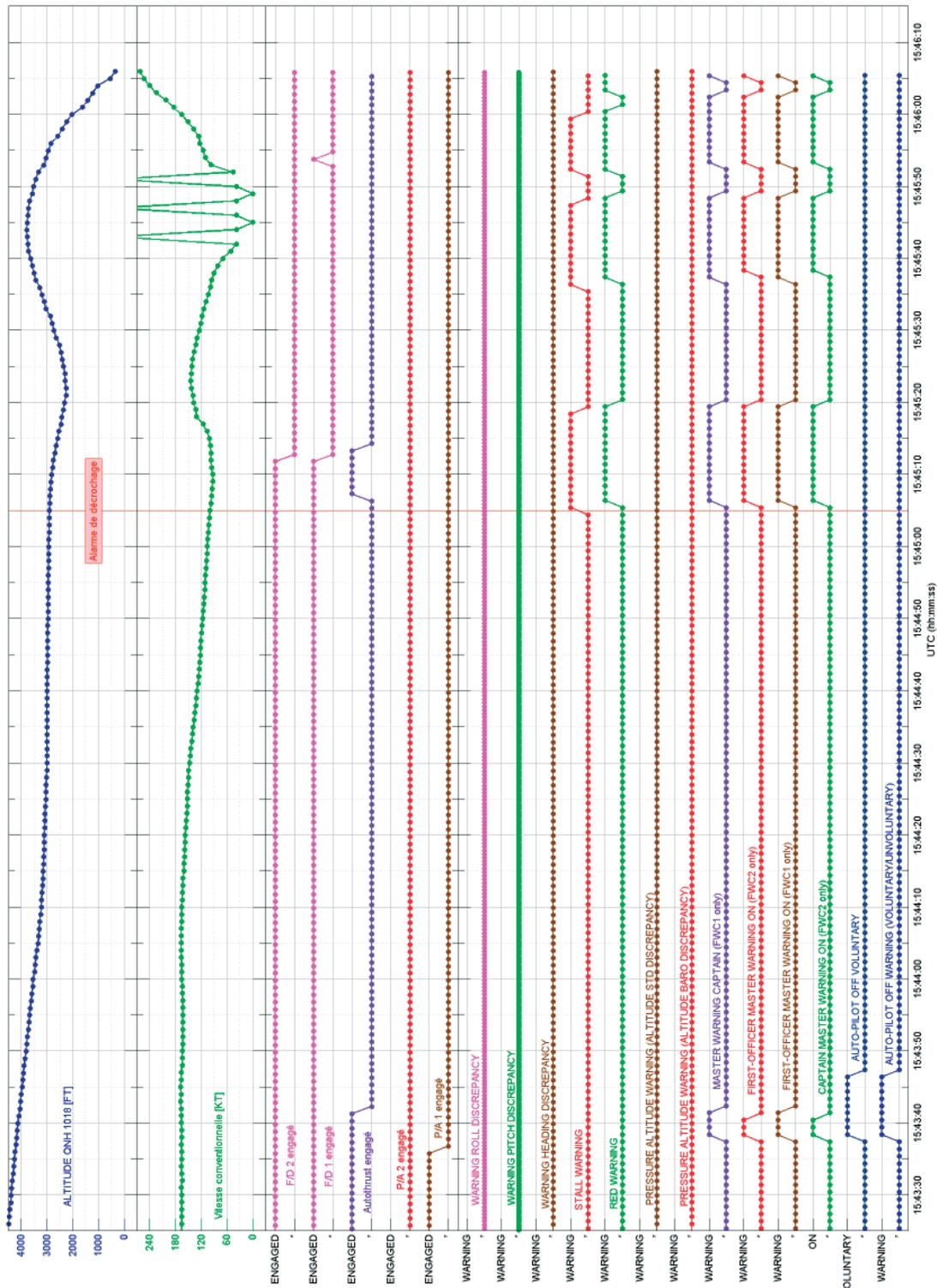
## Courbes de paramètres (FDR)

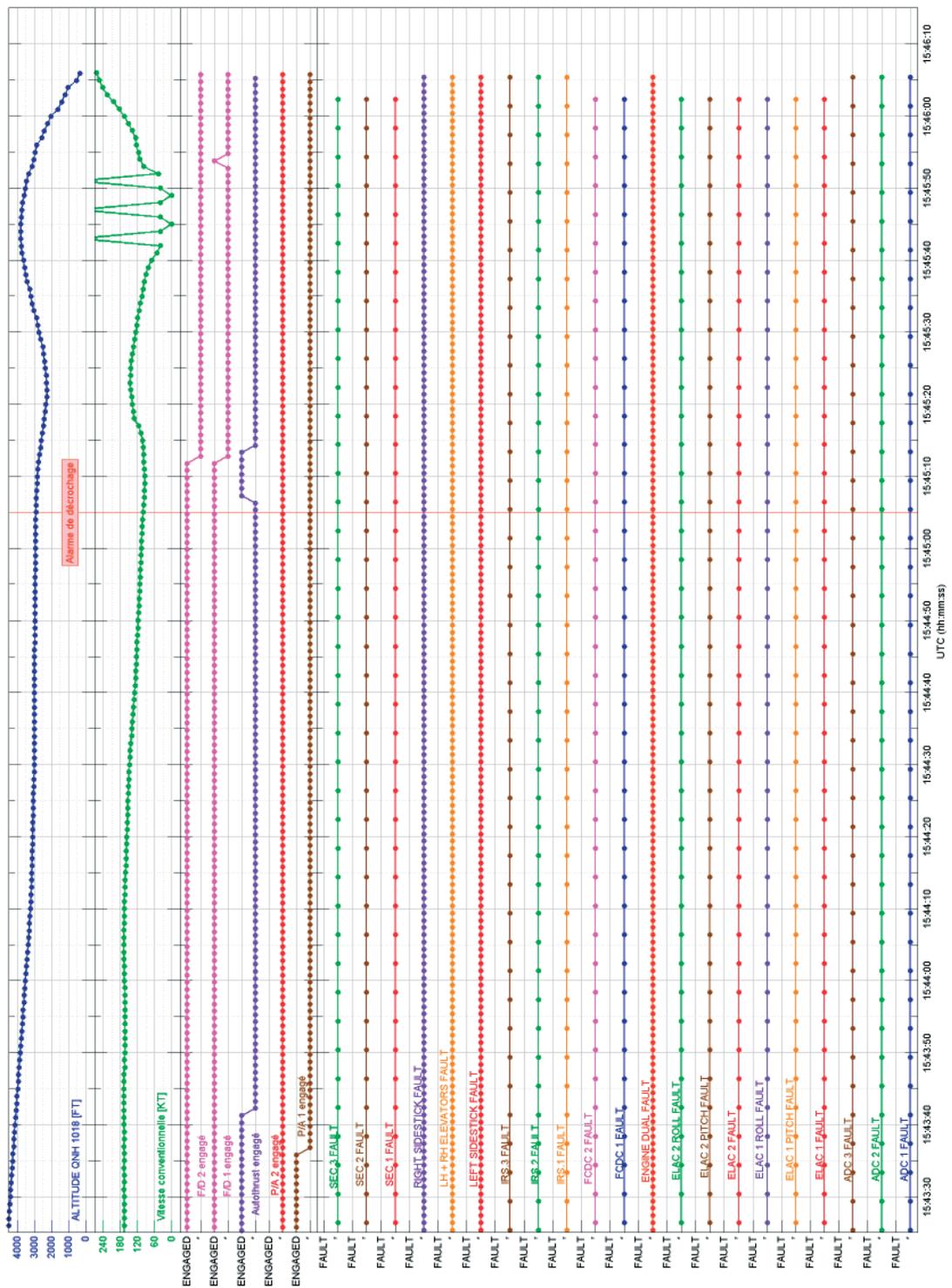


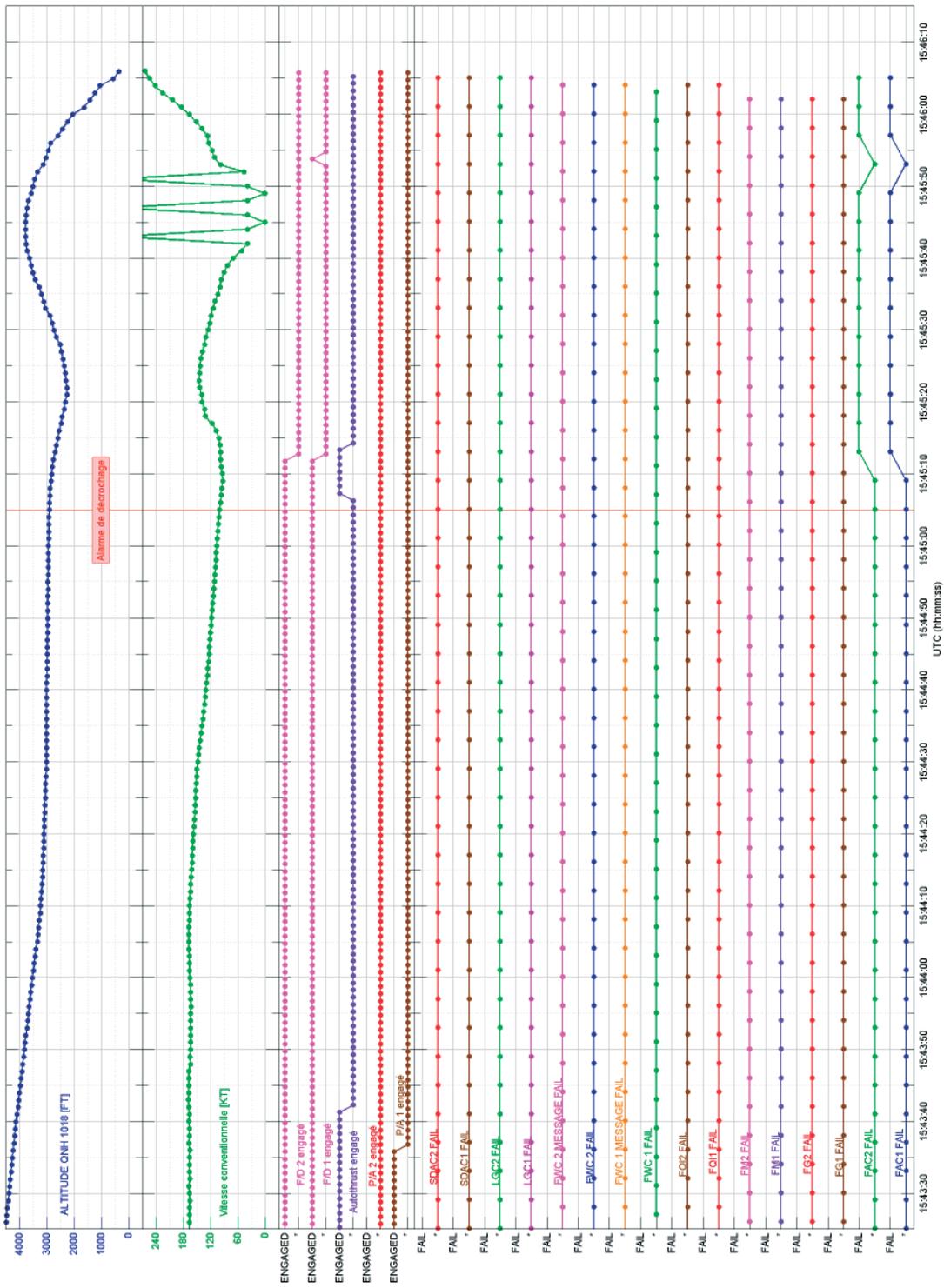


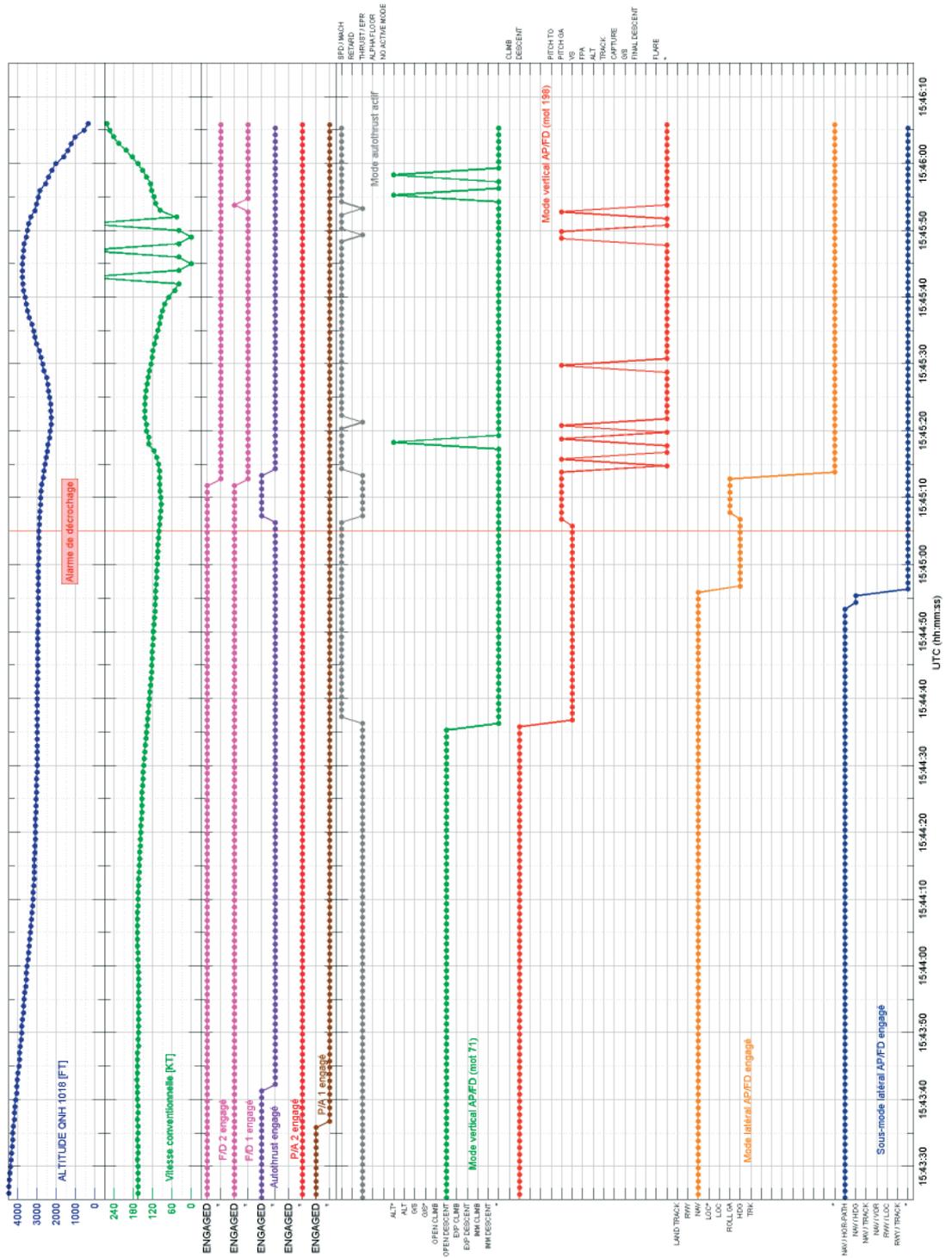












## annexe 4

### Transcription de l'enregistrement CVR

#### AVERTISSEMENT

Ce qui suit représente la transcription des éléments qui ont pu être compris au cours de l'exploitation de l'enregistreur phonique (CVR). Cette transcription comprend les échanges entre les membres de l'équipage, les messages de radiotéléphonie et des bruits divers correspondant par exemple 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 voix des membres d'équipage sont placées dans des colonnes séparées par souci de clarté. Une autre colonne est dédiée aux autres voix, bruits et alarmes également entendus par l'intermédiaire du microphone d'ambiance.

#### GLOSSAIRE

Temps UTC	Temps UTC enregistré sur le CVR par l'intermédiaire du signal FSK
VS	Voix synthétique de l'aéronef
→	Communication en direction du contrôle ou de tous les membres d'équipage par l'intermédiaire de l'interphone
( ? )	Communication qu'il n'a pas été possible d'attribuer à un des membres d'équipage (à mettre entre les colonnes de ceux susceptibles d'avoir prononcés cette phrase)
( )	Les mots ou groupes de mots placés entre parenthèses n'ont pu être établis avec certitude

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 30 min 04 14 h 30 min 23	So ham wir den überhaupt einen Flug und so weiter? Okay Die Eins?	Crew takes over, beginning of the transcript			So do we have a flight and so on?
14 h 30 min 32 14 h 30 min 34			Ground mechanic: Die Eins ist frei		Okay number one? Ground mechanic: number one is clear
14 h 30 min 35 14 h 30 min 40 14 h 30 min 43 14 h 31 min 08	(*) engine number one start Suchst'n du? Haben wir eine airborne Frequenz hier?	(*) an der Technik (*)			(*) At the maintenance (*) What are you looking for? Do we have an airborne frequency?
14 h 31 min 10 14 h 31 min 12 14 h 31 min 20 14 h 31 min 23 14 h 31 min 41	Ignition fuel flow light up N one Okay ahm bleibst du mal auf der linken kannst schon mal alles abhängen bleib mal auf der linken Seite in Sichtweite wir machen jetzt die After Start Checklist für flight control check und so weiter ja	Nee Wir haben zwar eine ... eine	(*)		No Well we do have a ... a Okay stay on the left you may disconnect all stay on the left side visible we do the after start checklist for flight control check and so on yeah
14 h 31 min 49	Alles klar Holger		Ground mechanic: Alles klar ich bin da Schönen Flug		Ground mechanic: Okay I am here All right Holger Nice flight Look what we have here
14 h 31 min 50 14 h 31 min 52 14 h 31 min 53 14 h 31 min 54 14 h 32 min 00	Ciao After start items flaps one Mal gucken was wir hier alles haben				
14 h 32 min 09 14 h 32 min 18 14 h 32 min 23 14 h 32 min 25 14 h 32 min 28 14 h 32 min 29 14 h 32 min 30 14 h 32 min 31 14 h 32 min 33 14 h 32 min 39 14 h 32 min 42 14 h 32 min 43 14 h 32 min 44	(*) Flight control check here Okay Rudder full right Neutral Full left Neutral After start check list Engine anti ice on Zero ... one point three up checked	Anti ice? Trim? Flight controls? Checked... after start checklist completed So taxi?			
14 h 32 min 45					

(\*)

Mots ou groupes de mots non compris

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 32 min 46	Taxi	→ Golf X-ray Lima triple eight Tango we request taxi		Golf X-ray Lima triple eight Tango bonjour taxi holding point Uniform	
14 h 32 min 48		→ Taxi holding point Uniform Golf X-ray Lima triple eight Tango			
14 h 32 min 53		Right side is clear Die approach Frequenz müssen wir noch reinsetzen			
14 h 32 min 59	Left is clear	Du fängst an?	Field elevation is one sixty hundred or same thing		
14 h 33 min 03		Pardon?	The elevation of the field is one sixty feet		
14 h 33 min 05	Machs jetzt bei mir dann müssen wir nicht beide	The elevation of the field just a moment			
14 h 33 min 52	Ja (* )	→ Golf X-ray Lima triple eight Tango please say again		Golf X-ray Lima triple eight Tango are you ready to back track the runway?	
14 h 33 min 55		→ Yes we are ready for entering the runway three one		Are you ready for back tracking the runway?	
14 h 34 min 00		→ Ok we entering the runway three one and I'll call you runway vacated the Golf X-ray Lima Triple eight Tango		Golf X-ray Lima triple eight Tango backtrack runway one three three one vacate via ROMEO report vacated	
14 h 34 min 01		Right side is clear			
14 h 34 min 06					
14 h 34 min 18					
14 h 34 min 20					
14 h 34 min 22					
14 h 34 min 24					
14 h 34 min 30					
14 h 34 min 37					
14 h 34 min 40					
14 h 34 min 43	Yes				
14 h 34 min 46					
14 h 34 min 56					
14 h 35 min 01	Via romeo ...				
14 h 35 min 03	Left side clear				
14 h 35 min 05	Ich glaub hundertsechzig oder was musst mal gucken unten				
14 h 35 min 07					I think a hundred and sixty or something have a look

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 35 min 09		Ja ich hab's direkt			Yes I have it I mean the airport elevation
14 h 35 min 10	Die Airport Elevation mein ich	'Mhh So airport elevation is ah one hundred forty four			
14 h 35 min 11					
14 h 35 min 18			Thank you		
14 h 35 min 21		So als nächstes müssen wir dann nach Romeo weg gehen			So next we have to turn into Romeo
14 h 35 min 37		rechts Dann da vorne rechts			Yes To the right Next to the right
14 h 35 min 40					So we still have to get the clearance okay?
14 h 35 min 41					Yes
14 h 35 min 51	So und dann müssen wir noch die Clearance kriegen ne?	Ja Ich sag mal wir würden jetzt nach rechts abdrehen nicht das wir hier einen Fehler machen			I just tell her that we turn to the right here to avoid a mistake
14 h 36 min 06					
14 h 36 min 09					
14 h 36 min 11					
14 h 36 min 14	Yeah turning right yes into Romeo	→ Golf X-ray Lima triple eight Tango we are turning now right and are in taxiway Romeo			
14 h 36 min 17					
14 h 36 min 23					
14 h 36 min 28					
14 h 36 min 33					
14 h 36 min 36	Yeah we could that ... we do that during take off roll		seat to run to get elapsed time for the ... To run		
14 h 36 min 39	Is that fine for you?		Ah okay That's fine So off blocks ...		
14 h 36 min 40					
14 h 36 min 41	We have noticed the block time the blocks ah the on blocks time on ACARS	→ We taxi to the holding point Hotel for the runway three three Golf X-ray Lima triple eight Tango			
14 h 36 min 42					
14 h 36 min 46					
14 h 36 min 48		So ich denk die cabin is clear ha was meinste?	Okay very good We can get that later		So I think the cabin is clear ha what do you mean?
14 h 36 min 50	Yeah cabin is clear take off items	Take off items			
14 h 36 min 52					
14 h 37 min 02	Einskommalfünf Meilen Papa Golf				One point five miles Papa Golf

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 37 min 04	Foxtrott right turn				Foxtrott right turn
14 h 37 min 07	two minutes	→ Two minutes we will be ready (*) triple eight sorry Golf X-ray Lima triple eight Tango		Golf X-ray Lima triple eight Tango how many minutes do you need to be ready?	
14 h 37 min 09	(*)				
14 h 37 min 14	Standing by for clearance	→ Ok I'll call for ready Golf X-ray Lima triple eight Tango Was hast du gesagt?		Roger report ready	
14 h 37 min 17					
14 h 37 min 20	Standing by for clearance Sie soll uns mal ne clearance geben	→ And Golf X-ray Lima triple eight Tango we are standing by for the clearance	(*)	Golf X-ray Lima triple eight Tango expect Orbil three November departure Flight level one one zero squawk four seven zero two	What did you say? Standing by for clearance She should give us a clearance
14 h 37 min 21					
14 h 37 min 23					
14 h 37 min 28					
14 h 37 min 30			(...) if if		
14 h 37 min 37		→ OK that's copied Golf X-ray Lima triple eight Tango the Orbil two November departure climbing flight level one one zero and the squawk four seven zero two			
14 h 37 min 46					
14 h 37 min 52		→ Orbil three November the Golf X-ray Lima triple eight Tango			
14 h 38 min 04	three November... ist die bei dir drauf?				three November... do you have that?
14 h 38 min 06		Also ich hab nur ne two November			Well I just have a two November
14 h 38 min 08	Ich auch				Me too
14 h 38 min 10	ist das Hundertneunddreißiger?				Is that the one hundred thirty ninth?
14 h 38 min 14		Moment ich muss mal gucken (Orbil?)... nach ... Das ist uralt ... elfter...			Moment I have to check (Orbil?)... to...
14 h 38 min 25	Lass dir mal die ... three				Well this is pretty old ... eleventh...
14 h 38 min 26					Ask for the three November She

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 38 min 36	November geben Da soll sie mal sagen wie die geht She is giving us a departure which is not on the plate so we just have to find out				
14 h 38 min 42		→ So Golf X-ray Lima triple eight Tango	What I was going to say it's exactly what happened (*) any time I'm interrupted just put your hand I will not be affected	Go ahead	
14 h 38 min 44		→ We have only an old map us ... the Orbil two November is it also straight ahead direct to Orbil point?		Yes it's the departure going to Orbil	
14 h 38 min 47		→ Ok copied (*) Golf X-ray Lima triple eight Tango		Golf X-ray Lima triple eight Tango do you want me to confirm err the departure?	
14 h 38 min 49					Oh dear!
14 h 38 min 58	Yes okay				
14 h 39 min 03	Mann Mann Mann!				
14 h 39 min 06		→ Yes can explain me the departure?		It's Orbil three November I can read it for you if you want	
14 h 39 min 08	Yeah			I call you back Golf X-ray Lima triple eight Tango are you ready to copy?	
14 h 39 min 15	Yes please	→ Ok we are standing by for your reading		Triple eight Tango to the departure Orbil three Novembre follow Q D R three two niner Papa Papa Golf magnetic track three to niner to Orbil	
14 h 39 min 17		→ Yes we are ready to copy the Golf X-ray Lima triple eight Tango			
14 h 39 min 21					
14 h 39 min 24					
14 h 39 min 27					
14 h 39 min 30					
14 h 39 min 33					
14 h 39 min 43		→ Ok three two niner to Orbil is copied the Golf X-ray Lima			

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 39 min 49		triple eight Tango		altitude one four niner three feet Initial climb gradient noise abatement jet engines maintain take off power until one thousand five hundred feet above aerodrome level then power climbing speed Victor two plus ten knots until three thousand feet is it the same?	
14 h 40 min 09	It's the same and we are cleared level flight level one one zero	→ It's the same and we're cleared flight level one one zero we've copied Golf X-ray Lima triple eight Tango	Yes ready ... we will delay the retraction of the gear and record as we roll ... normal take off	Ok report ready	
14 h 40 min 12					
14 h 40 min 17	Are you ready?				
14 h 40 min 19	(*)				
14 h 40 min 21					
14 h 40 min 26	And you check the take off power				
14 h 40 min 27					
14 h 40 min 35					
14 h 40 min 37	Nein wir wir machen das ganz normal haben wir immer bis fünfzehnhundert Fuß. Das ist dann wenn unser Climb flasht... Alles ... straight ahead to Orbil as briefed any serious malfunction prior V one either of us call stop no action below four hundred feet thereafter we follow departure route and in case of engine failure straight ahead one point five miles right turn heading east Und die Sektoren sind vertausend wir sind noch VMC und radar guidance what ever is necessary Ja?	Also noch mal zu der Power wir gehen jetzt bis fünfzehnhundert Fuß ...	take off power		Well coming back to the power first we go to fifteen hundred feet ...  No we do it normally as usual up to fifteen hundred feet That is when the climb is flashing... All ... straight ahead to Orbil as briefed any serious malfunction prior V-one either of us calls stop no action below four hundred feet thereafter we follow departure route and in case of engine failure straight ahead one point five miles right turn heading east And the sectors are four thousand; we are still in VMC and radar guidance what ever is necessary Yeah?
14 h 41 min 04	Okay	Okay			
14 h 41 min 05					

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 41 min 06	Ready for departure?	Ready			
14 h 41 min 11	Take off items haben wir gemacht Packs off take off checks	Take off all green bis auf cabin ist klar ja			Take off items are done Packs off take off checks
14 h 41 min 17	Cabin is clear	Flaps one packs off			Take off all green until cabin is clear, ok
14 h 41 min 20	Take off all green flaps one packs off	→ Golf X-ray Lima triple eight Tango we are ready to departure			
14 h 41 min 23					
14 h 41 min 24					
14 h 41 min 30					
14 h 41 min 33					
14 h 41 min 37					
14 h 41 min 42	Die paar Meter holen wir uns	→ Backtrack line up runway three three and I call you fully ready Golf X-ray Lima triple eight Tango			
14 h 41 min 44	Approach sector is clear	Machen wir das doch ja			Let's do it yeah Lets take the last meters
14 h 41 min 59	Timing vergessen wir nicht ja?	yeah			
14 h 42 min 03	Weil er notiert das mit	yeah			
14 h 42 min 08	Also auf run stellen die Uhr Und nacher machen wir ... bevor wir das Gear hoch machen machen wir ein Timing hier am Chrono	Yes			Don't forget the timing yes? Because he will copy it Well set the clock to run And thereafter before the gear retraction we do a timing with the chrono
14 h 42 min 17					
14 h 42 min 23	I time the gear okay?	Aber jetzt sind wir erst mal einmal time hier und ein mal time hier			
14 h 42 min 24					
14 h 42 min 26			Okay from til command to all gear gear doors are closed so we need the wheel page opened once we are airborne		
14 h 42 min 35	Okay we do that we just leave the gear out until... they tell us	Ready	Yes and then we talk to okay		
14 h 42 min 40	Ready	Ready			
14 h 42 min 41		→ Golf X-ray Lima triple eight			
14 h 42 min 42		Tango we are ready for			

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 42 min 45		departure		Triple eight Tango maintain for one minute I call you back	
14 h 42 min 49		→ Ok we are staying by for take off Golf X-ray Lima triple eight Tango Mensch was ein Stress			Man what stress
14 h 42 min 55 14 h 43 min 10			(*)	Golf X-ray Lima triple eight Tango cleared for take off runway three three wind calm	
14 h 43 min 15		→ Cleared for take off runway three three (*) triple eight Golf X-ray Lima triple eight Tango (*)			
14 h 43 min 23 14 h 43 min 24 14 h 43 min 25 14 h 43 min 26	Ready? Okay gents here we go	Ready	Okay (2) ready		
14 h 43 min 29 14 h 43 min 30 14 h 43 min 32 14 h 43 min 33 14 h 43 min 34 14 h 43 min 44	Take off It is going to be sporty	Checked	(2) certainly is		
14 h 43 min 45 14 h 43 min 46 14 h 43 min 48 14 h 43 min 49 14 h 43 min 51 14 h 43 min 52 14 h 43 min 59 14 h 44 min 00 14 h 44 min 06 14 h 44 min 07 14 h 44 min 10 14 h 44 min 11 14 h 44 min 12	That's the door Checked Checked Ja Yes Open the wheel page?	Power set Power set Eighty V one Rotate Positive climb Du nimmst dann die Zeit ja?	Wheel page... wheel page then we will lift the gear with the turning		Sharp noise  Yes You check the time?
14 h 44 min 18 14 h 44 min 19 14 h 44 min 20 14 h 44 min 21 14 h 44 min 27	Okay go ahead Yeah	Gear up? Gear up	Time		

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 44 min 29 14 h 44 min 38			Time And the top time was fourteen		
14 h 44 min 40 14 h 44 min 42 14 h 44 min 50 14 h 44 min 55 14 h 45 min 03	Yeah  Autopilot one on	Lever climb pack one Okay  Speed check	Fourteen seconds is good  (* ) to maintain three thirty (* )		
14 h 45 min 04 14 h 45 min 07 14 h 45 min 12	Flaps up We can go back to the normal...climb page right?		Okay		
14 h 45 min 16 14 h 45 min 18	Sag ihr mal hallo			Golf X-ray Lima triple eight Tango radar identified I call you back	Say hello to her
14 h 45 min 23		→ I've copied Golf X-ray Lima triple eight Tango			
14 h 45 min 26 14 h 45 min 28 14 h 45 min 33	Okay		(* ) (* )		Discussion between two people Single chime
14 h 45 min 35 14 h 45 min 36 14 h 45 min 44	Pack two	Pack two	(* ) (* )		Discussion between two people
14 h 45 min 48		→ Climb flight level one eight zero Golf X-ray Lima triple eight Tango		Golf X-ray Lima triple eight Tango climb flight level one eight zero	
14 h 45 min 51 14 h 45 min 54	Okay do you need anything during the climb?		Err just says climbs flight level three one zero and we check things as we go		
14 h 46 min 00	Okay so we can do an expeditious climb right?		Yes we can		
14 h 46 min 03 14 h 46 min 05	To get up... a little bit of climb Okay		So up to err bank angle to thirty three... up to thirty three holds doesn't move		
14 h 46 min 13 14 h 46 min 15	Once once we are up right?		When ever you ... we can do it on the climb during climb three one so it is a		

UTC-time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 46 min 26 14 h 46 min 27	Okay		check that it holds the bank angle then beyond thirty three that is rolls back		
14 h 46 min 29 14 h 46 min 30	Triple eight tango	→ Golf X-ray Lima triple eight Tango go ahead	Pitching attitude input is held constant upon stick released	Triple eight Tango Perpignan?	
14 h 46 min 32				I have a flight plan for you departing from Perpignan to go to Germany at one five three zero do you want us to delay it?	
14 h 46 min 41 14 h 46 min 44	Yeah half an hour	→ Yes please delay it three zero minuts so half an hour		Roger	
16 h 46 min 45 16 h 46 min 46 14 h 46 min 51	Thank you	→ Thank you	In the mean time we could... we can try auto pilots pitch and roll modes again if you wish		
14 h 46 min 58 14 h 47 min 00	okay		Expedite work is done so climb is done		
14 h 47 min 03	Out of flight level one hundred lights off and engine anti ice off in a second				
14 h 47 min 11		Die andere Uhr brauchen wir nicht mehr?			
14 h 47 min 13	Die doch die lass laufen das ist ja die Gesamtzeit die lassen wir mal laufen				
14 h 47 min 17 14 h 47 min 19 14 h 47 min 21	Okay engine anti ice comes off Okay what else do you want? Do you want any vertical speed mode so ...	Yeah	Vert speed yeah Yeah		
14 h 47 min 29	see what he does Look it works		Vert speed fine yeah		The other clock we don't need anymore? Keep it running thats the total time keep it running
14 h 47 min 31	Track F P A		Yeah flight path angle maybe?		

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 47 min 35 14 h 47 min 36			Works fine	Golf X-ray Lima triple eight Tango contact Bordeaux control one two eight decimal zero two five	
14 h 47 min 41		→ One two eight decimal zero two five thank you bye bye Golf X-ray Lima triple eight Tango	(*) And managed climb is used		
14 h 47 min 46 14 h 47 min 50 14 h 47 min 51			Works fine And the roll (*) we have heading ... From heading is		
14 h 47 min 56		→ Bordeaux bonjour it's Golf X-ray Lima triple eight Tango we're climbing flight level one eight zero	Nav works		
14 h 48 min 01 14 h 48 min 02 14 h 48 min 04 14 h 48 min 07	Okay		Looks good to me Auto pilot two same thing		Triple click
14 h 48 min 12		→ Climbing flight level one eight zero Golf X-ray Lima triple eight Tango		Golf X-ray Lima eight eight eight Tango bonjour climb level one eight zero	
14 h 48 min 18 14 h 48 min 26 14 h 48 min 27 14 h 48 min 30 14 h 48 min 33 14 h 48 min 35	So pitch mode works... It works as well Open climb Here it is I do with some roll mode okay?		Works fine as well Flight path angle maybe (*) Time Works, Okay		
14 h 48 min 40 14 h 48 min 46 14 h 48 min 47 14 h 48 min 51 14 h 48 min 54	Yeah We will do the managed		Yes Fine We would need a clearance to do the bank angle checks I guess		
14 h 48 min 58	That would be nice actually err once we are at one eight zero... I just talk to them Ja war das war das Mende?				
14 h 49 min 09 14 h 49 min 11		... ahm Bordeaux das war Bordeaux			Yes was it Mende? ... ahm Bordeaux that was Bordeaux
14 h 49 min 15				Golf X-ray Lima triple eight	

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 49 min 20	→ Four three four zero triple eight Tango and just be advised could we maintain flight level one eight zero on heading three three zero and do one or two three sixties?			Tango squawk four three four zero	
14 h 49 min 35 14 h 49 min 36	→ Because we are in acceptance flight so it could be nice if you could give us err some airspace to do few procedures One thousand	Checked	While we are waiting we could try V O R one and two and DMEs and	I call you back sir	
14 h 50 min 00 14 h 50 min 01 14 h 50 min 19	Okay drehst du mal ein VOR rein? Mende zum Beispiel irgendein VOR? Gaillac hat aber kein DME	... Gaillac ist auch okay?	G A I is fine and in prog page we could enter it check distance		Okay could you tune in a VOR? Mende for example any VOR? ... Gaillac is okay too? But Gaillac has no DME
14 h 50 min 26					
14 h 50 min 35 14 h 50 min 38 14 h 50 min 41	Mike Echo November Mike Echo November Fünfehn dreißig	Bitte?	And can we enter Mike Echo November in the prog page? Just to check?		Pardon? Fifteen thirty
14 h 51 min 07 14 h 51 min 18	Yes prog page yeah		It is good zero two zero eighty eight miles and Ah on here we have V O R ... (*)		
14 h 51 min 26	(*) put it on one you can force it on one Mike Echo November so we have four receivers yeah Yeah		Yeah We have Okay ... very good, to clear eighty seven, good and on number two and we		
14 h 51 min 35 14 h 51 min 36 14 h 51 min 37	Err				
14 h 51 min 39 14 h 51 min 41					

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 51 min 49 14 h 51 min 51	(*)	Okay? (*)	have there yes		
14 h 51 min 54 14 h 51 min 55 14 h 51 min 56 14 h 51 min 57 14 h 52 min 02	Haben wir ne ADF Frequenz? Sonst können wir die von Ahm die von Perpignan oder Toulouse nehmen → Bordeaux Golf X-ray Lima triple eight Tango?		All good same DMEs, yes check those Yeap that's fine And ADF one ADF one	Stardust Triple eight Tango go	Do we have an ADF frequency? Otherwise we can take the one from ahm Perpignan or Toulouse
14 h 52 min 15 14 h 52 min 19 14 h 52 min 21 14 h 52 min 28	→ Yeah whenever whenever available I'd like to do a three sixty to the left and a three sixty to the right				
14 h 52 min 39 14 h 52 min 42	→ And where?				
14 h 52 min 48	→ Ok so we are requesting flight well the flight plan was actually ... Err... the flight plan was actually requested like that but we are requesting flight level three one zero then			You have to be an Operational air Traffic we are not doing this kind of flight sir	
14 h 53 min 00				Heu...along this routing you'll have to be three zero zero or three two zero sir	
14 h 53 min 07 14 h 53 min 10	→ Three two zero is fine	Bis zum beacon Papa Lima ...		Triple eight Tango climb we connect with higher sectors climb flight level one niner zero turn left ten degrees	To the Papa Lima beacon ...

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 53 min 17	→ Climbing flight level one niner zero left by ten err Stardust Triple eight Tango and just err bring us to an airspace where we ...				
14 h 53 min 27				Stardust triple eight Tango climb flight level one niner zero turn left ten degrees	
14 h 53 min 31	→ Yes climbing flight level one nine zero left by ten degrees please bring us an airspace where we can do err few exercise just for about ten minutes			Triple eight Tango you cannot do exercises in general air traffic	
14 h 53 min 39					
14 h 53 min 45	→ Well do you actually give we are actually ordering that during our flight...err... when we published the flight plan... this morningwe were talking to your... local A T C			I am asking sir but our rules are that you cannot do test flight... test in your flight we can only deal with regular flight plan sir	
14 h 53 min 59					
14 h 54 min 11	→ No problem sir err...we'll let you know what we have to do we'll come back later to Perpignan anyhow so presently we're climbing flight level one niner zero and we are requesting flight level three two zero				
14 h 54 min 25	We do that later on during the approach into Perpignan...				
14 h 54 min 28			Okay that's fine yep	That is correct sir I call you back	
14 h 54 min 30	→ Thank you				
14 h 54 min 33					
14 h 54 min 36	Okay hast du eine ADF Frequenz?		Okay we can continue with the ADF		Okay do you have ADF frequency?
14 h 54 min 37		Ja			Yes
14 h 54 min 45		So das ist jetzt Papa Lima von Perpignan			So this is Papa Lima of Perpignan
14 h 54 min 47	Okay haben wir den drauf?				Okay do we have that?
14 h 54 min 51	Der ist hinter dem Berg den				It is behind the mountain we do not

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 54 min 54	kriegen wir nicht		That one?		<i>receive it</i>
14 h 54 min 55	Now its behind the mountain too far		Okay		So look if there is something around here?
14 h 54 min 57	Guck mal ob wir hier vorne was haben?	(*)	Yeah		
14 h 54 min 58	Otherwise we do that during the approach into Perpignan or we have to take Toulouse (*)		Alpha Bravo yeah		Look here Alfa Bravo Type in Alpha Bravo
14 h 54 min 59	Guck mal hier Alfa Bravo				
14 h 55 min 02	Gib mal Alfa Bravo ein				
14 h 55 min 09	Alpha Bravo	Alfa Bravo?			
14 h 55 min 17	→ Go ahead		If it point to Alpha Bravo is good enough	Stardust Triple eight Tango?	
14 h 55 min 19				Stardust Triple eight Tango do you have any name of a person that agreed for you to do this test?	
14 h 55 min 20					
14 h 55 min 21					
14 h 55 min 25					
14 h 55 min 26					
14 h 55 min 34	→ No they were they were actually checking on a route which led us to Gaillac and it was discussed with EAS and our operations and Perpignan ATC. So no worries just we do... err... we just continue on present routing and request flight level Three one zero and then we go back to Perpignan		So ... Ok !		
14 h 55 min 55				Stardust Triple eight Tango you are cleared flight level two eight zero and do you know when you will make an half turn to get back to Perpignan?	
14 h 56 min 04	→ In about twenty minutes from now				
14 h 56 min 05					
14 h 56 min 10	→ And just for confirmation Triple eight Tango we're climbing flight level Two eight zero now present heading is three two three			That is copied sir Thank you	
14 h 56 min 17				Stardust Triple eight	

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 56 min 26	→ Direct to MANAK and climbing flight level two eight zero thank you			Tango you may set course to MANAK Mike Alpha Novembre Alpha Kilo and climb flight level two eight zero that is correct	
14 h 56 min 34	err Stardust triple eight Tango		Can we ask him for transponder check one two identifying an altitude and we can then switch the other when you are ready Also we need to call VHF two and VHF three VHF four		
14 h 56 min 53					
14 h 56 min 58	Machst du das mal mit dem ahm Transponder check?				Could you do the transponder check?
14 h 57 min 01					Yes
14 h 57 min 04	Mach mal den Transponder check mit der gleichen Frequenz auf VHF two				Do the transponder check with the same frequency on VHF two
14 h 57 min 12	Ja damit wir VHF two checken das machen wir jetzt ja grad	Ja			Yes that's to check VHF two what we are doing right now
14 h 57 min 17					
14 h 57 min 21					
14 h 57 min 26	→ One one nine three eight zero Stardust Triple eight Tango bye			Stardust Triple eight Tango contact Bordeaux on one one niner decimal three eight zero have a nice flight sir	
14 h 57 min 29	So jetzt machst du das mal auf ADF two				
14 h 57 min 34	One one nine three eight zero right?				So now do this on ADF two
14 h 57 min 35	Okay bitte auf zwei das müsste auf den Zweier gehen				
14 h 57 min 37	Ruf ihn mal one one nine three eight zero				Okay on number two please now we have to use number two
14 h 57 min 40					Call him one one nine three eight zero
14 h 57 min 47	(*) Bordeaux				
14 h 57 min 53					
14 h 57 min 59					

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
14 h 58 min 05		we're climbing flight level two eight zero		Stardust bonjour cleared	
14 h 58 min 09		→ Proceeding as cleared Golf X-ray Lima triple eight Tango So jetzt schalten wir hier um auf den linken zweiten Transponder und ... Ich schalte einfach um?		three proceed as Tango	
14 h 58 min 12					
14 h 58 min 18					
14 h 58 min 22					
14 h 58 min 32	Ja Transponder check	→ Bordeaux this is Golf X-ray Lima triple eight Tango we're now on transponder system number two do you have still radar contact? → Golf X-ray Lima triple eight Tango we're now on transponder system number two confirm you have still radar contact?		Which traffic calling?	So now we switch to the left second transponder and ... I just switch over? Yes transponder check
14 h 58 min 49					
14 h 58 min 52					
14 h 58 min 59					
14 h 59 min 05					
14 h 59 min 06	I give you an ident	→ And I give you now an ident code on A D C number two just a moment → Golf X-ray Lima triple eight Tango you have received our ident?		Yes I still have radar contact for me you squawk four three four zero and that's fine for me	
14 h 59 min 23					
14 h 59 min 27					
14 h 59 min 30					
14 h 59 min 35	Fine on both	→ Ok merci beaucoup Golf X-ray Lima triple eight Tango		Affirm (*) I can read ident no problem	
14 h 59 min 37	We go back to system one				
14 h 59 min 41			Yes very good okay Weather radar all operating modes (*)		
14 h 59 min 42					
14 h 59 min 46	okay				

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 00 min 18	Yes have a play So we have to go up to flight level three zero for the leak check in the cabin right? So we do that and then we ask for the return and do the return flight manually		Have a play		
15 h 00 min 29	Yeah	Okay flight level two eight zero	Yes, I think so yes		Laughter
15 h 00 min 43	Yeah		Two places ... Good idea		
15 h 00 min 45			You need weather T is it? And err Cal or something (*) finish it		
15 h 00 min 51					
15 h 00 min 53					
15 h 00 min 54				Golf X-ray Lima triple eight Tango continue climb level three two zero	
15 h 00 min 59					
15 h 01 min 01	Okay schön	→ Climbing level three two zero Golf X-ray Lima triple eight Tango	Can you select prog page for GPS primary		Okay nice
15 h 01 min 13			GPS primary yes (*) TCAS		
15 h 01 min 15	The prog page?		Should be TCAS traffic, yes it is working		
15 h 01 min 23			Okay and when we have a chance we need HF call one and two request selcall		
15 h 01 min 27					
15 h 01 min 29					
15 h 01 min 35	Yes it is				
15 h 01 min 36					
15 h 01 min 44	Okay was haben wir denn für eine Selcall Frequenz hinten drauf?				
15 h 01 min 50					
15 h 01 min 53	Err the VHF? No we haven't done the VHF three yet		We have not done the VHF three yet have we? We need to do a call on it		Okay what is the Selcall frequency on the back?
15 h 01 min 58	Okay we can do the VHF three				
15 h 02 min 13			the VHF three		
15 h 02 min 28	VHF three is on we are listening to it already	Drei Minuten ahead MANAK	We do that then we (need to)		
15 h 02 min 30	→ Flight level three two zero		Okay		
15 h 02 min 43					MANAK three minutes ahead

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 02 min 48 15 h 02 min 51 15 h 02 min 55	maintaining Golf X-ray Lima triple eight Tango	Still need err weather radar? You still ...	Very good that's works Say again? (2) (Ahm no I don't need now)	Roger copied thank you	
15 h 02 min 57	Okay we go back to VHF number one on one one nine three eight zero okay?		While you are busy may I borrow your system page?		
15 h 03 min 12	Sure go ahead		That's it		
15 h 03 min 16 15 h 03 min 18 15 h 03 min 37	Du könntest im secondary Perpignan Frankfurt eingeben so lang				<i>You could type in Perpignan Frankfurt in the secondary now</i>
15 h 03 min 42 15 h 03 min 43	Ja Perpinan Frankfurt den Plan und dann können wir den nachher aktivieren	Secondary?			<i>Yes Perpignan Frankfurt the plan We can activate it then</i>
15 h 03 min 56				Stardust Triple eight Tango say your mach number?	
15 h 04 min 01	→ Mach number will be point seven eight Stardust Triple eight Tango			Roger thank you	
15 h 04 min 03 15 h 04 min 08	→ And Stardust Triple eight Tango in a few minutes from now we'll be turning back to Perpignan we call you back in about five minutes				
15 h 04 min 17				Roger hem ... how many miles exactly?	
15 h 04 min 22	→ And well we've got all traffic around on TCAS about about five zero miles			Roger ok err...	
15 h 04 min 27 15 h 04 min 32	→ I keep you advised for the (moment)			... for the clearance from control sir	
15 h 04 min 35				Yes but ... I call you back with the new clearance	
15 h 04 min 36 15 h 04 min 39	→ Yeah I keep you advised thank you				

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 04 min 43 15 h 04 min 46	→ Thank you	Wir sind jetzt wieder auf dem Einser ja?	When you are on this speakers here we are all tune the same so need to change to something if you get to the feedback		<i>We are now back on number one right?</i>
15 h 04 min 49	Yeah we are back in VHF one (*)		You get in feedback where you some times you change the frequency on to a different one that's stop the feeding back	Stardust Triple eight Tango so descend level three one zero due to traffic	
15 h 04 min 56 15 h 05 min 00	Okay we should we should do the one two one any how		Okay HF one and two  Okay	OK and then within now forty five miles you'll turn by the right	
15 h 05 min 07	Due to traffic	→ Descending flight level three one zero Golf X-ray Lima triple eight Tango	(*) cruise parameters down		
15 h 05 min 13	Okay		You can level at three one		
15 h 05 min 21	→ That is fine no problem triple eight Tango		Then we record everything very quickly Ready packs (*) trim roll		
15 h 05 min 26	Okay shall we do the pressurization stuff already?		Okay		
15 h 05 min 30 15 h 05 min 32	Yeah we level off at three one zero	Bin einen Moment mal Head down ja?	(*) Mach number is point seven six nine		<i>I am head down for a moment okay? Yes Yes</i>
15 h 05 min 46 15 h 06 min 00 15 h 06 min 01	Okay we are maintaining three one zero?				
15 h 06 min 04 15 h 06 min 06	Jaja				
15 h 06 min 10 15 h 06 min 20					

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 06 min 20 15 h 06 min 26 15 h 06 min 27	Yeah (*)		AP one or two command with heading and alt yes		
15 h 06 min 31 15 h 06 min 33 15 h 06 min 37	So what do you want? Heading		Heading? And autothrust off this one is off Autothrust off After manual adjustment of the thrust and stabilize record all  (*) One three two three one (*)		Single chime Single chime Thinking aloud Thinking aloud
15 h 06 min 47 15 h 06 min 49 15 h 06 min 56 15 h 07 min 06 15 h 07 min 11 15 h 07 min 20 15 h 07 min 25	Ja dann lassen wir ihn drin den Secondary ... Da machen wir dann new destination nach Perpignan rein hier	Okay secondary is in			Yes so let's leave it with the secondary There we type in new destination Perpignan
15 h 07 min 33  15 h 07 min 37 15 h 07 min 42 15 h 07 min 43 15 h 07 min 47	Is that fine?	Warte mal kurz	Really good	Stardust Triple eight Tango so I confirm you are cleared to go to turn by the right to go back via Galliac Golf Alpha India	Wait
15 h 07 min 49 15 h 07 min 59	Yeah okay One minute One minute	→ Ok we're turning... in one minute we're turning right inbound to Galliac Golf X-ray Lima triple eight Tango			
15 h 08 min 05		→ Maintaining three one zero and after one minute we're turning right direct to Golf Alpha India Golf X-ray Lima triple eight Tango		Affirm that's correct by the right direct to Golf Alpha India you maintain three one zero	
15 h 08 min 38 15 h 08 min 40	Okay		(*) okay (*) that's good		

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 08 min 45 15 h 08 min 46	That's it?		that's done		
15 h 08 min 56 15 h 08 min 57 15 h 09 min 00	Zero (*) So in one minute we have to turn right		That is all we need the trim the stabilized target speed ensure the fuel on board is symmetrical and record the roll angle on each PFD Zero Zero looks good		
15 h 09 min 02 15 h 09 min 07 15 h 09 min 10	I give you forty five degrees okay? Okay		Okay (*) Yes we are ok now autothrust back in Three nine zero if we can Can we go to three nine zero and start APU		
15 h 09 min 17 15 h 09 min 20	Let's let's try maybe climb flight level three nine zero on the way back to Perpignan		Yeah		Yes
15 h 09 min 32 15 h 09 min 34		Ja → Golf X-ray Lima triple eight Tango is it possible to climb flight level three nine zero for have a route back to Perpignan?			
15 h 09 min 46 15 h 09 min 50	First of all we turn back.... to get the turn exercise		Yeah okay during the turn if we can disengage try set twenty five ... It stays roll to thirty three then forty five		
15 h 09 min 53	Yeah				
15 h 10 min 00 15 h 10 min 03 15 h 10 min 07 15 h 10 min 09	Yeah Sagen wir ihm turning Gaillac Nee das müssen wir nachher fragen wenn wir den erste Turn hinter uns haben Otherwise we do that on the flight to Frankfurt Yeah? we can do that on the flight to Frankfurt Turning sag ihm turning Gaillac	Können wir jetzt auch turnen? And climb three nine zero			Could we turn now? Tell him turning Gaillac No we need to ask after our first turn completed
15 h 10 min 13			Yeah		
15 h 10 min 20 15 h 10 min 27 15 h 10 min 31		Gaillac (*)			Turning tell him turning Gaillac Cavalry charge (Autopilot)



UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 12 min 29	→ All right we're on a way to a turn to Gaillac is there a chance to climb flight level three nine zero for a few minutes and then descending to Perpignan?				
15 h 12 min 40				I can make three three zero and for further climb I have to check but I'm not sure it will be possible	
15 h 12 min 48	→ Yes please check err please check and give us a call back thank you				
15 h 12 min 52				Triple eight Tango so for the time I confirm you may climb level three three zero confirm you are on course to Gaillac?	
15 h 12 min 58	→ On course Gaillac climbing flight level three three zero Golf X-ray Lima triple eight Tango Thank you We climb to three three zero already				
15 h 13 min 06					
15 h 13 min 09			Okay		
15 h 13 min 10			Okay		
15 h 13 min 11			It sounds promising		
15 h 13 min 15	okay				
15 h 13 min 19	gibst du mal new destination ein Perpignan? Und gib mir mal auf welcher Freq				
15 h 13 min 21	He he will do that in a minute				
15 h 13 min 28					
15 h 13 min 32					
15 h 13 min 38					
15 h 13 min 41					
15 h 13 min 43	During the (*) we will do that yeah				
15 h 13 min 48	Yeah				
15 h 13 min 52					
15 h 13 min 54	Right yeah				
					<i>type in new destination Perpignan? And give me which freq...</i>

UTC-time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 13 min 57	Yeah runway three three	Runway three three			
15 h 13 min 58	→ Approaching flight level three three zero Golf X-ray Lima triple eight Tango	Gibt es keine Arrival?			Is there no arrival?
15 h 14 min 04					
15 h 14 min 06					
15 h 14 min 10	→ I can give you a very fast climb up and be quite fast down again			Roger	
15 h 14 min 13				I understand sir but you know you are on general aviation and many sectors above so it's a bit more difficult for us than different controls	
15 h 14 min 17					
15 h 14 min 29	→ Fully understand thanks for your cooperation				
15 h 14 min 41	Machen wir ... guck mal guck mal in die Karte was er hat				We do that look look at the map
15 h 14 min 54					
15 h 14 min 59	Okay dann machen wir es hand...	Steht nur Runway three three			There is only runway three three
15 h 15 min 31	Nehmen wir das ILS rein?				Okay then we do it manually
15 h 15 min 33					Let's tune in the ILS?
15 h 15 min 35	Papa Lima	ILS Frequenz hat er drin			ILS frequency is in already
15 h 15 min 37		Und final track three two nine hater auch			And final track three two nine is in too
15 h 15 min 38	Yeah go ahead			Golf X-ray Lima triple eight Tango climb level three five zero	
15 h 15 min 50					
15 h 15 min 54	→ Climbing flight level three five zero Golf X-ray Lima triple eight Tango thank you				
15 h 16 min 03				Golf X-ray Lima triple eight Tango contact Bordeaux on one two two decimal four one five	
15 h 16 min 10	→ One two two four one five triple eight Tango thanks a lot bye				
15 h 16 min 13		Soll ich den rufen? Ich ruf den ja Bordeaux?			
15 h 16 min 20		→ Bordeaux bonjour Golf X-ray Lima triple eight Tango we're climbing flight level three five zero			Shall I call him? I call him yeah Bordeaux?
15 h 16 min 25				Stardust Triple eight	

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 16 min 30					
15 h 16 min 38	Okay so jetzt auf dreifünzig dann kriegen wir auch dreineunzig	→ On reaching maintaining three five zero Golf X-ray Lima triple eight Tango		Tango bonjour maintain three five zero when reaching and I call you back	Okay so now to three fifty then we will get three ninety as well
15 h 16 min 51	Müssen wir nur fragen nachher wie es nach Gaillac weiter geht weil wir sind cleared bis Gaillac	Yeah Also ILS ist identified für die Runway three three			We have to ask later how to continue after Gaillac cause we are cleared to Gaillac
15 h 16 min 57	Okay				Well ILS is identified for runway three three
15 h 16 min 59			Checking the start of the APU in the next three to five minutes		
15 h 17 min 05			It must be what they want		
15 h 17 min 09	During		Must be just to go up there and to start the APU I guess is the maximum certified altitude for the start		
15 h 17 min 11	Pardon				
15 h 17 min 12					
15 h 17 min 13					
15 h 17 min 17	Yeah I think I think we will have a chance to get out				
15 h 17 min 18	They gave us this routing for exercise so		Yeah yeah Never mind		
15 h 17 min 26					
15 h 17 min 29	On the way down we just have do do we have to switch the packs off at three nine zero		No no problem this is a reduce check		
15 h 17 min 31	no		Anti ice		
15 h 17 min 31	okay		On the way down we turn the anti ice on to make sure it goes		
15 h 17 min 48					
15 h 17 min 52					
15 h 17 min 53					
15 h 17 min 55					
15 h 17 min 56					
15 h 17 min 58					
15 h 18 min 00				Stardust Triple eight radar continue climb level three seven	

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 18 min 04 15 h 18 min 05		→ Climbing level three seven zero Golf X-ray Lima triple eight Tango	And doesn't leak	zero	
15 h 18 min 08 15 h 18 min 09 15 h 18 min 11	Ah ah		Going up slowly		
15 h 18 min 15 15 h 18 min 17 15 h 18 min 21 15 h 18 min 23 15 h 18 min 24	Yeah  Yeah we do that		We have to do a maximum over speed on the way down record it speed brakes extension... V M O Level at one four zero  In alternate law at one four zero A P U On the packs Then slow down right down we have to go into alpha err floor on approach well not not on approach but at one four zero slow right down Get into alpha floor end then recover		
15 h 18 min 28 15 h 18 min 31 15 h 18 min 35			It is a little different So that would be a ...		
15 h 18 min 46 15 h 18 min 47 15 h 18 min 49 15 h 18 min 51 15 h 18 min 52	Okay	→ One one nine decimal three eight zero thank you bye Golf X-ray Lima triple eight Tango		Stardust Triple eight Tango contact Bordeaux one one nine decimal three eight zero au revoir	
15 h 18 min 57					
15 h 19 min 02 15 h 19 min 07		→ Bordeaux bonjour this is Stardust... triple eight Tango flight level three seven zero we request flight level three nine zero	(*) (*) Err we get the best we can if we can get the best we can We go three nine later		Discussion between two people
15 h 19 min 10  15 h 19 min 11			(*) (*)		

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 19 min 16				X-ray Tango you are on a wrong freq please call Bordeaux one three six zero five five	
15 h 19 min 23		→ One three six zero five five thank you bye bye Golf X-ray Lima triple eight Tango			
15 h 19 min 31		→ Bordeaux bonjour it is Stardust Triple eight Tango flight level three seven zero and we request to climb flight level three nine zero			
15 h 19 min 38				Stardust Triple eight Tango bonjour are you able to be level three nine zero within two minutes maximum?	
15 h 19 min 42	Yes maximum	→ Yes we are able Golf X-ray Lima triple eight Tango			
15 h 19 min 46					
15 h 19 min 47					
15 h 19 min 54	Yeah	→ Ok maximum in two minutes flight level three nine zero Golf X-ray Lima triple eight Tango			
15 h 20 min 00	So three niner zero within two minutes no problem				
15 h 20 min 02			Ok within two minutes he said		
15 h 20 min 05	Yeah		(*) When we are levelled at three nine zero we need to bring up the APU page and time the start for the APU and record EGTs		
15 h 20 min 12	Yeah				
15 h 20 min 46					
15 h 21 min 00	Yeah fine				
15 h 21 min 25	It's about it				
15 h 21 min 26					
15 h 21 min 33					
15 h 21 min 36	We did promised a lot but not to		Yeah (*) seconds win		Laughter

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 21 min 47	much		Yes		Laughter
15 h 21 min 51	Okay you want to do the timing		Okay we can start the APU if you wish any time		
15 h 21 min 54	And start the APU		We need to time it ... time it from		
15 h 21 min 56	(*)		Yes timing		Copy the time?
15 h 21 min 57		Machst du time?			
15 h 21 min 59	Timing		Okay it's good		
15 h 22 min 00	Ok here we are		It's good		
15 h 22 min 01					
15 h 22 min 02	Ja das brauchen wir nicht drei drei				
15 h 22 min 11	das Wetter wird nicht anders sein	Ich hol mal die ATIS ja?			
15 h 22 min 16					
15 h 22 min 19					
15 h 22 min 25	→ Err two more minutes at this flight level and then we are ready for descending to Perpignan Stardust triple eight Tango thanks a lot for your cooperation			Stardust Triple eight Tango say your intentions are you going to land at Perpignan now?	
15 h 22 min 33					
15 h 22 min 38	→ It's no problem we call you for descent you call us please thank you			Roger no problem but due to traffic it will be at least within three minutes report for descent	
15 h 22 min 46	Eight forty		There it is EGT coming		
15 h 22 min 50			(2) eight forty five		
15 h 22 min 51			Eight forty five okay okay eight forty five is the peak		
15 h 23 min 10			Still coming		
15 h 23 min 16			(2) (*) That's not a bad start That are now stop timing one minute seventeen		
15 h 23 min 19	Yeah		One minute sixteen		
15 h 23 min 20	And off yeah?		Stabilized now and we		
15 h 23 min 22	(*)				
15 h 23 min 27					
15 h 23 min 28					

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 23 min 29			And let stabilize and record N one one hundred percent EGT leave the five five It's good APU running and descent one four zero Wing anti ice on when we can		
15 h 23 min 43			It can come on now we will do the descent and we will have it on for five minutes to ensure no bleed leak		
15 h 23 min 53	At at one four zero?		Err just...		
15 h 23 min 56	Okay		I'm sorry engine anti ice and ... it says		
15 h 23 min 57	Okay engine and wing?		Just engines		
15 h 24 min 03	Just wing		Anti ice wing on maintain wing anti ice on anti ice engine normal		
15 h 24 min 04	And wing and (*) both normally		Yeah		
15 h 24 min 06	Yeah		That's it just wing just wing		
15 h 24 min 07	Okay				
15 h 24 min 09	That off				
15 h 24 min 09	There is some converging traffic				
15 h 24 min 12	And we are ready for descent				
15 h 24 min 13		→ Stardust Triple eight Tango we are ready for descent			
15 h 24 min 19					
15 h 24 min 19					
15 h 24 min 21					
15 h 24 min 19					
15 h 24 min 26					
15 h 24 min 28					
15 h 24 min 31					
15 h 24 min 34					
15 h 24 min 38					
15 h 24 min 41	Wing... on the bleed page you can finish	→ Ok we are standbysing Stardust Triple eight Tango			
15 h 24 min 42	(*)		(*)		
15 h 24 min 49	Okay		Yeah, it'll ... so we leave on for five minutes		
15 h 24 min 49	You want a timing?		Err no timing no just just making sure no ECAM for bleed leak		
15 h 24 min 51					
15 h 24 min 54	Okay fine				
	Yeah				

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 24 min 56			So in the descent we need prior to climb to flight level two five zero APU goes back off		
15 h 25 min 04	Okay		I'm sorry correction auto pilot off auto pilot off err...		
15 h 25 min 05	Okay		we need to over speed so it says five degrees that's too low I think about two three degrees with moderate power then you can pull off if you need it		
15 h 25 min 07	(*)				
15 h 25 min 17	Yeah		So err...		
15 h 25 min 18			You keep (*) ...		
15 h 25 min 20	You just want the over speed warning to hear		Over speed and record		
15 h 25 min 23			So ease up to it not too fast so we can record		
15 h 25 min 27	Let let see what she clears us down to		Okay		
15 h 25 min 29			It can be done any altitude		
15 h 25 min 30	Yeah		Then we recover with... speed brakes to full or normal and then retract		
15 h 25 min 32			Five degrees is too much it goes too fast		
15 h 25 min 36			(*) with a little power		
15 h 25 min 41	Okay		And then you have some control		
15 h 25 min 48	Yeah yeah				
15 h 25 min 51	yeah				
15 h 25 min 55			Any any time prior		
15 h 25 min 56	And and you want to have that extra at round about flight level two five zero right?		Yeah		
15 h 26 min 00					
15 h 26 min 01	Any time above flight level two five zero			Break Triple descend five zero	Stardust Tango flight level three
15 h 26 min 03					
15 h 26 min 07	Descending three five zero	→ Descending three five zero Stardust Triple eight Tango			
15 h 26 min 14	Fragst du mal nach einem Routing				
15 h 26 min 17	Weil wir sind ja momentan right in				Ask for a routing please Because at the moment we are right

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 26 min 29	the middle of nowhere				<i>in the middle of nowhere</i>
15 h 26 min 39		→ And Stardust Triple eight Tango we request routing to Perpignan		Stardust Triple eight Tango contact Bordeaux on one three two decimal nine one zero bye bye	
15 h 26 min 45		→ One three two decimal niner one zero thank you bye bye Stardust Triple eight Tango			
15 h 27 min 03		→ Bordeaux Stardust triple eight Tango we're descending flight level three five zero		Bonjour again Stardust triple eight Tango continue down level two Hundred	
15 h 27 min 07					
15 h 27 min 11					
15 h 27 min 12	Very good (*) ask for it	→ Descending down two hundred and confirm routing inbound to Perpignan?		Affirm	
15 h 27 min 18		→ Ok we are descending flight level two hundred and we're going straight inbound to Perpignan			
15 h 27 min 19					
15 h 27 min 24	Dann gib mal Perpignan ...				
15 h 27 min 29	Das VOR am Besten				
15 h 27 min 31			Yeah		
15 h 27 min 32	I take your autopilot off already		Okay		
15 h 27 min 36	Speed brake in				
15 h 27 min 37		Yes	Yes of course		
15 h 27 min 38	And take auto-thrust out actually		Moderate power is good for... so half power		
15 h 27 min 41			So we can ease up into it		
15 h 27 min 44			So we need the... N one N two and mach number (*)		
15 h 27 min 45			... both sides		
15 h 27 min 51	Oh we don't need that much		Here it comes		
15 h 27 min 55					
15 h 28 min 00					
15 h 28 min 09		Ok direct Perpignan			
15 h 28 min 12	Direct Perpignan ... Hast du drauf				<i>Direct Perpignan ... is this set?</i>

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 28 min 18 15 h 28 min 20 15 h 28 min 23 15 h 28 min 28 15 h 28 min 33 15 h 28 min 34	Ja? That's find autopilot heading? That would you ... Look at this (* ) the (* ) one	Ja	should be good whatever it is sounds good Err... we need to record when it goes on with the Mach number Two two eight two two they are both the same  There it is (two four three five)... (two four three five) Okay And record the PFD1 if AIDS is not available, We have AIDS available don't we?  We have AIDS in the... recording for engineering in the box so we don't need to do this next one  Okay Speed brake full to recover Full speed brake Yes Aircraft behaviour normal? yes Speed brake retract  Okay stowed yes AIDS don't need that so not applicable And... So we the next is below two five zero... When appropriate  Any flight level maybe two zero zero And we overspeed a little		yes  Sharp sound Continuous Repetitive Chime  End du Continuous Repetitive Chime
15 h 28 min 42 15 h 28 min 43					
15 h 28 min 49 15 h 28 min 50	Pardon				
15 h 28 min 56 15 h 28 min 57 15 h 28 min 58 15 h 29 min 01 15 h 29 min 03 15 h 29 min 05	Yes yes yes So we can do it later Full speed brake auto pilot off				
15 h 29 min 08 15 h 29 min 10 15 h 29 min 18 15 h 29 min 29 15 h 29 min 32 15 h 29 min 33 15 h 29 min 34	Okay we go down a bit faster now  Yeah Yeah				
15 h 29 min 36 15 h 29 min 37					

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 29 min 38	Okay and we do that at two hundred okay?		Okay And same thing recover at full speed brake and retract And it should be... must be... recorded figures between three fifty and three sixty		
15 h 29 min 41					
15 h 29 min 48					
15 h 29 min 52	Okay		So we have to overspeed and hold the overspeed while we record		
15 h 29 min 54					
15 h 29 min 58	All right so what we do now we come down with a little bit more speed here (*)				
15 h 30 min 10	Perpignan (*)				
15 h 30 min 11					
15 h 30 min 17					
15 h 30 min 35					
15 h 30 min 37					
15 h 30 min 39					
15 h 30 min 49	→ Yes we know but we actually we had planned our flight plan like this with your local ATC so sorry for that and there was misunderstanding we'll do differently next time	Ja → Gohead Stardust Triple eight Tango		Stardust Triple eight Tango Yes for the next time sir it'll be better not to do your... your flight in general aviation it's a bit complicated for us	
15 h 30 min 59					
15 h 31 min 07	→ One two eight eight five bye bye thank you				
15 h 31 min 11	Ya Ya	One eight eight five (*)			
15 h 31 min 22	Maintaining flight level two hundred für drei vier Minuten sag				

*maintaining flight level two hundred for three or four minutes tell him*

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 31 min 25 15 h 31 min 25 15 h 31 min 27	ihm Yeah checked	One thousand → Marseille bonjour stardust triple eight Tango we are coming down flight level two zero zero			
15 h 31 min 33				Stardust triple eight Tango bonjour nav two for Perpignan approach descent level one five zero	Altitude alert
15 h 31 min 40	We need two hundred for three minutes	→ We need two hundred for two or three minutes Golf X-ray Lima triple eight Tango		Okay confirm you need to be steady level two zero zero for three minutes maximum	
15 h 31 min 47				Roger	No
15 h 31 min 53	Yes	→ Yes well copy Stardust Triple Eight Tango	Master warning ECAM over speed adjust throttle to hold at speed then record		
15 h 31 min 56 15 h 32 min 03 15 h 32 min 09	Ne		Airspeed is coming so (*)	Stardust triple eight Tango new code four seven one zero	
15 h 32 min 15 15 h 32 min 23	Okay				
15 h 32 min 29		→ The squawk four seven one zero Stardust triple eight Tango			
15 h 32 min 34 15 h 32 min 36 15 h 32 min 37	Okay here we go		Three fifty five three fifty five		Continuous Repetitive Chime
15 h 32 min 42 15 h 32 min 48			Okay full speed brake And you can cancel the warning if you wish That's Good fine and back to normal		
15 h 32 min 53	Okay	Go down?			
15 h 32 min 57 15 h 32 min 58 15 h 32 min 59	Yeah	→ Stardust triple eight Tango we request now to descend			End du Continuous Repetitive Chime

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 33 min 04				Stardust triple eight Tango descent level one three zero one three zero the rest of the descent with Perpignan approach one two zero decimal seven five au revoir	
15 h 33 min 14		→ One two zero decimal seven five we are descending now flight level one three zero Golf X-ray Lima triple eight Tango		Bye	
15 h 33 min 21	(*)		Now next okay to talk?		
15 h 33 min 22	Yeah	Yeah			
15 h 33 min 25			Next is alternate law when below three twenty so now is okay FAC one FAC two goes off		
15 h 33 min 26	Yeah				
15 h 33 min 28					
15 h 33 min 34	I do that when we go down to one eighty that we can do that in one three zero	→ Perpignan approach bonjour the Golf X-ray Lima triple eight Tango we are descending flight level one three zero			
15 h 33 min 41			Do it at any time	Golf X-ray Lima triple eight Tango Perpignan approach good morning again descent flight level one two zero initially routing Papa Papa Golf you're number two for the approach	
15 h 33 min 52		→ Descending one two zero we are number two for the approach and we're inbound Papa Papa Golf X-ray Lima triple eight Tango Descending one two zero yeah? Engine of ice? (Bleed) on of ice			
15 h 33 min 57					
15 h 33 min 58					
15 h 33 min 59	Yeah descent one two zero				
15 h 34 min 01	On				
15 h 34 min 03					
15 h 34 min 04					Cavalry charge

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 34 min 05 15 h 34 min 07 15 h 34 min 08 15 h 34 min 09	Off Five minutes on	Off Five minutes on	Five minutes on Take bleed page off now if you wish		
15 h 34 min 11 15 h 34 min 21	Machst du die Bleed Page weg normal Pages		Okay	Golf X-ray Lima triple eight Tango expect to hold overhead Papa Papa Golf reduce speed two five zero knots	Switch off the bleed page normal pages
15 h 34 min 27 15 h 34 min 30	Frag mal nach Radar Vectors	→ Golf X-ray Lima triple eight Tango we			
15 h 34 min 38	We'll appreciate a radar vectors !	→ we'll appreciate a radar vector for the approach		Golf X-ray Lima triple eight Tango heu in this case turn left radar vectoring turn left heading zero nine zero and reduce speed two zero zero knots	Ask for radar vectors
15 h 34 min 50	Sehr schön	→ Reducing speed two zero zero knots and turning left heading zero nine zero Golf X-ray Lima triple eight Tango			Very nice
15 h 34 min 55	Heading zero nine zero speed two two zero	Yeah	Yeah		
15 h 34 min 59 15 h 35 min 00 15 h 35 min 01 15 h 35 min 02 15 h 35 min 04	So that's very good Radar vectors (*)	Speed pull			Altitude alert
15 h 35 min 08 15 h 35 min 10 15 h 35 min 12	Artung (*) Speed two two zero... heading zero nine zero	Speed full	Then we have ... when ready the APU bleed on		
15 h 35 min 19	Yeah Affirm	Speed two two zero? On heading zero nine zero			Take care

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 35 min 27 15 h 35 min 32	So now just maintain one two zero		And suppose so we can do two things may be		
15 h 35 min 35 15 h 35 min 37	Yes go ahead		Bleeds err ... packs on the so APU bleed on		
15 h 35 min 39 15 h 35 min 40	Ok go ahead		It's okay we can change that		
15 h 35 min 42		Have you bleed on?	Yes and we need the APU page record the TATS SATS and mach number and flight level		
15 h 35 min 48 15 h 35 min 56		APU (bleech) Ok ! And the engine bleed... still on	TATS isn't on a screen Err... Yes still on		
15 h 35 min 58 15 h 36 min 03	Still off Ok we maintain flight level one two zero speed we coming down two two zero selected auto thrust auto pilot on				
15 h 36 min 09 15 h 36 min 10			Yes We will (open the other one) shortly and one two zero		
15 h 36 min 11 15 h 36 min 14	yeah		Okay and now we are going to record the N one it's hundred percent EGT (*)		
15 h 36 min 17 15 h 36 min 19 15 h 36 min 20 15 h 36 min 23	Engine anti ice is still on here		Err... that's okay that's okay Pressure not below ten PSI and the pressure is eighteen APU bleed now can go off		
15 h 36 min 27		APU bleed off			
15 h 36 min 34 15 h 36 min 36 15 h 36 min 37 15 h 36 min 38 15 h 36 min 39 15 h 36 min 40 15 h 36 min 41 15 h 36 min 42 15 h 36 min 43	Yeah	Off And APU also can go off Off	Yes APU shut down Yes APU can go off Yes		

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 36 min 44	Yeah yeah				
15 h 36 min 45	Hem okay...				
15 h 36 min 47	You want alternate law?		Okay	Golf X-ray Lima triple eight Tango reduce speed one eight zero knots	
15 h 36 min 48		→ Reducing speed one eight zero knots Golf X-ray Lima triple eight Tango	Okay alternate law		
15 h 36 min 52					
15 h 36 min 55	Ja das ist das machen wir noch in clean hier	Yeah			
15 h 36 min 57	Okay				
15 h 36 min 58					
15 h 37 min 01	So you just do the switching okay		Okay	X-ray Lima triple eight Tango descend flight level eight zero	
15 h 37 min 02			Okay		
15 h 37 min 05	I'm ready	→ Descending flight level zero eight zero Golf X-ray Lima triple eight Tango	Okay are you ready		
15 h 37 min 06			Auto pilot comes off		
15 h 37 min 08	Descend flight level zero eight zero go ahead	Descending zero eight zero			
15 h 37 min 09	Yeah go ahead				
15 h 37 min 11					
15 h 37 min 12					
15 h 37 min 13					
15 h 37 min 14					
15 h 37 min 15					
15 h 37 min 16					
15 h 37 min 17					
15 h 37 min 20					
15 h 37 min 22	Here we are alternate law				
15 h 37 min 25	Yeah				
15 h 37 min 26					
15 h 37 min 32					
15 h 37 min 36	That's it				
15 h 37 min 37					

*An this is we do this while in clean  
configuration*

Cavalry charge

Single Chime

Single Chime

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 37 min 45			they all work here up down rudders work it's good Pitch auto pitch still works here		
15 h 37 min 48	It does		And back to normal		
15 h 37 min 49	FACs on		So FACs come back on		
15 h 37 min 52	Yeah				
15 h 37 min 54	Auto pilot comes on and speed brakes out		And all good Low speed flight is probably next Err... Low speed is... I'll read through first it will be landing gear down flaps go to full adjust engine power stabilized When the aircraft speed is stable and set power at idle it'll be manual and adjust the pitch to maintain deceleration around one degree per second During deceleration...		
15 h 38 min 03					
15 h 38 min 09					
15 h 38 min 15					
15 h 38 min 26					
15 h 38 min 27	You want to go down all the way to VLS and alpha prot right?		Yes So when you get to the bottom of VLS you have to pull quite hard to make it goes		
15 h 38 min 30					
15 h 38 min 34	Yeah I know yeah		And then it will go into the alpha floor Then you need to pitch forward and err... you're happy with disconnect and reengage And out of alpha floor That's it we're into landing HF check we can do on the ground ah		
15 h 38 min 36					
15 h 38 min 38					
15 h 38 min 42					
15 h 38 min 50				Golf X-ray Lima triple eight Tango continue descent flight level six zero	
15 h 38 min 52					

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 38 min 57 15 h 38 min 58	Six zero	→ Descending flight level zero six zero Golf X-ray Lima triple eight Tango	Or on the way to Frankfurt		
15 h 39 min 03	Lets descend flight level six zero	Ice wing anti ice on?			
15 h 39 min 06	Yeah	APU page (*)			Ya we got it maybe for a while
15 h 39 min 07	Ja haben wir Ja ein bisschen vielleicht				Interference on the CAM
15 h 39 min 08					
15 h 39 min 19					
15 h 39 min 20	Yeah				
15 h 40 min 04					
15 h 40 min 16		→ Ok turning right heading one niner zero maintaining flight level six zero and speed coming down one nine zero knots		Golf X-ray Lima triple eight Tango turn right heading one niner zero and descent flight level six zero maintain the speed one eight zero knots	
15 h 40 min 21	One eighty				
15 h 40 min 23	One eighty				
15 h 40 min 24	Right heading one nine zero speed one... one... one eighty				
15 h 40 min 27		Now speed one niner zero			End of interference
15 h 40 min 30	Heading one niner zero				
15 h 40 min 37	So all right				
15 h 40 min 49	Let's get down to	Eben hat sie gesagt one eight zero			Now she told one eight zero
15 h 40 min 51		So one thousand			That's right
15 h 40 min 53	Genau				
15 h 40 min 54	Check it				
15 h 40 min 55	Let's get down to flight level six zero first				
15 h 40 min 57					
15 h 41 min 00					
15 h 41 min 01		(*) Fragen?		Golf X-ray Lima triple eight Tango resume own navigation direct LANET end of radar vectoring continue descent five thousand feet QNH one zero one eight cleared LANET ILS approach three	(*) Questions?

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 41 min 12 15 h 41 min 17 15 h 41 min 20		(*) Air France? → Did you call the Golf X-ray Lima triple eight Tango		three  Yes Sir err Resume your own navigation direct LANET now descent five thousand feet QNH one zero one eight you are cleared for the LANET ILS approach three three	
15 h 41 min 33		→ We are cleared direct to LANET point and we descending five thousand feet the QNH is one zero one eight and we are cleared for the ILS runway three three Golf X-ray Lima triple eight Tango			
15 h 41 min 40	I think we will have to do the slow flight probably later  Yeah		Okay Yeah Ya		
15 h 41 min 43 15 h 41 min 48 15 h 41 min 51 15 h 41 min 54 15 h 41 min 56 15 h 41 min 57	Or we do it on the way to Frankfurt or I even skip it Sorry Guck mal wo der LANET point ist  Flaps one	Speed Checked Flaps one Yeah Is activated Ich geb dir LANET ein ja		That's correct Sir end of radar vectoring	Have a look where the LANET point is
15 h 41 min 58 15 h 42 min 00 15 h 42 min 03 15 h 42 min 06 15 h 42 min 08 15 h 42 min 11 15 h 42 min 12 15 h 42 min 14	Activate approach phase  (*) Direct bitte Yeah thanks		QNH was (*) one eight (*)		I type in LANET point for you Yeah? Direct please
15 h 42 min 17 15 h 42 min 19 15 h 42 min 20	Reducing Flaps two	→ (Still) reducing now the speed Golf X-ray Lima triple eight Tango		Golf X-ray Lima triple eight Tango say speed	

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 42 min 22		Speed check flaps two		Say speed triple eight Tango	
15 h 42 min 25		→ Speed one eight zero knots coming back			
15 h 42 min 29					
15 h 42 min 34		→ QNH one zero one eight descending two thousand feet the Golf X-ray Lima triple eight Tango So LANET is direct ja			
15 h 42 min 39					
15 h 42 min 41	Ja genau (*)	After LANET (*) for the approach es ist also hier dieser Arc ja			Yeah that's right After LANET to be (*) for the approach (*) is (*) it is an arc yeah
15 h 42 min 45	Okay				
15 h 42 min 46	The approach is not in the err is not in the database	(*)			
15 h 42 min 49		No no no			
15 h 42 min 50	Okay we (*) ourselves in a loop to Charlie Foxtrot				
15 h 42 min 52		Charlie			
15 h 42 min 53		So the altimeters			
15 h 42 min 54					
15 h 42 min 56	One zero two zero five thousand now				
15 h 42 min 59		Neer QNH is one zero one eight			No QNH is one zero one eight
15 h 43 min 01					
15 h 43 min 03	Sorry one zero one eight	QNH one zero one eight and (*) I have now four thousand eight hundred and now			
15 h 43 min 09					
15 h 43 min 22	Checked one zero one eight	Okay kurz zum Briefing ja ich the das vor			okay Let's go to the briefing yeah I read it
15 h 43 min 25		Du hast drin das ILS runway three three final track is three one nine three two nine			you got ILS runway three three final track is three one nine three two nine
15 h 43 min 30	Yeah	Und zwar aus Zweitausend foot (*) fuss so (*) geclart ja			Well and out off two thousand feet as cleared
15 h 43 min 31					
15 h 43 min 35	Okay				

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 43 min 37	Down below the clouds so you want what?				Cavalry charge
15 h 43 min 39	Yeah	Yeah	To go slower you mean?		
15 h 43 min 41			We need to go slow with err recovery from... recovery		
15 h 43 min 43			Yes gear down		Single chime
15 h 43 min 44	Gear down				
15 h 43 min 45	Gear down	Normal			
15 h 43 min 46	Gear down				
15 h 43 min 47	Gear down we do the err the...				
15 h 43 min 48					
15 h 43 min 51	Yeah what's the speed		Low speed yeah	Golf X-ray Lima triple eight Tango confirm it will be a full stop landing?	
15 h 43 min 52			just... to come right back to alpha floor activation		
15 h 43 min 56	Okay we go down		get your power at idle adjust the pitch to maintain and Flaps full when ready		
15 h 43 min 57					
15 h 44 min 03	Okay flaps three	Speed checked			
15 h 44 min 04		Flaps three		Golf X-ray Lima triple eight Tango Perpignan	
15 h 44 min 05		→ Go ahead Golf X-ray Lima triple eight Tango			
15 h 44 min 06					
15 h 44 min 08					
15 h 44 min 11					
15 h 44 min 14	Negative it will be a missed it will be a... it will be a go around and then on the way to Frankfurt	Go-around		Triple eight Tango Confirm it will be a full stop landing	
15 h 44 min 19					
15 h 44 min 23	Flaps full	→ Golf X-ray Lima triple eight Tango we only intend to make an approach with a go around for the go back to Frankfurt			
15 h 44 min 24					
15 h 44 min 26	(*)				
15 h 44 min 29	So maintain three thousand now		(maintain three thousand) feet for the spool up may be for the...		
15 h 44 min 31	Okay?				
15 h 44 min 32	Yeah maintain three thousand (*)	Maintaining?			
15 h 44 min 33					
15 h 44 min 34					
15 h 44 min 38	Okay	→ Golf X-ray Lima triple eight Tango and our flight number to		Golf X-ray Lima triple eight Tango roger I'll call you back	

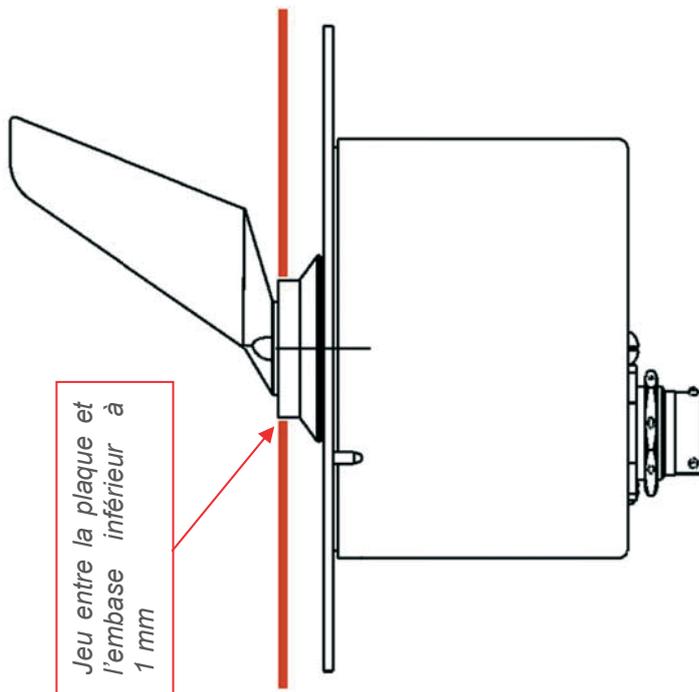
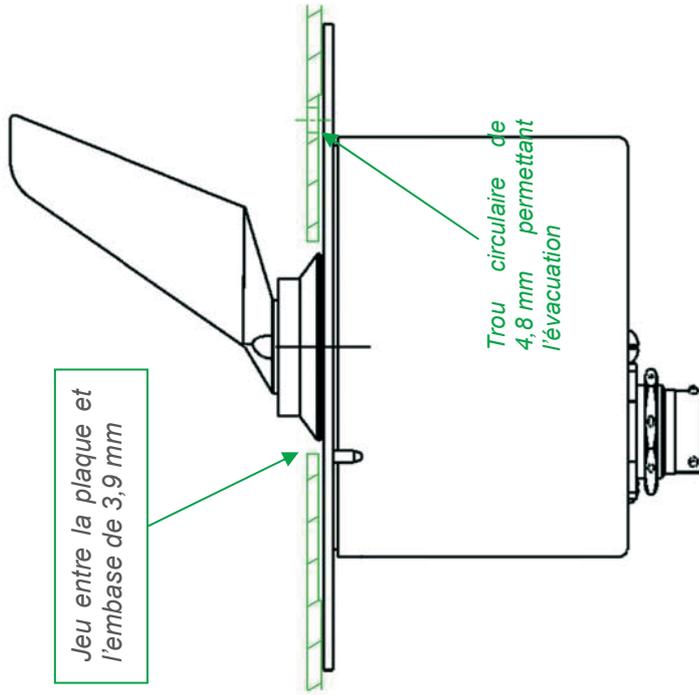
UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 44 min 46 15 h 44 min 49	Okay here we go	Frankfurt is Golf X-ray Lima triple eight Papa Und ich sag ihr jetzt dass wir im Moment in Dreitausend bleiben	The weight is fifty four	Golf X-ray Lima triple eight Tango can you speed reduce speed again	And I say now to her that we are maintaining three thousand at the moment
15 h 44 min 51					Triple click
15 h 44 min 56 15 h 44 min 57 15 h 44 min 58	We are reducing	→ We are still reducing the speed Golf X-ray Lima triple eight Tango	(*)		
15 h 45 min 03			(*) I will say when the trim stops		The word "stops" is stronger than the rest of the phrase SV: Stall ( X13) Cricket (stall warning)
15 h 45 min 05			Stop !		Noise similar to thrust levers being moved forward to the stop
15 h 45 min 06					End of stall warning Single chime (I increase speed ) Yeah?
15 h 45 min 13 15 h 45 min 18 15 h 45 min 19 15 h 45 min 20 15 h 45 min 24	(oh oh oh) (...)	Ich nehm die Speed noch mal hoch ja?	Stick forward (*) (*) alpha floor we're in manual		Single chime
15 h 45 min 26 15 h 45 min 27 15 h 45 min 29 15 h 45 min 30 15 h 45 min 31 15 h 45 min 33 15 h 45 min 34 15 h 45 min 35 15 h 45 min 36 15 h 45 min 37 15 h 45 min 39 15 h 45 min 40 15 h 45 min 42 15 h 45 min 44 15 h 45 min 45	Ja it's pitching up all the time (...) Pitching up It's It's pitching up this (...) Nee Gear up (*) (...) (...)	Kriegst du das geregelt? Gear up Gear up Gear up			Are you able to handle this? No SV: Stall (12 times) Cricket (stall warning)
15 h 45 min 47 15 h 45 min 48 15 h 45 min 51 15 h 45 min 52	(...)			Golf X-ray Lima triple eight Tango contact tower one one eight decimal three bye	End of stall warning Single chime SV: Stall (9 fois)

UTC time	Captain	Co-pilot	Others	ATC	Noises, Observations
15 h 45 min 54					
15 h 45 min 55	Flaps up		What's wrong here		Cricket (stall warning)
15 h 45 min 57			(*)		
15 h 45 min 58	Flaps up				End of stall warning
15 h 46 min 00			(*)		Continuous repetitive chime
15 h 46 min 00,5			Speedbrakes		
15 h 46 min 02					End of CRC
15 h 46 min 02,5					C chord (Altitude alert)
15 h 46 min 03					SV: (*) terrain terrain
15 h 46 min 04					
15 h 46 min 05	(...)	(...)			
15 h 46 min 06					
15 h 46 min 07			End of recording		



annexe 5

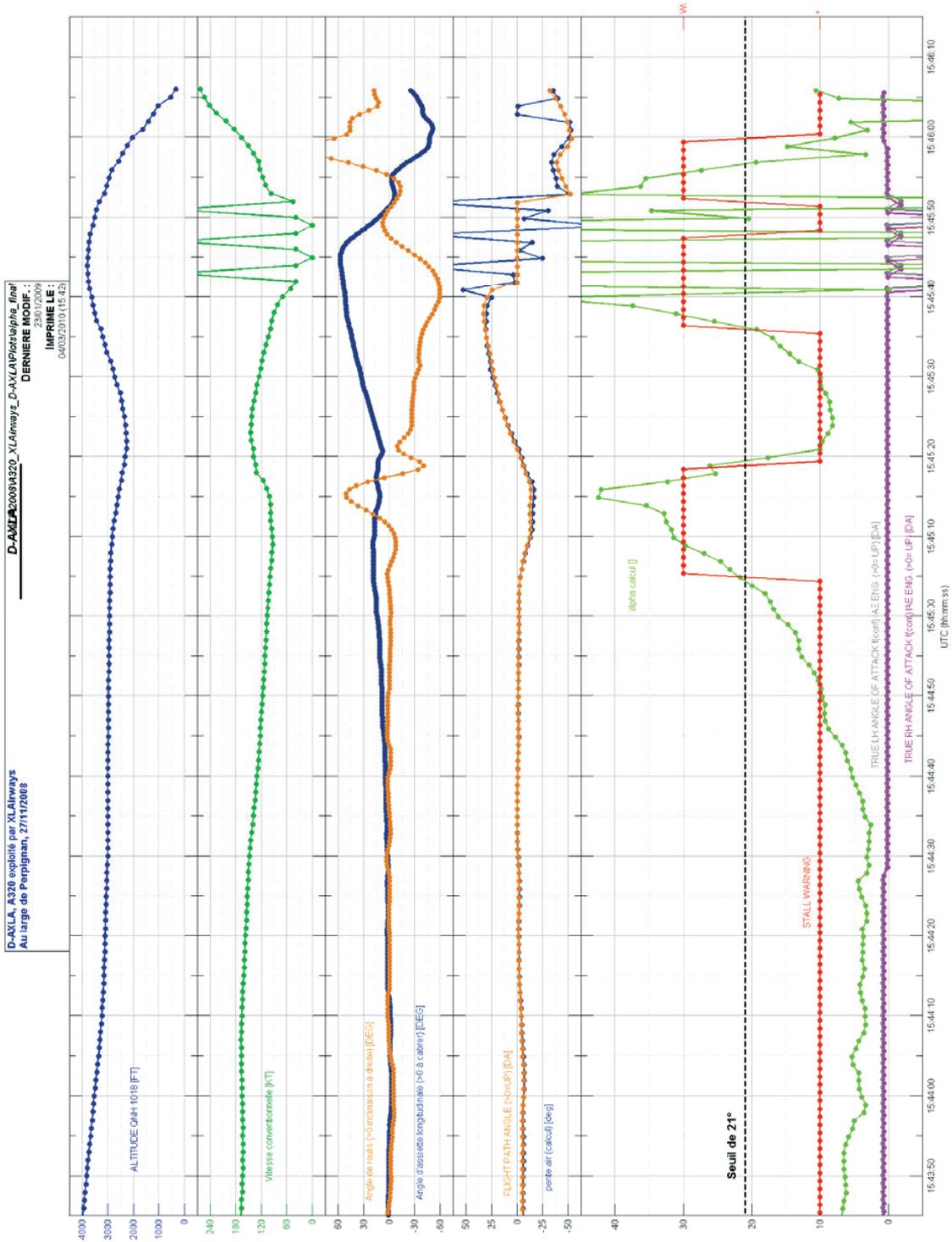
Différence de plaques de fixation utilisées lors des tests d'imperméabilité et en exploitation





# annexe 6

## Valeurs d'incidence





## annexe 7

### Compte-rendu des examens des sondes d'incidence 1 et 2

N.B. : dans l'examen suivant, le terme « supérieur » désigne le côté girouette et le terme « inférieur » désigne le côté connexion à 32 broches.

#### 1- Examen de la sonde d'incidence 1

##### Examen général

La sonde d'incidence 1 est restée solidaire de la structure de l'avion par sa plaque de fixation peinte en blanc qui couvre la face de la sonde. La girouette a été cisailée au ras du pied lors de l'impact avec l'eau. Elle est immobilisée en rotation, figée à un angle d'environ 30 degrés (à cabrer) avec l'axe longitudinal de l'avion. Les deux câbles électriques du dispositif de dégivrage et d'antigivrage sont sectionnés au-dessus du plan de la cassure de la girouette.



*Sonde d'incidence fixée à la structure avion*

La dépose de la plaque de fixation fait apparaître une accumulation de vase dans l'espace libre entre cette plaque et la face de la sonde. Des traces de peinture de finition de couleur jaune sous la couche extérieure de peinture blanche sont localement visibles sur la plaque de fixation et sur l'évitement circulaire de la structure recevant cette plaque.



*Dessus de la sonde après enlèvement de la plaque de fixation (présence de peinture jaune)*



*Emplacement de la sonde sur joint dans la structure avion (présence de peinture jaune)*

Le flanc latéral avant du corps de la sonde est enfoncé, moulant les reliefs des éléments internes. L'embase de la connexion 32 broches est légèrement enfoncée sans ouverture vers l'intérieur.



Aspect général de la sonde  
(présence de peinture blanche)



Enfoncement local du corps

Un dépôt de peinture blanche recouvre la face supérieure du corps, délimitant un anneau d'environ 5 mm de largeur, centré autour du pied de la girouette brisée et débordant localement sur l'embase du pied. Le diamètre intérieur de ce dépôt circulaire correspond à celui du pied de la girouette. Son épaisseur varie entre 0,10 et 0,15 mm et reste inférieure au jeu entre les parties mobile et fixe de la sonde d'incidence (environ 0,65 mm).

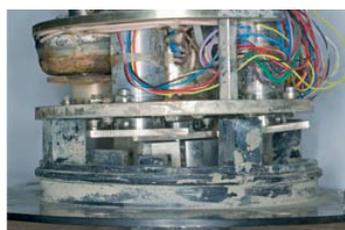
### Constatations effectuées au démontage

Le corps déformé a dû être découpé pour mettre à jour ses composants internes. Le joint torique d'étanchéité entre le flasque supérieur et la bordure du boîtier est intact. Un volume important de vase légère est accumulé au voisinage des résolveurs. A l'exception de petites particules mêlées à la vase et identifiées à la loupe binoculaire comme étant des débris marins, aucune particule ou corps étrangers significatifs n'a été trouvé dans le corps de la sonde d'incidence.

La déformation du boîtier a désaligné les entretoises et a été transmise à plusieurs éléments. Les quatre pignons des synchros et du damper ne sont plus dans le plan du pignon central. L'examen des pignons ne montre aucun endommagement de leur denture. A l'impact, l'axe de la girouette s'est déformé en flexion au voisinage du pied de la girouette lors de la sollicitation ayant provoqué sa rupture.



Intérieur de la sonde garni de vase



Solénoïde et deux résolveurs avec leurs pignons désaxés



Axe de la girouette fléchi, encore en place dans le palier supérieur du dessus de la sonde

Le compartiment supérieur de l'entrée de la sonde est garni de vase qui emplit pratiquement l'espace du labyrinthe. Deux particules ont été extraites dans ce dépôt accumulé :

- ❑ un éclat de peinture polyuréthane en plusieurs couches (jaune, grise et blanche) de 2 mm environ située sous le pied de la girouette ;
- ❑ un fragment de coquillage (carbonate de calcium) de couleur grisâtre.

Au voisinage du palier inférieur, un éclat de peinture est collé sur la paroi, à l'écart du roulement à billes.

Les deux roulements à billes des paliers inférieur et supérieur sont propres. La rotation des roulements demeure imparfaite après nettoyage aux ultrasons. L'examen des composants des roulements, après découpe de la bague extérieure, montre que leurs pistes sont marquées par brinellage. Ces empreintes de billes ont été laissées à l'impact par le fléchissement de l'axe de la palette.

N.B. : les deux paliers sont constitués de roulements à billes auto-graissés dont les corps roulants sont isolés par des flasques souples.



### Peinture jaune sous la peinture extérieure blanche

De la peinture jaune est visible sous la peinture blanche d'un secteur de fuselage encadrant la plaque de fixation et dans la peinture recouvrant le joint de mastic d'étanchéité entre cette plaque et le fuselage. Les écailles de peintures observées provenant des têtes de vis cruciformes ou d'éclats libérés lors de l'accident, montrent la juxtaposition de plusieurs couches, les blanches recouvrant les jaunes.

La peinture jaune est également présente, en une couche très fine, sous la peinture blanche déposée autour de l'embase circulaire du pied de la girouette.



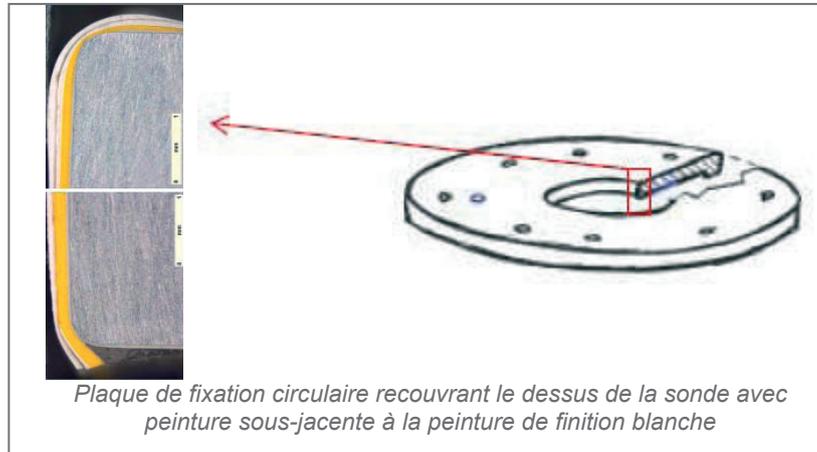
*Dessus de la sonde après enlèvement de l'axe de la girouette*



*Environnement de la sonde localement poncé*



La coupe micrographique radiale pratiquée sur la plaque de fixation circulaire, débouchant dans son trou central, montre la présence de peinture jaune en deux couches, recouverte de la gamme de peinture blanche. Cette peinture jaune n'entre pas dans la gamme de peinture appliquée par EAS Industries.



Cette peinture jaune provient de la livrée antérieure de l'avion lorsqu'il était aux couleurs de Freedom Air Limited (cf. photo paragraphe 1.6.3).

## 2- Examen de la sonde d'incidence 2

### Examen général

La sonde d'incidence 2 a été complètement arrachée de son environnement sur avion. La girouette de la sonde est cisailée au ras de son pied. Cet ensemble est immobilisé en rotation.

La face supérieure du corps a été découpée sur 360 degrés en suivant le profil du corps cylindrique du boîtier. Ce cisaillement circulaire s'est produit par poinçonnage sous l'effet de la pression générée lors de l'impact. Le corps est globalement déformé de l'avant vers l'arrière. La découpe de la face supérieure et la déformation du haut du corps ont favorisé une large ouverture sur un secteur de 90 degrés, mettant ainsi les composants internes de la sonde en contact avec l'extérieur. L'embase de la connexion électrique 32 broches est enfoncée dans le boîtier.

Un dépôt de peinture blanche recouvre la face supérieure du corps, délimitant un anneau d'environ 5 mm de largeur, autour du pied de la girouette brisée et débordant localement sur l'embase du pied.

L'eau s'écoulant du corps a été filtrée. Aucun élément significatif, en dehors du sable fin, ne s'est échappé et n'a été récupéré avec l'eau contenue.



Aspect général de la sonde

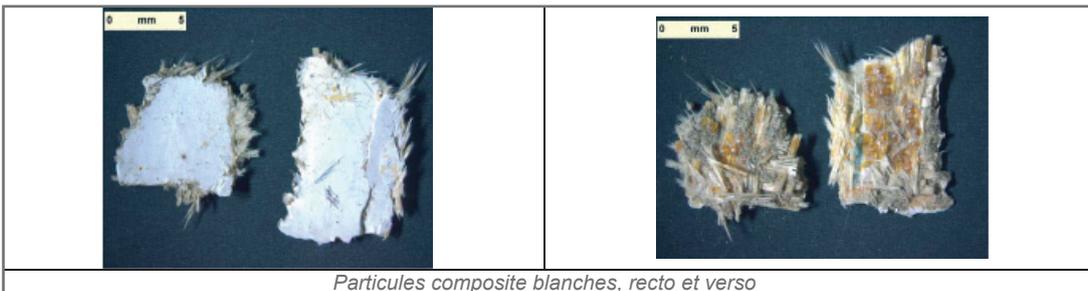
### Constatations effectuées au démontage

Le corps déformé par l'impact a été découpé intégralement lors de l'examen pour mettre à jour ses composants internes.

Le joint torique d'étanchéité, entre le flasque supérieur et la bordure du corps, est sectionné selon une coupe franche par la tôle du corps déchirée à l'impact. Il ne présente pas de dommages antérieurs à l'impact.

Plusieurs fragments de composite sont coincés à l'intérieur du corps. Ils ont été introduits en force lors de l'accident par le bord de tôle :

- ❑ deux fragments de composite (fibres de verre et résine phénolique) peints en blanc sont coincés sous la bordure supérieure du boîtier déformé par l'impact. La peinture blanche est différente de la peinture de finition de l'avion ;



Particules composite blanches, recto et verso

- ❑ un fragment de composite (constitué de fibres de kevlar – aramide – et de résine phénolique) de couleur rouge foncé collé à un fragment de film plastique fin (polyester de type téréphtalate) est coincé sur le secteur supérieur du boîtier, au voisinage du joint torique.



Particule composite « rouge » coincée sous le haut du boîtier sectionné à l'impact

Particule composite rouge

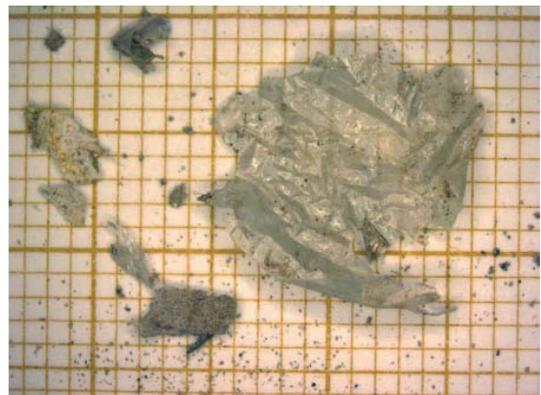
Du sable et de la vase sont entrés à l'intérieur du corps par l'ouverture créée à l'impact. L'état général des composants de l'intérieur du corps est bien préservé et ne présente pas de trace de corrosion significative, en dehors des pièces et éléments de visserie en acier partiellement corrodés.

La déformation générale de l'ensemble a désaligné les différents cloisons et leurs entretoises. L'extrémité de l'une de ces entretoises est désolidarisée de la cloison. Les quatre pignons menés, solidaires des résolveurs et de l'amortisseur, ne sont plus exactement positionnés dans le plan du pignon central lié à l'arbre de la girouette. L'examen des différents pignons n'a révélé aucun endommagement des dentures malgré leur déplacement forcé lors de l'accident.

Après séparation de la girouette et de son axe avec la sonde, il apparaît que le dépôt annulaire de peinture blanche sur le dessus de la sonde est bien limité à la périphérie de l'embase conique du pied de la girouette. L'épaisseur de ce dépôt annulaire varie entre 0,08 et 0,15 mm. Lors de la séparation de la girouette et de son axe avec la sonde, une mince pellicule translucide a été retrouvée dans le logement d'entrée de la sonde sous l'embase de la girouette.



*Pellicule souple dans le logement d'entrée de la sonde, sous l'embase de la girouette*

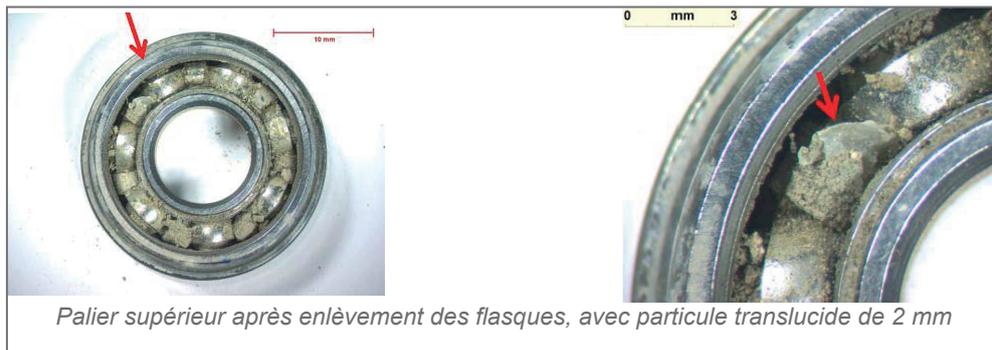


*Aspect de la pellicule*

Cette pellicule s'inscrit dans un carré de 10 mm de côté et son épaisseur est de l'ordre de 0,01 mm. Elle est constituée d'un matériau souple et léger, d'aspect froissé, avec quelques plis plus prononcés, parallèles entre eux. D'autres particules de même nature ont été récupérées dans la même zone, de dimensions plus réduites. Toutes ces particules sont constituées de polyester (de type téréphtalate).

Le palier inférieur tourne difficilement. Le palier supérieur est bloqué en rotation. Les deux paliers ont été extraits en traction sans difficulté. Les roulements à billes de chaque palier ne présentent aucun marquage d'identification et sont immobilisés en rotation. La dépose des flasques latéraux montrent que les corps roulants des deux roulements sont colmatés par de la vase.

Le roulement inférieur, nettoyé aux ultra-sons, a retrouvé une rotation presque normale. A l'intérieur du roulement supérieur, une pellicule translucide similaire à celle trouvée sous le pied de la palette et également constituée de polyester, est localisée entre le flasque inférieur et la cage des billes, au milieu de la vase. Après nettoyage, le roulement supérieur tourne librement avec de légers points de friction.



Les composants internes des deux roulements ne présentent pas d'endommagement significatif, de trace de grippage ou de piqûre de corrosion. Les bagues intérieure et extérieure du roulement supérieur présentent quelques empreintes de billes, juste sur le bord de la piste. Ces brinellages, hors de la bande de roulement ont été favorisés par le fléchissement de la partie supérieure de l'arbre, sous l'effet du choc à l'impact ayant provoqué la rupture en cisaillement de la girouette.

### **3 - Circuits et fonctionnement électriques des sondes d'incidence 1 et 2**

Le choc à l'impact (et la déformation du corps de la sonde d'incidence 2) a sectionné plusieurs fils électriques au niveau de leur raccordement. Ce sectionnement et la contamination des organes tournants par de la vase n'ont pas permis de réaliser les tests de contrôle des circuits et du fonctionnement électriques des deux sondes d'incidence. Les tests électriques sur les résolveurs, une fois déposés de leur support, montrent qu'ils sont toujours capables de délivrer une tension induite qui varie avec la rotation de leur arbre recopiant le mouvement de la girouette. De même, les tests sur les câblages ne montrent pas de discontinuité.



## annexe 8

### Protocole des tests Goodrich

#### 5 - PRE-COMBINED ENVIRONMENTAL TESTING

##### 5.1 - Test Description and Requirements

The purpose of the PRE-CET tests is to determine the operational status of the sensor during bench level ATP functional testing and the vane static friction levels during a low temperature cold soak.

##### 5.2 - Test Procedure

- 1- Conduct a full ATP on all test units and record results on the ATP data sheets located in document D9520709.
- 2- Place all tests units in a temperature chamber.
- 3- Attach a monitoring thermocouple on the housing near the connector of each test unit to minimize any influence from the vane heater.
- 4- Attach a second monitoring thermocouple on the external surface of the faceplate of each test unit to measure the influence from the vane heater.
- 5- Verify vane heater power off of each test unit and decrease the chamber temperature to -20°C at a transition rate of 3°C/minute.
- 6- Allow the units to cold soak for 15 min for the first step (then 10 min for each step).
- 7- With the units stabilized at -20°C, open the chamber door and without removing the units from the chamber conduct a vane static friction measurement.
- 8- If necessary, repeat step 5 to 7 for different T° (-30°C and -54°C)
- 13- Increase the chamber temperature back to room ambient conditions
- 14- With the test units stabilized at +21°C, with the units in the chamber. Within 2 minutes conduct a vane static friction measurement.
- 15- Record the static friction levels on the data sheet
- 16- If required conduct an internal visual examination of the in-service unit to determine its general condition.
- 17- Complete a full teardown of the in service unit if necessary.
- 18- Perform and provide a separate failure analysis report for the in service unit.

#### 6 - COMBINED ENVIRONMENTAL TEST

##### 6.1 - Test Description and Requirements

The purpose of the CET tests is to determine if the operational status of the sensor will be compromised at extreme low temperature and atmospheric pressure following an aircraft washing event where the fluid spray is directed at the sensors most vulnerable axis (exposed vane axis of rotation).

##### 6.2 - Test Set-Up

The production test unit shall be installed onto a simulated aircraft fuselage in its normal operating position as shown in Figure 4-1. No covers or other materials shall be used to mask the AOA surfaces that are expose and normally external to the aircraft.

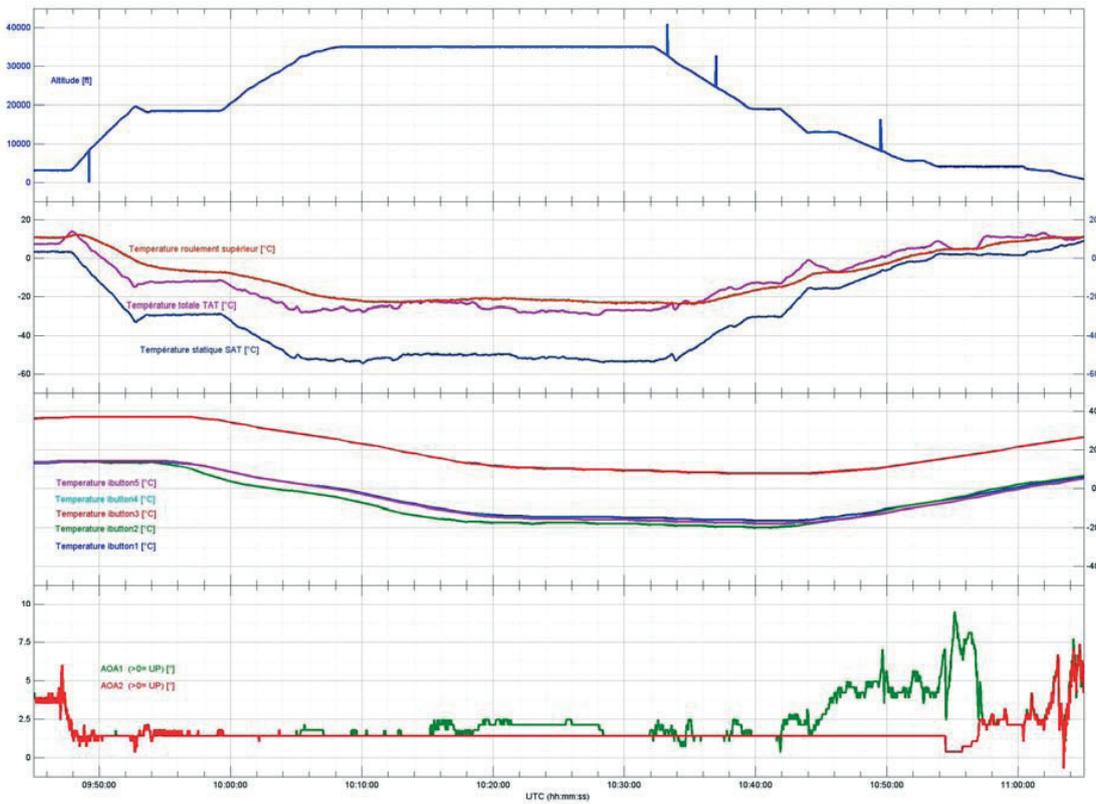
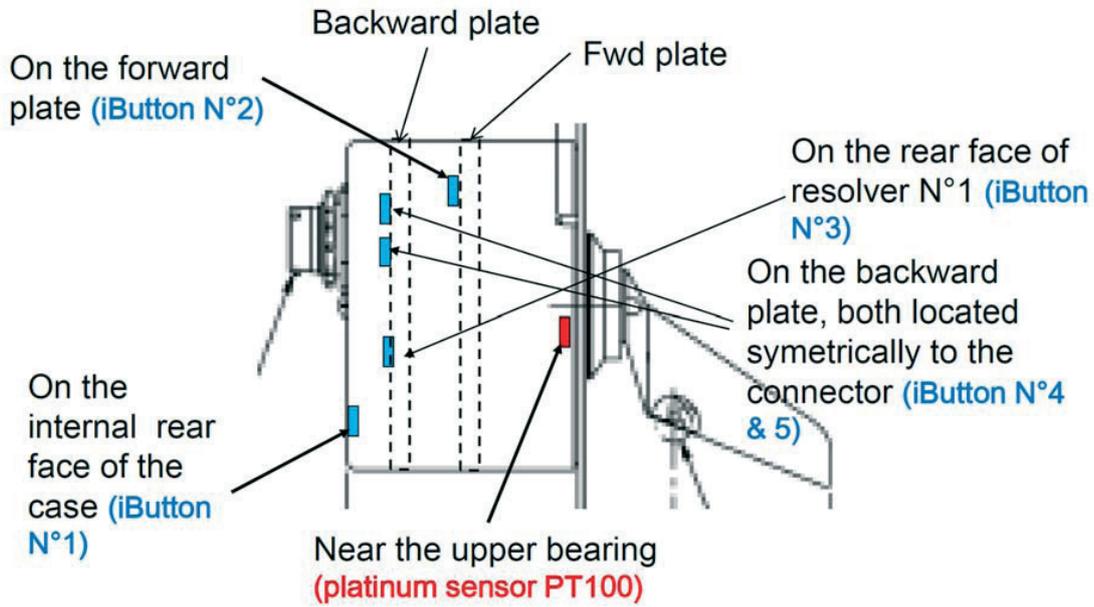
If needed, materials maybe used to cover the AOA housing that is internal to the aircraft fuselage.

### 6.3 - Test Procedure (Washing – Water Only)

1. Install the production test unit onto the simulated aircraft fuselage per the test set-up.
2. Prepare the water stream for a DO160 category R shower head nozzle minimum pressure of 40 PSI (approximately 2.7 bars).
3. With the test unit not operating, subject the exposed areas of the AOA to a continuous stream of water from a distance of 0.3meters and direct the flow from multiple directions (within a cone of +/- 45°) into the vane.
4. Direct the water stream at the vane axis of rotation (exposed vane and slinger area) for a total water exposure period of 5 minutes.
5. Immediately following the simulated washing event, without attitude disturbance, place the test unit in a temperature/altitude chamber.
6. Attach a monitoring thermocouple to on the housing near the connector and on the faceplate of the test unit
7. Verify vane heater power off and decrease the chamber temperature to -54°C at a transition rate of 3°C/minute. Decrease simultaneously the chamber pressure to 7.04 in Hg (35,000 ft) at an approximate rate of 1,500 ft/min.
8. When chamber temperature is stabilized, increase chamber pressure at the rate of 3000 ft/min until ambient pressure conditions, open the chamber door and without removing the production test unit from the chamber conduct a vane static friction measurement.
9. If the vane is found to be jammed, go to step 12
10. If the vane is not jammed, continue testing by increasing the chamber temperature to room ambient conditions.
11. With the test unit stabilized at room ambient conditions, remove the test unit form the chamber and within 2 minutes conduct a vane static friction measurement.
12. Heater power on until faceplate and cover thermocouple stabilized and conduct a vane static friction measurement and resolver continuity.
13. Increase chamber temperature to -20°C
14. With the test unit still stabilized at room ambient pressure, conduct a vane static friction measurement.
15. Repeat step 12 for -10°C, -2°C, +2°C
16. When chamber temperature is stabilized at +2°C turn vane heater power off (to prevent hypothetic vaporization of contained water due to heater conduction) and conduct a vane static friction measurement.
17. Decrease temperature chamber to -5°C to maintain negative temperature condition (conserve ice if any)
18. Disconnect test cable and record the static friction levels on the data sheet.
19. Remove the test unit from the simulated fuselage and remove the AOA housing
20. Visually examine and record on the data sheets the static friction levels, the condition of the internal surfaces and if water intrusion is present;
21. Perform a complete teardown of the test unit if necessary.

annexe 9

Paramètres du second vol d'essais





## annexe 10 Fonctionnement des systèmes au cours du vol

### Estimation de la masse calculée par le FAC

Le calcul de la masse par le FAC a été simulé à partir des paramètres enregistrés. Cette masse a été comparée à la masse enregistrée par le FDR (qui provient du FMS). La masse calculée par les FAC a été sous-estimée en fin de vol en raison des valeurs figées des sondes d'incidence 1 et 2. L'écart estimé entre ces deux masses a atteint sept tonnes vers 15 h 41.

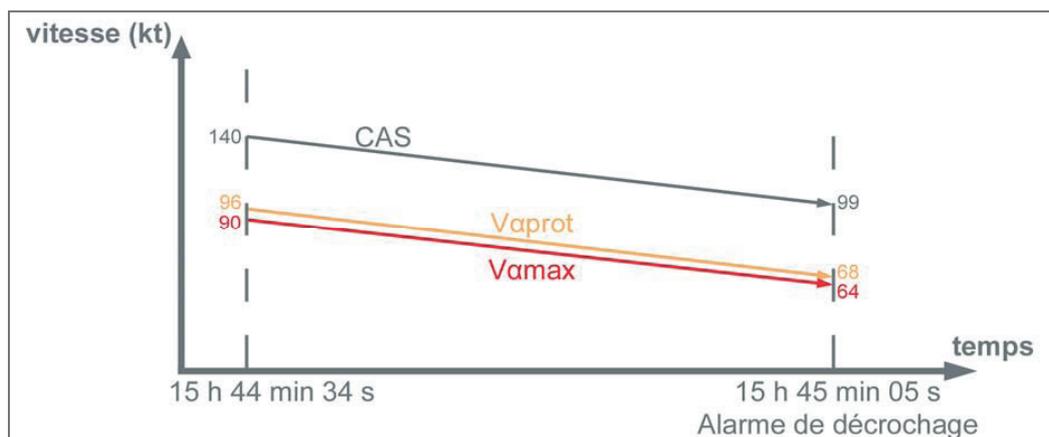
### Rejet de l'ADR 3 par les FAC et les ELAC

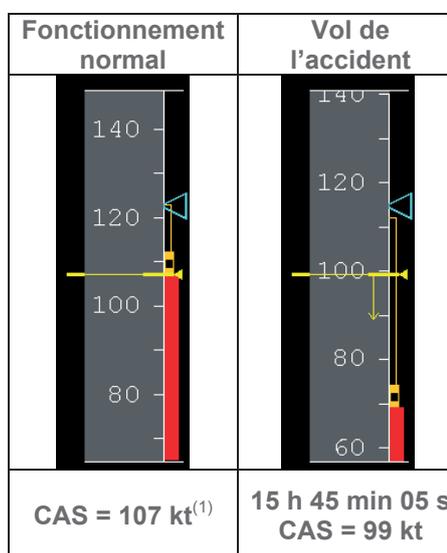
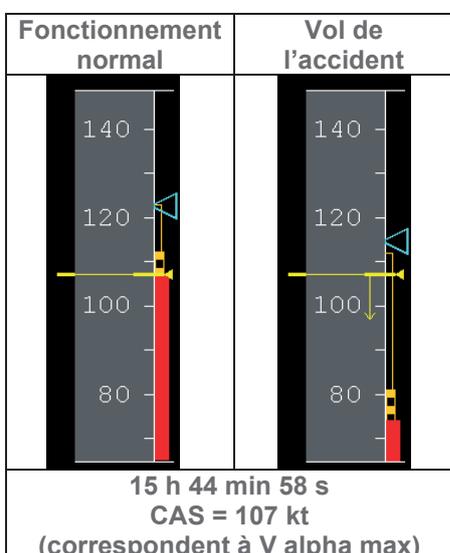
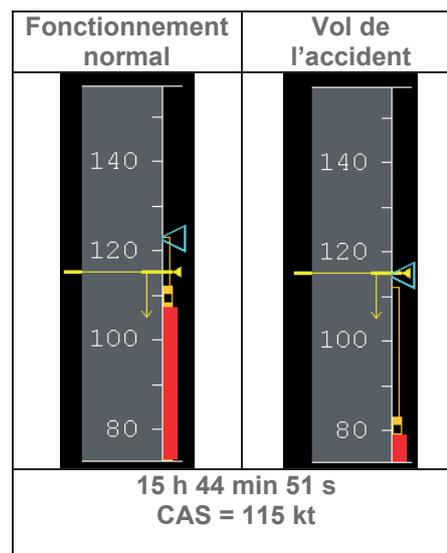
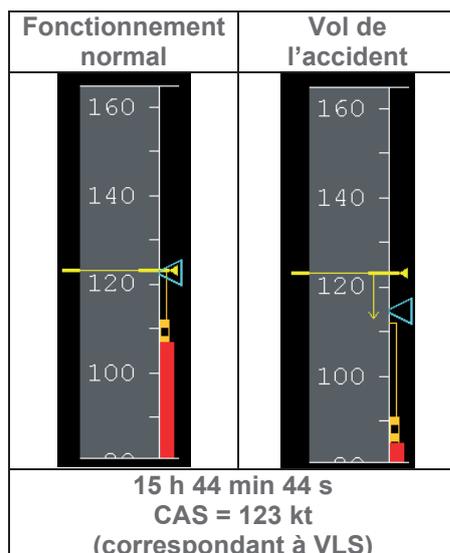
L'alarme de décrochage s'est déclenchée à 15 h 45 min 05 s alors que l'incidence calculée se trouve entre 21,7 et 23,2 degrés, très voisine de l'incidence théorique de déclenchement de l'alarme en configuration FULL. Cela indique que les valeurs d'incidence corrigée fournies par l'ADR 3 étaient valides à cet instant. Compte tenu des valeurs d'incidence corrigée fournies par les ADR 1 et 2, l'ADR 3 a nécessairement été rejetée par les FAC et les ELAC (cf. 1.6.9 Surveillance des valeurs d'incidence) au plus tard à ce moment.

Peu après 15 h 37, l'équipage effectue la vérification du comportement de l'avion en loi alternate. Il coupe alors les deux FAC et le commandant de bord fait des actions sur le mini-manche. Dans le cas d'un fonctionnement nominal de la sonde d'incidence 3, la comparaison entre les valeurs d'incidence corrigée 1 et 2 et la valeur d'incidence calculée montre que l'ADR 3 aurait pu être rejetée par surveillance de l'incidence dans les ELAC au cours de ces manœuvres, vers 15 h 37 min 50 s. Les deux FAC sont réengagés à 15 h 37 min 52 s, alors que la différence est redevenue inférieure au seuil de rejet. L'ADR 3 aurait pu être rejetée par les FAC quelques secondes plus tard, vers 15 h 38 min 00 s, lors de la sortie des aérofreins en descente.

### Calcul des vitesses caractéristiques

Les vitesses caractéristiques présentées à l'équipage lors du vol de l'accident ont été recalculées à partir des autres paramètres enregistrés. A titre de comparaison, les vitesses caractéristiques dans le cas où les valeurs d'incidence n'auraient pas été figées ont également été recalculées (fonctionnement normal). Ces calculs ont permis de reconstituer le bandeau de vitesses en fonctionnement normal et pour le vol de l'événement.





<sup>(1)</sup>Dans le cas d'un fonctionnement normal des protections à haute incidence, la vitesse ne peut descendre en dessous de Vmax

### Limitations et pertes de fonctions FAC

Entre 15 h 45 min 09 s et 15 h 45 min 11 s (cf. 1.11 Enregistreurs de bord):

- la fonction de limitation de débattement de la gouverne de direction (fonction RTL) devient indisponible,
- la fonction d'amortissement en lacet voit son autorité limitée à plus ou moins cinq degrés,
- les vitesses caractéristiques ne sont plus calculées (elles ne sont donc plus affichées sur les bandeaux de vitesse et un drapeau SPD LIM rouge apparaît aux PFD).

En raison du fonctionnement des bords et volets et du déclenchement de la loi d'attitudes inusuelles dans la suite du vol, les indisponibilités de la fonction de calcul des vitesses caractéristiques et de la fonction RTL ainsi que la limitation d'autorité de la fonction d'amortissement en lacet ne peuvent être dues qu'au rejet des trois ADR par les FAC.

N.B. : la seule autre raison pouvant expliquer l'indisponibilité de la fonction RTL peut être le dysfonctionnement d'une boucle de contrôle interne dans chaque FAC. Ces dysfonctionnements doivent être simultanés, ce qui rend cette hypothèse fortement improbable.

L'ADR 3 a été rejetée par les FAC entre 15 h 38 min 00 s et 15 h 45 min 05 s (cf. « Rejet de l'ADR 3 par les FAC et les ELAC »). Le rejet des deux ADR restantes est la conséquence d'une différence de 10 kt entre les CAS calculées par les ADR 1 et 2.

## Reconfiguration des lois de commande de vol

A 15 h 45 min 15 s, les lois de commande de vol en tangage et en roulis passent de normales à directes. Les disponibilités des radio-altimètres et de la fonction d'amortissement en lacet montrent qu'il s'agit d'une loi alternatée avec train d'atterrissage sorti (cf 1.6.6).

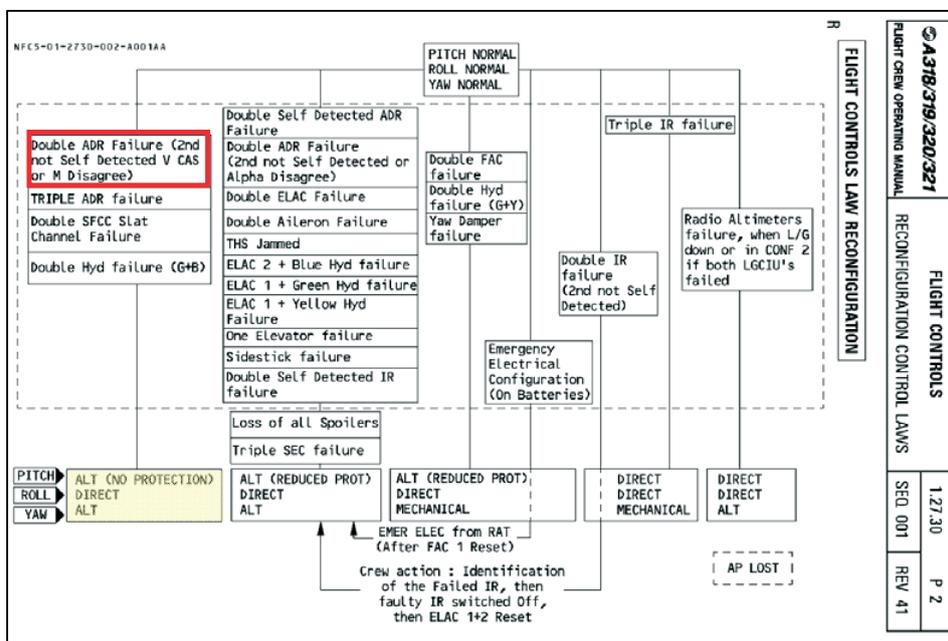
Toutes les causes de reconfiguration de lois de l'arbre reproduit ci-dessous ont pu être écartées sauf une : Double ADR Failure (2nd not self detected V CAS or M disagree).

Il indique que :

- ❑ l'une des trois ADR a été rejetée par les ELAC.
- ❑ les deux ADR restantes ont ensuite été rejetées en raison d'une incohérence de vitesse ou de Mach.

Ce cas équivaut ainsi à un rejet des trois ADR par les ELAC, qui peut s'expliquer par :

- ❑ le rejet de l'ADR 3 par les ELAC par surveillance du paramètre d'incidence entre 15 h 37 min 50 s et 15 h 45 min 05 s (cf « Rejet de l'ADR 3 par les FAC et les ELAC »),
- ❑ le rejet des deux ADR restantes sur un écart de CAS de plus de 16 kt ou un écart de Mach de plus de 0,05 (ce qui, dans les conditions dans lesquelles évoluait l'avion, représente plus de 16 kt).



A 15 h 45 min 40 s, la loi de commande de vol en tangage passe de directe à alternate. L'angle d'assiette enregistré est alors supérieur à 50 degrés, ce qui indique un passage en loi d'attitudes inusuelles (phase 1). Le facteur de charge n'étant jamais compris entre 0,9 et 1,2 g pendant une période suffisamment longue, la phase 2 de la loi ne s'est pas déclenchée par la suite.

### **Surveillances sur les vitesses**

La vitesse conventionnelle est calculée à partir des mesures de pressions statique et totale.

Au-delà d'environ 25 degrés d'incidence (au-delà de l'incidence de décrochage), le rapport entre la pression totale mesurée et la pression totale réelle commence à décroître rapidement. Le dérapage peut également être à l'origine d'une différence de pression totale mesurée entre les sondes Pitot, en particulier de part et d'autre du fuselage.

N.B. : à titre d'exemple, si l'avion est en dérapage positif (le vent vient de la droite), la pression totale à la sonde Pitot 1 (gauche) est très sous-estimée (très forte incidence locale), la mesure de CAS associée est alors très sous-estimée. La pression totale au Pitot 2 (droit) est quant à elle beaucoup moins sous-estimée, ainsi que la CAS correspondante. On peut donc avoir, entre les côtés gauche et droit, des différences de pression totale mesurées et donc de vitesse à des incidences très élevées et en présence de dérapage.

Vers 15 h 45 min 11 s, l'écart de CAS de 10 kt entre les ADR 1 et 2 détecté par les FAC intervient alors que l'incidence avion est au-delà de 30 degrés. A 15 h 45 min 15 s, l'écart de CAS entre ces mêmes ADR détecté par les ELAC est de 16 kt. L'incidence est alors toujours très élevée et les mouvements en roulis de l'avion laissent penser qu'il y a du dérapage.

Les fortes valeurs d'incidence et de dérapage ont certainement engendré une situation dans laquelle les mesures de pression totale entre les sondes Pitot 1 et 2 ont été perturbées, générant des écarts de CAS entre les ADR 1 et 2 suffisants pour entraîner leur rejet par les FAC puis par les ELAC.

### **Position de la gouverne de profondeur lors des dernières secondes**

A partir de 15 h 46 min 00s et jusqu'à la fin du vol, la position du mini-manche du commandant de bord est à cabrer en butée avec une position médiane transitoire de moins d'une seconde à 15 h 46 min 02 s. Dans le même temps, la position de la gouverne de profondeur reste dans une position à piquer.

Deux facteurs peuvent expliquer ce phénomène alors que la loi selon l'axe longitudinal est une loi en facteur de charge (le manche en butée commande un facteur de charge normal de 2 g) :

- une augmentation rapide de l'assiette est amortie par la loi de commande vol,
- un facteur de charge supérieur à la valeur commandée entraîne un mouvement à piquer de la gouverne de profondeur.

## annexe 11

### Travaux sous-marins

#### 1 - Détection et localisation des enregistreurs

N.B. : chaque enregistreur de vol est équipé d'une balise ULB<sup>(1)</sup> conçue pour émettre un signal pendant une durée théorique d'au moins trente jours lorsqu'elle est immergée. L'utilisation d'un hydrophone permet de détecter et de quantifier le signal émis par la balise et ainsi de définir une zone de recherche.

Les moyens mis en place pour la détection, la localisation et la récupération des enregistreurs de bord étaient les suivants :

- ❑ Un navire chasseur de mines de la Marine nationale utilisé comme bateau support. Ce navire dispose de deux bateaux légers pneumatiques qui permettent l'exploitation des hydrophones directionnels.
- ❑ Les moyens de détection omnidirectionnelle et directionnelle de la CEPHISMER (Marine Nationale).
- ❑ Les moyens de détection directionnelle du BEA, utilisables en surface ou par des plongeurs jusqu'à soixante mètres.
- ❑ Des bateaux supports et des équipes de plongeurs de la Gendarmerie.

Les opérations de localisation se sont déroulées du 28 au 30 novembre 2008.

Le 29 novembre, le CVR (châssis et boîtier protégé sans la balise ULB) et le châssis du DFDR ont été découverts puis remontés à la surface.

Le lendemain, le boîtier protégé du DFDR, toujours équipé de sa balise ULB, a été récupéré.

#### 2 - Zone de répartition des débris de l'épave

La zone de répartition des débris de l'épave se situe à l'est de la ville de Canet en Roussillon, à une distance de cinq kilomètres de la côte. L'axe principal de la zone est orienté nord sud et mesure environ 700 mètres de longueur par 400 mètres de largeur. Le fond est plan et de nature argileuse ou sableuse, recouvert d'une épaisseur de vase très volatile d'une vingtaine de centimètres. La profondeur est comprise entre 38 et 40 mètres. La visibilité est réduite et inférieure à 2 mètres. Le courant au fond est souvent faible.

La définition initiale de la zone a été réalisée par un navire de la Marine nationale (dragueur de mine) à l'aide d'un sonar qui a permis de repérer les échos les plus importants et de les baliser à l'aide de jalons. Au total, trente-sept jalons ont été positionnés sur la zone.

<sup>(1)</sup>Les dommages aux enregistreurs lors de l'impact peuvent conduire à la séparation de la balise.

### 3 - Cartographie de la zone de répartition des débris

Une méthode de cartographie systématique par carroyage et d'identification des débris sur le fond de la zone de recherche en vue du renflouage de l'épave a été proposée comme base de travail. Cette méthode repose sur l'utilisation de ROV et d'un navire support en surface. Ce dernier permet de connaître la position absolue du ROV par rapport au fond. Le déport en surface de la vidéo du ROV permet l'identification en temps réel des débris et leur positionnement sur une carte. Cette solution, délicate à mettre en œuvre compte tenu des conditions météorologiques et de visibilité, n'a pas été retenue par les autorités judiciaires.

Les plongeurs de la gendarmerie ont localisé et procédé à une documentation photographique des débris en prenant pour référence les jalons positionnés sur les échos sonar les plus importants et en relevant la position des débris situés en périphérie par une méthode de relèvement magnétique et distance. Un rayon de 5 à 15 mètres a été défini en fonction de la densité des débris présents dans chaque zone. Les plus gros débris ont été marqués à l'aide d'étiquettes en plastique. Environ 150 plongées, d'une durée de 20 minutes au fond, ont été nécessaires à la réalisation de cette tâche. Ce travail a duré plusieurs semaines. Durant la période, une tempête a soufflé sur la région provoquant des conditions de houle extrêmes. Certains débris se sont déplacés de quelques mètres dans le fond, ce qui n'a plus permis d'exploiter de manière fiable la cartographie du site.

### 4 - Identification des débris

Compte tenu de la qualité des prises de vue et de l'absence de profondeur de champ (visibilité réduite), les plongeurs ont dû se focaliser sur le repérage de toute référence ou inscription (PN, SN, marque, etc...) pour faciliter l'identification des débris. Celle-ci n'était possible que lorsque les références étaient claires et que les pièces étaient uniques ou présentes en petites séries dans l'avion.



Les photographies ont également été géo-référencées et leur exploitation a permis de définir une répartition des principales parties de l'avion sur le fond : zone poste de pilotage, zone moteurs, zone partie avant du fuselage, zone trains d'atterrissage, zone voilure partielle.

## **5 - Renflouage d'une partie des débris de l'épave**

A partir de l'exploitation des données des enregistreurs de vol, une priorité a été accordée à la recherche des trois sondes d'incidence, du CFDIU, des FCDC et des FAC. Leur positionnement dans la partie avant de l'avion en relation avec les zones de débris identifiés a permis de définir une zone de recherche réduite (A, B, C, D de 40 x 40 m) dans laquelle le relevage systématique de tous les débris a été effectué.

Il a également été décidé de procéder à la récupération des moteurs ainsi que des éléments identifiés permettant de confirmer la configuration avion au moment de l'impact.

Les petits débris ont été récupérés dans quatre casiers d'environ un mètre cube. Les plus gros débris ont été arrimés et remontés à la surface à l'aide d'un système de levage à bord du bateau support. Ils ont été transportés jusqu'au port où ils ont été sortis de l'eau, rincés et traités avant d'être stockés dans un hangar abritant le reste de l'épave.



**annexe 12**  
**Diffusion du message d'accident**

<b>DIFFUSION par la contrôleuse d'approche :</b>	
<b>CORRESPONDANT</b>	<b>HEURE DEBUT</b>
Bureau de piste	15 h 47
CODIS <sup>(1)</sup>	Par l'appel du SAMU
SSLIA	15 h 48
Circulation aérienne	15 h 49
CRNA	CRNA sud-est 15 h 55
<b>DIFFUSION par les agents du bureau de piste :</b>	
BGTA de Perpignan	15 h 57
POLICE	16 h 03
Chambre de Commerce et de l'Industrie BTIV / SAR	16 h 19
SLBA	16 h 17
MESSAGE ACCIDENT BEA	

<sup>(1)</sup>Le Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (CODIS) est l'organe de coordination de l'activité opérationnelle des services d'incendie et de secours du département.



## annexe 13

### Procédure de nettoyage Airbus



#### AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

##### EXTERNAL CLEANING - SERVICING

TASK 12-21-11-615-002

#### External Cleaning

**WARNING** : THERE IS A POSSIBLE HEALTH RISK TO PERSONNEL WHO DO MAINTENANCE TASKS AFTER A BIRD STRIKE. THE SAFETY MEASURES THAT FOLLOW ARE RECOMMENDED:

- USE DISPOSABLE GLOVES.
- USE A DISPOSABLE COVERALL IF THERE IS A RISK OF BODY CONTACT WITH THE BIRD REMAINS.
- DO NOT USE PRESSURIZED AIR OR WATER TO CLEAN THE PARTS WHICH WERE IN CONTACT WITH THE BIRD.
- REMOVE THE BIRD REMAINS AND PUT THEM IN A PLASTIC BAG.
- DO NOT TOUCH YOUR FACE, EYES, NOSE, ETC. WITH YOUR GLOVES.
- REMOVE THE GLOVES AND THE DISPOSABLE COVERALL AND PUT THEM IN THE SAME PLASTIC BAG AS THE REMAINS. SEAL THE BAG.
- DISCARD THE BAG AS YOU DO FOR USUAL GARBAGE.
- CAREFULLY WASH YOUR HANDS WITH SOAP AND WATER.

**WARNING** : BE VERY CAREFUL IF YOU GO ON WET AIRCRAFT SURFACES. IF YOU SLIP, THERE IS A RISK THAT YOU WILL FALL.

**WARNING** : WEAR AND ATTACH A SAFETY HARNESS WHEN YOU WORK ON HIGH SECTIONS. A FALL CAN INJURE OR KILL YOU.

**CAUTION** : DO NOT USE HIGH-PRESSURE JETS OR VAPOR TO DO THE CLEANING PROCEDURE. THIS TYPE OF EQUIPMENT CAN PUT WATER AND MOISTURE IN PARTS, AND CAN CAUSE DAMAGE TO EQUIPMENT, SPECIALLY TO:

- ELECTRICAL EQUIPMENT SUCH AS HARNESSES, PROXIMITY SENSORS AND CONNECTORS (WITH SHORT CIRCUITS OR INCORRECT INDICATIONS AS A RESULT)
- EQUIPMENT SUCH AS GEAR BOX SEALS, STEADY BEARINGS, ROTARY ACTUATORS AND UNIVERSAL JOINTS.

**CAUTION** : DO NOT USE A COMPRESSED AIR SUPPLY OF MORE THAN 10 PSI (0.70 BAR) PRESSURE:

- IF YOU USE A SPRAY GUN OR
- WHEN YOU USE COMPRESSED AIR TO DRY THE CLEANED PARTS.

AN IMPACT PRESSURE OF MORE THAN 10 PSI (0.70 BAR) WILL CAUSE DAMAGE TO THE PARTS.

**CAUTION** : DURING THE ANTI-ICING/DE-ICING AND WASHING PROCEDURES, MAKE SURE THAT THE HOT WATER OR HOT WATER/FLUID MIXTURES DO NOT CAUSE THE TEMPERATURE OF THE AIRCRAFT SKIN TO INCREASE TO MORE THAN +70°C.

**NOTE** : This task can contribute to fuel savings.

EFF : ALL

ANZ

**12-21-11**

Page 301  
Feb 01/07

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

### 1. Reason for the Job

This task gives the procedure for:

- external cleaning procedures of the aircraft,
- cleaning of the windows,
- cleaning of the landing gears and landing gear bays.

### 2. Job Set-up Information

#### A. Fixtures, Tools, Test and Support Equipment

REFERENCE	QTY DESIGNATION
No specific	1 BOOT - RUBBER
No specific	1 BRUSH - BRISTLED, SOFT
No specific	6 CHOCK - WHEEL
No specific	1 CLEANING EQUIPMENT HEIGHT 12M (40FT) - MOBILE
No specific	1 FILM - POLYETHYLENE
No specific	1 GLOVES - RUBBER
No specific	1 GOGGLES - PROTECTIVE
No specific	1 OVERALL WITH HOOD - WATERPROOF
No specific	1 SCRAPER - PLASTIC
No specific	1 SPRAYING EQUIPMENT - LOW PRESSURE
No specific	1 TAPE - ADHESIVE
No specific	1 SPONGE

#### B. Consumable Materials

REFERENCE	DESIGNATION
Material No. 05-005	USA MIL-C-16173 GRADE II CORROSION PREVENTIVE (Ref. 20-31-00)
Material No. 05-027	RUST INHIBITOR(FOR CORROSION USE 15-004) (Ref. 20-31-00)
Material No. 10-001	USA AMS 1424 DE-ICING FLUID AEA/ISO TYPE I ISO 11075 (Ref. 20-31-00)
Material No. 11-001	USA MIL-D-16791 TYPE I NO LONGER AVAILABLE (Ref. 20-31-00)

R

EFF : ALL

ANZ

# 12-21-11

Page 302  
Aug 01/07

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

REFERENCE	DESIGNATION
Material No. 11-002	USA MIL-PRF-680 DRY CLEANING SOLVENT (VARSOL/WHITE SPIRIT) (Ref. 20-31-00)
Material No. 11-026	GB DEF-STAN 68-148/1 SOLVENT GENERAL PURPOSE (Ref. 20-31-00)
Material No. 19-003	USA AMS 3819 LINT-FREE COTTON CLOTH (Ref. 20-31-00)

### C. Referenced Information

REFERENCE	DESIGNATION
09-10-00-584-002	Towing with the Nose Gear from the Front
09-10-00-584-006	Towing with the Towbarless Tractor
R 10-11-00-555-013	Installation of the Aircraft Protection Equipment
R 10-11-00-555-014	Removal of the Aircraft Protection Equipment
12-31-12-660-002	De-icing of the Aircraft Parked in an Open Area (Engines Stopped)
12-34-24-869-002	Aircraft Grounding for the Maintenance Operations
24-41-00-861-002	Energize the Aircraft Electrical Circuits from the External Power
24-41-00-862-002	De-energize the Aircraft Electrical Circuits Supplied from the External Power
32-11-00-100-002	Cleaning of the Main Landing Gear
32-12-00-010-001	Open the Main Gear Doors for Access
32-12-00-410-001	Close the Main Gear Doors after Access
32-21-00-100-002	Cleaning of the Nose Landing Gear
32-22-00-010-001	Nose Gear Doors - Ground Doors Opening
32-22-00-410-001	Nose Gear Doors - Ground Doors Closing
56-10-00-110-001	Cleaning of the L/R Windshields
56-10-00-110-002	Cleaning of the L/R Fixed Windows
56-10-00-110-003	Cleaning of the L/R Sliding Windows
56-21-13-100-002	Cleaning the Outer Surface of the Outer Window Panes

EFF : ALL

ANZ

# 12-21-11

Page 303  
Feb 01/08

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

### R 3. Job Set-up

#### R Subtask 12-21-11-941-054

##### R A. General

- R (1) Quality of water for aircraft external cleaning. We recommend that  
R you use potable water that has these qualities:  
R - pH between 5 and 8.5,  
R - chloride level less than 100 ppm.

R **NOTE** : Water that contains a high level of chloride and/or is  
R acidic-alkaline can cause corrosion.  
R Treated water from city drainage can cause a risk of  
R bacteriological contamination.  
R Refer to the local regulations.

- R (2) The persons that do the cleaning must put on **BOOT - RUBBER, GLOVES -  
R RUBBER, GOGGLES - PROTECTIVE and OVERALL WITH HOOD - WATERPROOF.**

#### R Subtask 12-21-11-860-052

##### R B. Aircraft Maintenance Configuration

- R (1) Tow the aircraft to the cleaning area (Ref. TASK 09-10-00-584-002) or  
R (Ref. TASK 09-10-00-584-006).

- R (2) Electrically ground the aircraft (Ref. TASK 12-34-24-869-002).

- R (3) Put the **CHOCK - WHEEL** in position in front of and behind the wheels  
R of the nose and main landing gears.

- R (4) Energize the aircraft electrical circuits  
R (Ref. TASK 24-41-00-861-002).

- R (5) Make sure that the slats, flaps, spoilers, ailerons and thrust  
R reversers are retracted.

- R (6) On the panel 25VU, push the **DITCHING** pushbutton 13HL switch to close:  
R - the outflow valve 10HL,  
R - the skin air inlet valve 15HQ,  
R - the skin air outlet valve 22HQ.

- R (7) De-energize the aircraft electrical circuits  
R (Ref. TASK 24-41-00-862-002).

EFF : ALL

ANZ

# 12-21-11

Page 304  
Aug 01/06

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

- (8) Make sure that all landing gear doors, passenger/crew doors, cargo compartment doors, emergency exits, service panels, access panel, sliding windows are closed and the engines are cold.
- (9) Install aircraft protection equipment (Ref. TASK 10-11-00-555-013).

R  
R  
R  
R  
R  
R  
R  
R

**WARNING** : DO NOT APPLY ADHESIVE TAPE ON THE PROBES, DUCTS, SENSORS (STATIC, PITOT, TAT, AOA). USE ONLY THE SPECIFIED TOOLS FOR THE PROTECTION OF THE AIRCRAFT. THE SPECIFIED TOOLS:

- GIVE THE CORRECT PROTECTION TO THE AIRCRAFT EQUIPMENT,
- ARE EASY TO SEE FROM THE GROUND,
- ARE EASY TO REMOVE.

IF YOU USE TAPE, THERE IS A RISK THAT SOME TAPE, OR ADHESIVE FROM THE TAPE, WILL STAY ON THE PROBES, DUCTS OR SENSORS. THIS CAN CAUSE INCORRECT INDICATIONS ON THE RELATED COCKPIT INSTRUMENTS.

- (10) Install a FILM - POLYETHYLENE or equivalent on each landing gear wheel/brake.
- (11) Put TAPE - ADHESIVE on all remaining joints and openings where the cleaning products can go in and cause damage. Record the locations where you put the TAPE - ADHESIVE.

Subtask 12-21-11-941-055

### C. Job Set-up

**WARNING** : CLEANING FLUID IS CLASSIFIED AS A HAZARDOUS MATERIAL WHICH MAY CAUSE INJURY OR ILLNESS IF NOT PROPERLY USED. THIS PRODUCT SHOULD BE USED ONLY IN ACCORDANCE WITH THE MANUFACTURER'S SPECIFIC SAFETY AND HEALTH RECOMMENDATIONS. PRIOR TO USE OF THIS PRODUCT, CAREFULLY READ THE APPLICABLE "MATERIAL SAFETY DATA SHEET" AND OBEY ALL LISTED SAFETY AND HEALTH PRECAUTIONS.

- (1) Put CLEANING EQUIPMENT HEIGHT 12M (40FT) - MOBILE in position
- (2) Prepare the SPRAYING EQUIPMENT - LOW PRESSURE and the cleaning solution with CLEANING AGENTS (Material No. 11-001). Obey the manufacturer instructions. In very dirty areas, increase the concentration but obey the manufacturer instructions for use. If the temperature is less than or equal to 0 deg.C (32.00 deg.F) , use hot water between 38 deg.C (100.40 deg.F) and 43 deg.C (109.40 deg.F) with ANTI-ICING AND DE-ICING MATERIALS (Material No. 10-001). Obey the manufacturer instructions.

EFF : ALL

ANZ

# 12-21-11

Page 305  
Feb 01/08

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

### R 4. Procedure

#### R Subtask 12-21-11-615-065

##### R A. Aircraft External Cleaning

R **CAUTION** : DO NOT USE A COMPRESSED AIR SUPPLY OF MORE THAN 10 PSI (0.70  
R BAR) PRESSURE:  
R - IF YOU USE A SPRAY GUN OR  
R - WHEN YOU USE COMPRESSED AIR TO DRY THE CLEANED PARTS.  
R AN IMPACT PRESSURE OF MORE THAN 10 PSI (0.70 BAR) WILL CAUSE  
R DAMAGE TO THE PARTS.

R **CAUTION** : DO NOT USE STEAM AT MORE THAN THE SPECIFIED PRESSURE. BE  
R CAREFUL TO HOLD THE SPRAY GUN AT THE SPECIFIED DISTANCE AND  
R ANGLE FROM THE SURFACE.  
R IF YOU DO NOT OBEY THESE PRECAUTIONS, YOU CAN CAUSE DAMAGE TO  
R THE SURFACE.

R (1) If the temperature is less than or equal to 0 deg.C (32.00 deg.F) do  
R the de-icing of the aircraft (Ref. TASK 12-31-12-660-002).

R (2) Adjust the SPRAYING EQUIPMENT - LOW PRESSURE  
R - adjust water steam, cleaning solution and the temperature controls  
R to the required settings.  
R - set the steam pressure to less than 10 psi (0.6894 bar), the steam  
R pressure must not cause damage to materials.  
R - set the temperature so that the cleaning solution is not more than  
R 50 deg.C (122.00 deg.F)

R (3) Hold the spray gun approximately 1 m (3.28 ft.) from the surface  
R and inclined at 45 degrees to the surface, never at 90 degrees. Move  
R the spray head over the surface and be careful not to stay at one  
R spot for more than 5 seconds.

R **NOTE** : If the weather temperature is hot , clean small areas so that  
R the cleaning solution does not become dry on the external  
R skin.

R (4) Apply the cleaning solution from the bottom to the top of the  
R aircraft (this prevents scratches and runs) in the sequence below:  
R - lower forward fuselage from the leading edge of the wing to the  
R nose of the aircraft.  
R - lower aft fuselage from the wings, to the leading edge of the  
R horizontal stabilizer.  
R - upper wing surface between the fuselage and the engine pylon.  
R - upper fuselage from the nose to the horizontal stabilizer.

EFF : ALL

ANZ

# 12-21-11

Page 306  
Aug 01/06

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

- lower center fuselage, engine nacelles and wing bottom skin.
- tail cone, rudder, bottom and top skins of the horizontal stabilizer.

**NOTE** : In the THS apron area, it is important to point the spray from the front to the rear.  
If you point the spray in the other direction (rear to front), the cleaning solution can go into the rear fuselage non-pressurized compartment.

- wing top skin between the engine pylon and the wing tips.
- (a) If there are signs of asphalt, remove them with a SPONGE lightly soaked with CLEANING AGENTS (Material No. 11-026) or CLEANING AGENTS (Material No. 11-002).
- (b) To remove mud or other unwanted material (insects,...), make it soft with water, and scrape it off with a SCRAPER - PLASTIC and a SPONGE soaked in water. Be very careful not to scratch the surface. If there are stains on the painted area, do not try to remove them.

### (5) Flushing of the aircraft

**CAUTION** : MAKE SURE YOU FLUSH THE SURFACE SUFFICIENTLY TO REMOVE ALL THE CLEANING SOLUTION. CLEANING SOLUTION THAT STAYS ON THE AIRCRAFT SURFACE CAN CAUSE CORROSION.

- (a) Let the cleaning solution have an effect, and after approximately 10 minutes, flush before it becomes dry.
- (b) Flush with hot water at 65 deg.C (149.00 deg.F) maximum to remove signs of cleaning solution. Do not use steam.
- (c) When you flush the wing and the horizontal stabilizer, always complete this step with the bottom skin.
- (d) If there is ice after the flushing operation, do the de-icing of the aircraft (Ref. TASK 12-31-12-660-002).
- (e) In the zones where access is not easy, use clean, dry compressed air that does not contain oil, to remove the remaining moisture.

ALL

# 12-21-11

Page 307  
Aug 01/06

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

R Subtask 12-21-11-615-066

R B. Cleaning of the Windows

R (1) Clean the windshield (Ref. TASK 56-10-00-110-001).

R (2) Clean the fixed windows (Ref. TASK 56-10-00-110-002).

R (3) Clean the sliding windows (Ref. TASK 56-10-00-110-003).

R (4) Clean the windows (Ref. TASK 56-21-13-100-002).

R Subtask 12-21-11-615-067

R C. Cleaning of the Landing-Gear Bays and Landing-Gear Components

R **CAUTION** : MAKE SURE YOU FLUSH THE SURFACE SUFFICIENTLY TO REMOVE ALL THE  
R CLEANING SOLUTION. CLEANING SOLUTION THAT STAYS ON THE AIRCRAFT  
R SURFACE CAN CAUSE CORROSION.

R (1) Opening of the landing-gear doors:

R - open the nose landing-gear doors (Ref. TASK 32-22-00-010-001).

R - open the main landing-gear doors (Ref. TASK 32-12-00-010-001),

R (2) Make sure that the openings in the landing-gear bays are correctly  
R closed .

R (3) Cleaning of the landing-gear bays.

R **NOTE** : As there are many components in the landing-gear bays that can  
R be easily damaged. We recommend that you clean the  
R landing-gear bays only when you do maintenance procedures.

R (a) Make sure that each landing-gear wheel/brake has protection.

R (b) Apply CLEANING AGENTS (Material No. 11-001) with a SPONGE only on  
R the applicable parts of the landing-gear bays, and in the  
R internal surfaces of the landing-gear doors.

R (c) In the zones where access is not easy, apply CLEANING AGENTS  
R (Material No. 11-001) with a BRUSH - BRISTLED, SOFT, to remove  
R all signs of grease and oil.

R (d) Flush the applicable parts of the landing-gear bays to remove all  
R signs of cleaning solution.

EFF : ALL

ANZ

# 12-21-11

Page 308  
Aug 01/06

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

(e) In the zones where access is not easy, use clean, dry compressed air that does not contain oil, to remove the remaining moisture.

### (4) Cleaning of the landing-gear

**CAUTION** : DO NOT APPLY CLEANING SOLUTION ON THE CHROME-PLATED SURFACES AND ON THE LOCATION OF THE HINGES.

**CAUTION** : MAKE SURE YOU FLUSH THE SURFACE SUFFICIENTLY TO REMOVE ALL THE CLEANING SOLUTION. CLEANING SOLUTION THAT STAYS ON THE AIRCRAFT SURFACE CAN CAUSE CORROSION.

(a) Clean the Main Landing Gear (Ref. TASK 32-11-00-100-002).

(b) Clean the Nose Landing Gear (Ref. TASK 32-21-00-100-002).

task 12-21-11-916-052

### D. Corrosion Prevention in Landing Gear Bays

(1) Remove SPECIAL MATERIALS (Material No. 05-005):

To all threads of studs on clamp blocks, the washers and the nuts of the landing-gears bays.

(2) Apply SPECIAL MATERIALS (Material No. 05-027)

On the painted surfaces of the landing-gear bays.

**NOTE** : The painted surfaces must be in the correct condition (no damage, marks, scratches and/or signs of corrosion) before you apply the material.

(3) Apply SPECIAL MATERIALS (Material No. 05-005):

To all threads of studs on the clamp blocks, the washers and the nuts of the landing gears bays.

task 12-21-11-210-059

### E. Visual Inspection

(1) Make sure that the paint on the components is in the correct condition and that there are no signs of corrosion.

(2) Make sure that the bond is correct and that none of the rubber sealant is missing.

(3) Make sure that there is no unwanted material in the holes, water drain and threads.

IF : ALL

IZ

# 12-21-11

Page 309  
Aug 01/07

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

(4) Make sure that there is no hydraulic fluid on the hydraulic pipes.

### 5. Close-up

#### Subtask 12-21-11-860-053

##### A. Aircraft Maintenance Configuration

- R  
R
- (1) Remove the aircraft protective equipment (Ref. TASK 10-11-00-555-014).
  - (2) Remove all FILM - POLYETHYLENE
  - (3) Remove all signs of TAPE - ADHESIVE with a MISCELLANEOUS (Material No. 19-003) soaked in CLEANING AGENTS (Material No. 11-002).
  - (4) Energize the aircraft electrical circuits (Ref. TASK 24-41-00-861-002).
  - (5) On the panel 25 VU, release the DITCHING pushbutton switch 13HL to open:
    - the outflow valve 10HL,
    - the skin air inlet valve 15HQ,
    - the skin air outlet valve 22HQ.
  - (6) Visually make sure that:
    - the outflow valve 10HL is in the open position before you apply air in the open the air conditioning packs,
    - the avionics compartment ventilation operates correctly.

#### Subtask 12-21-11-410-051

##### B. Put the aircraft back to its initial configuration

- (1) Remove the tag from the Captain side stick or write in the log book that the protection covers/devices are not installed.
- (2) Close the nose landing-gear doors (Ref. TASK 32-22-00-410-001).
- (3) Close the main landing-gear doors (Ref. TASK 32-12-00-410-001).
- (4) Remove the ground support and the maintenance equipment, the special and standard tools and all other items.
- (5) De-energize the aircraft electrical circuit (Ref. TASK 24-41-00-862-002).

EFF : ALL
ANZ

# 12-21-11

Page 310  
Feb 01/08

Printed in France



**AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL**

TASK 10-11-00-555-013

R Installation of the Aircraft Protection Equipment

R **WARNING** : DO NOT APPLY ADHESIVE TAPE ON THE PROBES, DUCTS, SENSORS (STATIC,  
R PITOT, TAT, AOA). USE ONLY THE SPECIFIED TOOLS FOR THE PROTECTION OF  
R THE AIRCRAFT. THE SPECIFIED TOOLS:  
R - GIVE THE CORRECT PROTECTION TO THE AIRCRAFT EQUIPMENT,  
R - ARE EASY TO SEE FROM THE GROUND,  
R - ARE EASY TO REMOVE.  
R IF YOU USE TAPE, THERE IS A RISK THAT SOME TAPE, OR ADHESIVE FROM THE  
R TAPE, WILL STAY ON THE PROBES, DUCTS OR SENSORS. THIS CAN CAUSE  
R INCORRECT INDICATIONS ON THE RELATED COCKPIT INSTRUMENTS.

**WARNING** : YOU MUST BE CAREFUL WHEN YOU DO WORK ON THE ENGINE PARTS AFTER THE  
ENGINE IS SHUTDOWN. THE ENGINE PARTS CAN STAY HOT FOR ALMOST 1 HOUR.

1. Reason for the Job

Self Explanatory

2. Job Set-up Information

A. Fixtures, Tools, Test and Support Equipment

REFERENCE	QTY DESIGNATION
No specific	1 ACCESS PLATFORM 5M (16 FT)- ADJUSTABLE
No specific	1 WARNING NOTICE
IAE1N20008	2 COVER-COMMON NOZZLE
IAE1N20400	2 COVER-INLET COWL
98A10001005000	3 COVER-PITOT PROBE
98A10001013000	2 COVER-SLIP-ON,TOTAL TEMPERATURE SENSOR
98A10001500000	3 COVER-SLIP ON,ANGLE OF ATTACK SENSOR
98D10003001000	2 COVER-INLET COWL ENGINE
98D10003003000	3 COVER-SLIP-ON,AOA
98D10007512000	1 COVER-EXHAUST DUCT,APU
98D10007513000	1 COVER-OILCOOLER OUTLET,APU
98D10103500001	6 COVER-STATIC PROBE

EFF : ALL  
ANZ

**10-11-00**

Page 234  
Feb 01/08

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

### B. Referenced Information

REFERENCE	DESIGNATION
R 10-11-00-991-001	Fig. 201
R 10-11-00-991-004	Fig. 202
R 10-11-00-991-007	Fig. 203
R 10-11-00-991-006	Fig. 204

### 3. Job Set-up

Subtask 10-11-00-941-056

#### A. Safety Precautions

- R (1) On the panel 115VU:
- R - Make sure that the ENG/MODE selector switch is in the NORM
- R position.
- R - Make sure that the ENG/MASTER 1(2) control lever is in the OFF
- R position.
- R (2) On the panel 25VU:
- R - make sure that the PROBE/WINDOW HEAT pushbutton switch is released
- R (the ON legend is off).
- (3) Put a WARNING NOTICE in position in the cockpit to tell persons not to operate the systems while you install the protective devices on the aircraft.
- (4) Put an ACCESS PLATFORM 5M (16 FT)- ADJUSTABLE in position near the aircraft.
- R (5) Before installation of protection devices, make sure that the probes,
- R the engines and the APU are cool.

EFF : ALL

ANZ

**10-11-00**

Page 235  
Aug 01/08

Printed in France



## AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

### 4. Procedure

#### Subtask 10-11-00-555-069

R A. Installation of the Protection Devices on the Fuselage  
(Ref. Fig. 201/TASK 10-11-00-991-001)

- (1) Protection of the 2 total temperature sensors
  - Put the COVER-SLIP-ON,TOTAL TEMPERATURE SENSOR (98A10001013000) in position.
- (2) Protection of the 3 pitot probes
  - Put the COVER-PITOT PROBE (98A10001005000) in position.
- (3) Protection of the 3 angle-of-attack sensors
  - Put the COVER-SLIP ON,ANGLE OF ATTACK SENSOR (98A10001500000) or COVER-SLIP-ON,AOA (98D10003003000) in position.
- (4) Protection of the 6 static probes
  - Put the COVER-STATIC PROBE (98D10103500001) in position.

#### Subtask 10-11-00-555-070

R B. Installation of the Protection Devices on the Engines  
(Ref. Fig. 202/TASK 10-11-00-991-004, 203/TASK 10-11-00-991-007)

- (1) Protection of the engine air intakes
  - Put the COVER-INLET COWL (IAE1N20400) or COVER-INLET COWL ENGINE (98D10003001000) in position.
- (2) Protection of the engine exhaust nozzles
  - Put the COVER-COMMON NOZZLE (IAE1N20008) in position.

#### Subtask 10-11-00-555-071

R C. Installation of the Protection Devices on the APU Area  
(Ref. Fig. 204/TASK 10-11-00-991-006)

- (1) Protection of the APU exhaust duct
  - Put the COVER-EXHAUST DUCT,APU (98D10007512000) in position.
- (2) Protection of the outlet duct of the APU oil cooler
  - Put the COVER-OILCOOLER OUTLET,APU (98D10007513000) in position.

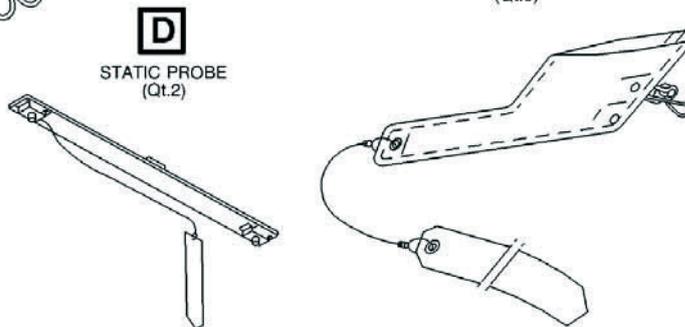
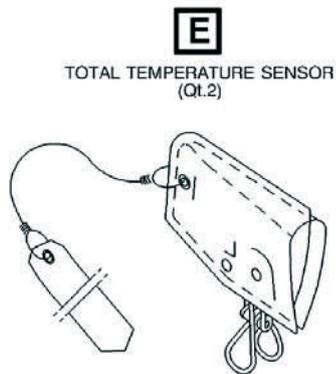
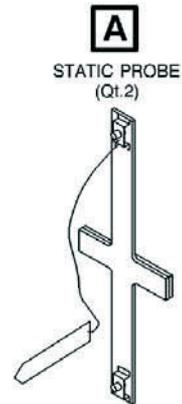
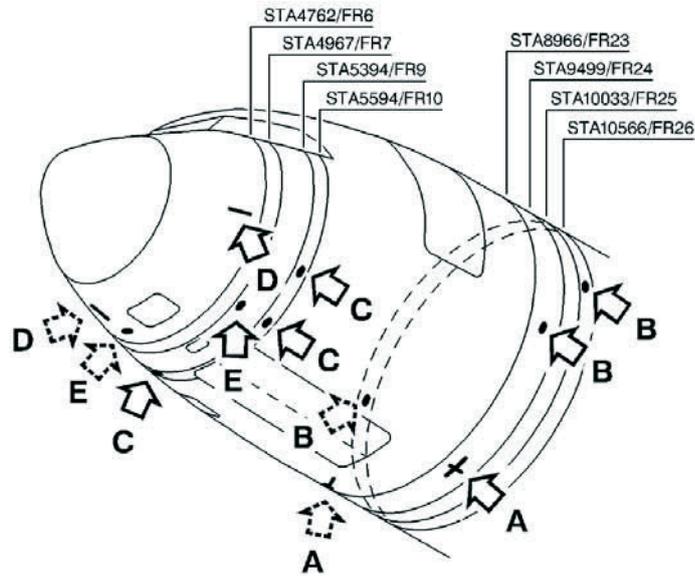
EFF : ALL

ANZ

# 10-11-00

Page 236  
Aug 01/08

Printed in France



NMS 10 11 00 2 AAND 01

Protective Equipment  
Figure 201/TASK 10-11-00-991-001

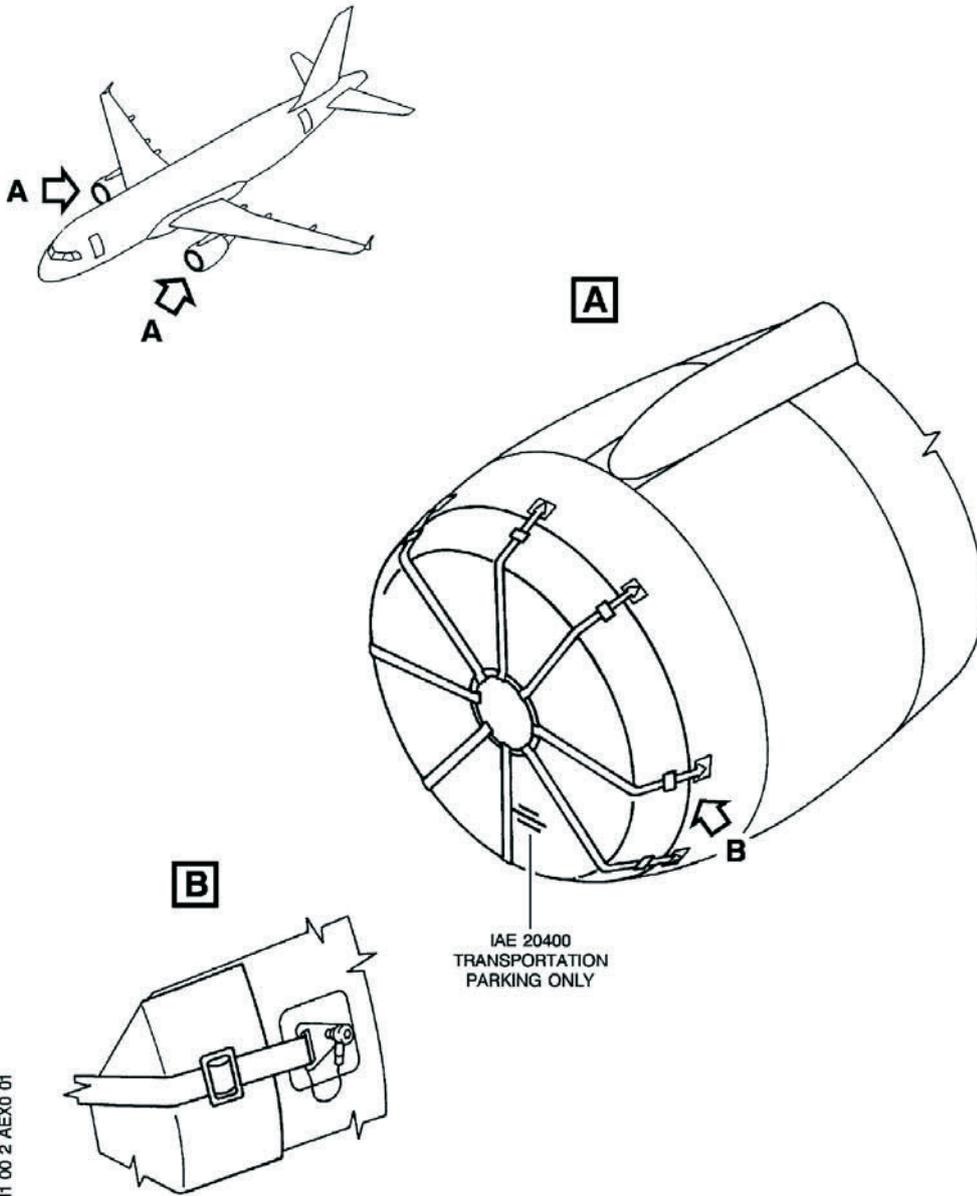
R

EFF :	ALL
ANZ	

**10-11-00**

Page 237  
Aug 01/08

Printed in France



NM5 10 11 00 2 AEX0 01

R

Protective Equipment  
Figure 202/TASK 10-11-00-991-004

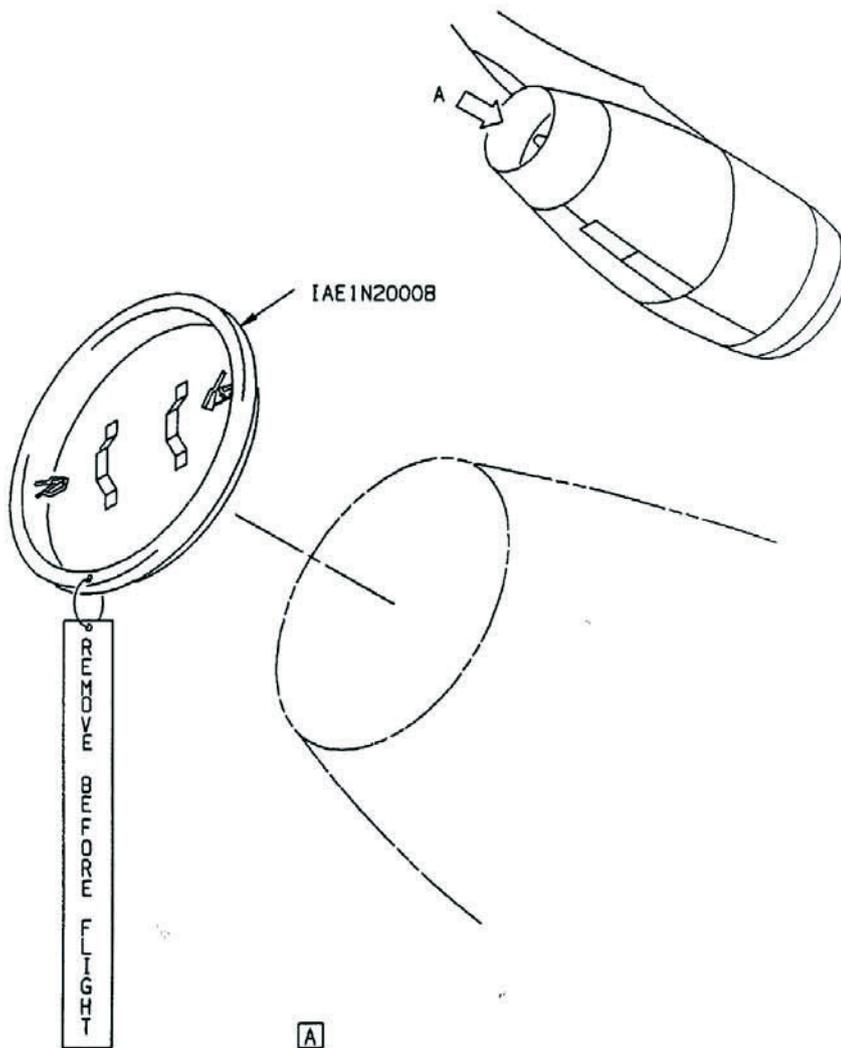
EFF :	ALL
ANZ	

**10-11-00**

Page 238  
Aug 01/08

Printed in France

**A320**  
**AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL**



NMS 10 11 00 2 AJMO - 00

13670

Protective Equipment  
 Figure 203/TASK 10-11-00-991-007

R

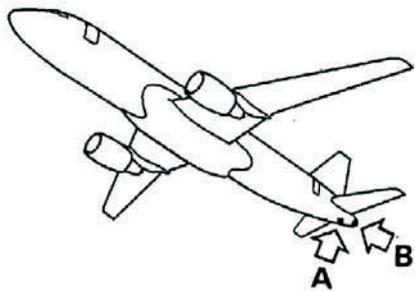
EFF : ALL  
 ANZ

**10-11-00**

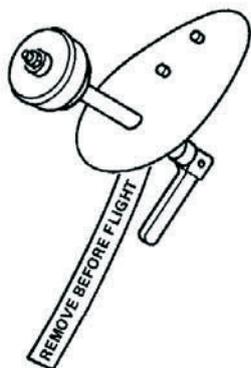
Page 239  
 Aug 01/08

Printed in France

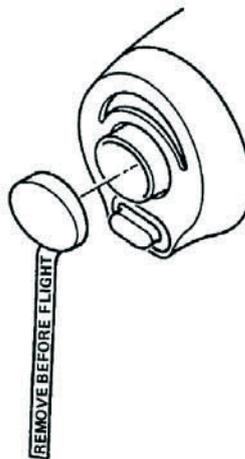
**A320**  
**AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL**



**A**



**B**



NMS 10 11 00 2 ABMD - 00

R

Protective Equipment  
 Figure 204/TASK 10-11-00-991-006

EFF : ALL  
 ANZ

**10-11-00**

Page 240  
 Aug 01/08

Printed in France



**AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL**

5. Close-up

Subtask 10-11-00-942-058

A. Close-up

- (1) Remove all the fixtures, tools, test and support equipment used during this procedure.

R

EFF : ALL
ANZ

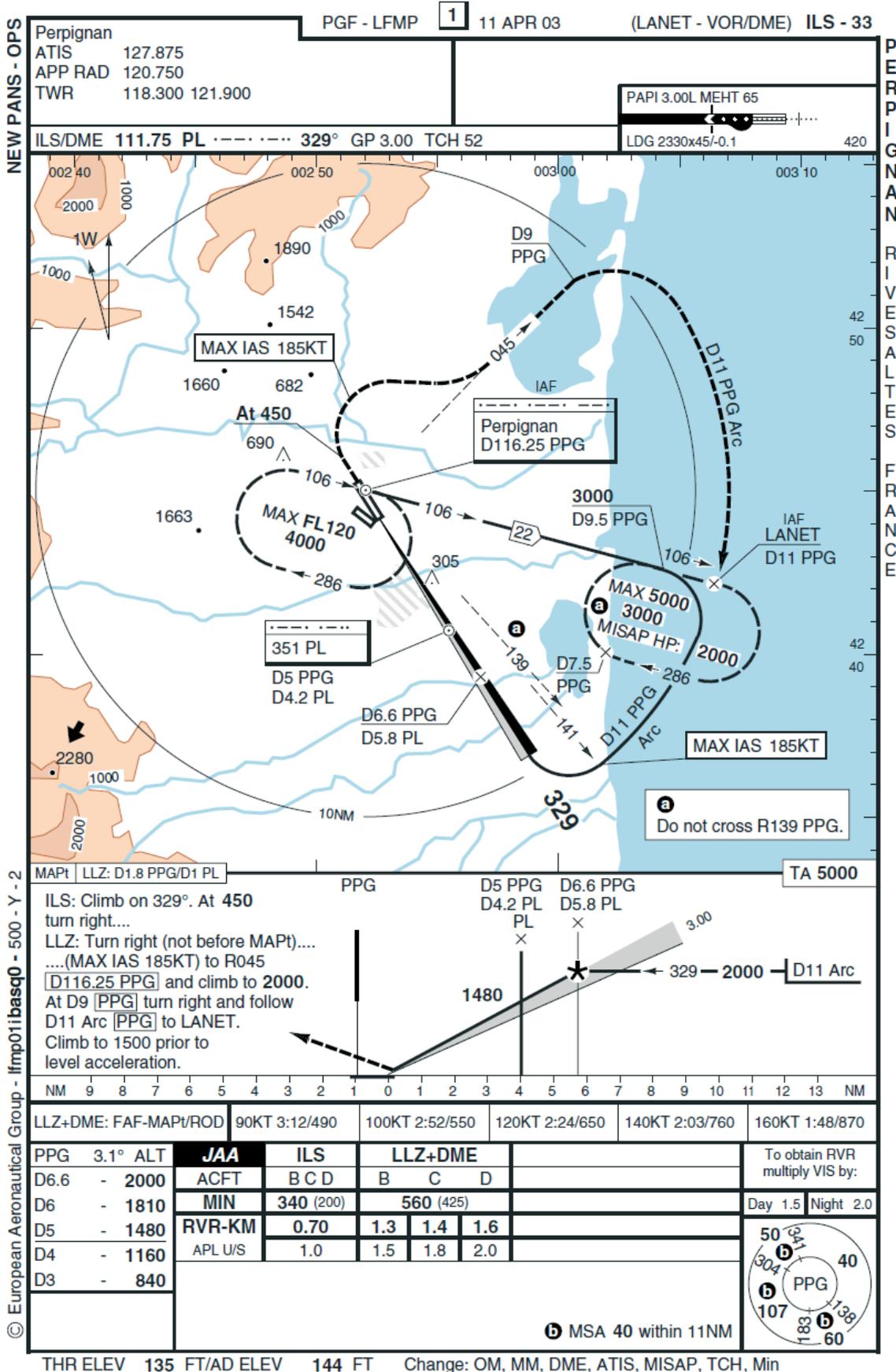
Printed in France

**10-11-00**

Page 241  
Aug 01/08

annexe 14

Carte d'approche ILS pour la piste 33 à Perpignan disponible dans les ordinateurs portables de l'équipage





## annexe 15

### Vérifications à basse vitesse dans le document OFC

AIR NEW ZEALAND  
A320 Operational Flight Checks

Descent

#### DESCENT FL 140 cont'd

##### LO SPEED – CONF FULL

Check of the A/C behaviour in Low Speed

LDG GEAR : DOWN

FLAPS : FULL

Adjust the engine power as required to stable frame the A/C speed at VLS

– When the A/C speed is stable framed :

- Set the engine power at idle
- Adjust the A/C pitch to obtain a deceleration rate of about 1kt/sec

During the deceleration, observe :

- The autotrim stops
- The  $\alpha$  floor activation

Disconnect this  $\alpha$  floor function at once

**Note:** The corresponding VLS and Vmin are :

x1000 Kg	A320 VLS	CFM Min
46.0	113	097
48.0	116	100
50.0	118	103
52.0	120	105
54.0	123	107
56.0	125	108
58.0	127	111
+/-	3	4



annexe 16

Plan de vol de la circulation aérienne



-TITLE ACK -MSGTYP IFPL -FILTIM 262003 -ORIGINDT 0811262003  
-BEGIN ADDR  
-FAC FRAXLXH  
-END ADDR  
-IFPLID BB82212902  
-MSGTXT (FPL-GXL888T-IN  
-A320/M-SERWY/S  
-LFMP1230  
-N0376F180 ORBIL G36 GAI G39 SECHE/N0440F380 UN863 MANAK UT183  
DEGEX/N0436F390 UN490 TERKU UN864 DELOG/N0432F380 UM601 PPN UN976  
LATEK UN871 GAI G36 ORBIL  
-LFMP0235 LEGE  
-EET/LFBB0006 LFMM0226 REG/DAXLA SEL/PRES OPR/GXL RMK/FERRY TRNG FLT  
DOF/081127 ORGN/FRAXLXH)



annexe 17

Document FAA - SAFO 08 024



U.S. Department  
of Transportation  
Federal Aviation  
Administration

# SAFO

Safety Alert for Operators

SAFO 08024  
DATE: 12/10/08

Flight Standards Service  
Washington, DC

[http://www.faa.gov/other\\_visit/aviation\\_industry/airline\\_operators/airline\\_safety/safo](http://www.faa.gov/other_visit/aviation_industry/airline_operators/airline_safety/safo)

*A SAFO contains important safety information and may include recommended action. SAFO content should be especially valuable to air carriers in meeting their statutory duty to provide service with the highest possible degree of safety in the public interest. Besides the specific action recommended in a SAFO, an alternative action may be as effective in addressing the safety issue named in the SAFO.*

**Subject:** Review of Flight Data Recorder Data from Non-revenue Flights

**Purpose:** This SAFO is issued to encourage all airlines operating under Title 14 of the Code of Federal Regulations (14 CFR) part 121, that have the capability to review flight data recorder (FDR) data, including in particular regional airlines, to review FDR data from non-revenue flights for safety analysis purposes.

**Background:** Approximately 25% of accidents involving turbine powered aircraft during the past decade have occurred during non-revenue flights (e.g., ferry flights for maintenance purposes or re-positioning flights to pick-up passengers). During this same period, the technology needed for an airline to download and analyze FDR data has become significantly more accessible, either through the airline's acquisition of more affordable FDR data acquisition and analysis technology, or through the use of readily available vendor services.

**Discussion:** Two common factors found by the National Transportation Safety Board to have been contributory in non-revenue flight accidents are:

- (1) the flightcrew's failure to adhere to standard operating procedures (SOPs) and,
- (2) the flightcrew's failure to operate the airplane within its performance limitations.

Flight Operational Quality Assurance (FOQA) programs presently in operation by most major U.S. airlines have clearly established the capability of FDR data analysis to objectively identify the occurrence of both such factors.

**Recommended Action:** All air carriers operating under part 121 that have the capability to review FDR data, including in particular regional airlines, should place special emphasis on reviewing FDR data from non-revenue flights in order to verify that the flights are being conducted according to standard operating procedures (SOP). If FDR analysis indicates a potential trend of SOP non-compliance during such flights, that information should be communicated to appropriate airline management personnel for action to mitigate associated risks. If FDR data indicates noncompliance on the part of an individual crew, it is recommended that the information be communicated to the Chief Pilot and, if applicable, to Professional Standards group in the labor association, for the purposes of crew contact discussion, counseling and safety education.

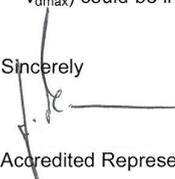
Approved by: AFS-200

OPR: AFS-230



## annexe 18

### Observation de l'Etat d'immatriculation et de l'exploitant

<b>Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung</b> German Federal Bureau of Aircraft Accident Investigation	
BFU, Hermann-Blenk-Str. 16, 38108 Braunschweig	Telephone: +49 531 3548 0
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile	Email: box@bfu-web.de
Your Reference: --	Our Reference: U10-2X004/08
	Date: 18/08/2010
<b>Accident involving Airbus A320-232, D-AXLA 27 November 2008 off the coast of Canet-Plage (France)</b>	
<b>Comment on Draft Final Report</b>	
In accordance to the provisions of ICAO Annex 13 the BFU representing the state of registry and operator requests to append the following statement to the Final Report:	
It is the opinion of the BFU that the following aspect is not sufficiently discussed in the Final Report:	
A "CHECK GW" message does not ensure that line pilots will become aware of the fact the indicated lower speed limits are inaccurate. The blockage of two AoA sensors leads in specific circumstances to a "CHECK GW" message. If flight crew members recognize the message, they will check the values of the mass calculated by the FMS and the FAC. The most probable cause for a deviation would be input of erroneous data into the FMS at the beginning of the flight. If checking the entered data showed no discrepancy comprehensive system knowledge were required to realize that the indicated lower speed limits ( $v_{aprot}$ and $v_{amax}$ ) could be inaccurate.	
Sincerely 	
Accredited Representative	
Phone: +49 531 3548 0	Email: box@bfu-web.de
Fax: +49 531 3548 246	

### Réponse du BEA

Cet aspect n'a pas été développé dans le rapport dans la mesure où le caractère atypique du vol de l'accident, la décision d'effectuer une vérification des protections en incidence lors de l'approche ainsi que la charge de travail de l'équipage (élevée lors de cette phase de vol par cette vérification, la préparation de l'étape suivante et l'absence de la procédure d'approche dans le FMS) ne permettaient pas de faire ressortir des conclusions générales sur l'efficacité du message CHECK GW et par conséquent des enseignements de sécurité.



# BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses  
pour la sécurité de l'aviation civile

Zone Sud - Bâtiment 153  
200 rue de Paris  
Aéroport du Bourget  
93352 Le Bourget Cedex - France  
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03  
[www.bea.aero](http://www.bea.aero)

**Parution : septembre 2010**

N° ISBN : 978-2-11-099151-5

