

Rapport

Accident survenu **le 29 mars 2013**
sur l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry (69)
à l'Airbus A321
immatriculé **SX-BHS**
exploité par **Hermes Airlines**
affrété par **Air Méditerranée**

BEA

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

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

Les enquêtes de sécurité

Le BEA est l'autorité française d'enquêtes de sécurité de l'aviation civile. Ses enquêtes ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement la détermination des fautes ou responsabilités.

Les enquêtes du BEA sont indépendantes, distinctes et sans préjudice de toute action judiciaire ou administrative visant à déterminer des fautes ou des responsabilités.

Ce rapport a été révisé le 21 août 2015 :

- Correction d'une erreur au niveau de la note de référence ⁽²⁾ page 12*
- Actualisation et mise en page de l'annexe 9*

Table des matières

LES ENQUÊTES DE SÉCURITÉ	2
GLOSSAIRE	6
SYNOPSIS	10
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	11
1.1 Déroulement du vol	11
1.2 Tués et blessés	15
1.3 Dommages à l'aéronef	16
1.4 Autres dommages	16
1.5 Renseignements sur le personnel	16
1.5.1 Equipage de conduite	16
1.5.2 Renseignements sur le personnel des services de contrôle de la navigation aérienne	19
1.6 Renseignements sur l'aéronef	19
1.6.1 Cellule	20
1.6.2 Moteurs	20
1.6.3 Masse et centrage	20
1.6.4 Maintenance	20
1.6.5 Systèmes et procédures Airbus A321	20
1.7 Renseignements météorologiques	23
1.7.1 Situation générale	23
1.7.2 Conditions observées sur le site à l'heure de l'événement	23
1.7.3 METARs et ATIS	24
1.7.4 Vents lors de l'approche	25
1.8 Aides à la navigation	25
1.9 Télécommunications	25
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	25
1.11 Enregistreurs de bord	26
1.11.1 Généralités	26
1.11.2 Exploitation des données des enregistreurs de vol	26
1.12 Renseignements sur l'avion accidenté et sur l'impact	34
1.12.1 Examen du site	34
1.12.2 Examen de l'avion accidenté	35
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	35
1.14 Incendie	35
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	36
1.16 Essais et recherches	36

1.16.1 Services de la navigation aérienne	36
1.16.2 Etude de la gestion de la vitesse en approche finale	43
1.16.3 Etude du comportement de l'A/THR	45
1.16.4 Arrondi	47
1.16.5 Evaluation de l'état de la piste	47
1.16.6 Calcul des distances d'atterrissage requises (RLD et FOLD)	47
1.16.7 Distance de roulement lors de l'atterrissage	48
1.16.8 Examens du système de freinage du SX-BHS	48
1.16.9 Description du système ROW/ROPS	48
1.16.10 Evaluation des performances de l'équipage	50
1.16.11 Influence de la fatigue sur les performances de l'équipage	57
1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	58
1.17.1 Hermes Airlines	58
1.17.2 Autorité de l'aviation civile grecque HCAA	68
1.17.3 Aspects réglementaires	69
1.18 Renseignements supplémentaires	76
1.18.1 Témoignages	76
1.18.2 Evènements antérieurs	79
1.18.3 Actions d'amélioration de la sécurité	81
2 - ANALYSE	92
2.1 Scénario	92
2.2 Comportement de l'A/THR	98
2.3 Evaluation de la fatigue	99
2.4 Performance de l'équipage	101
2.5 Facteurs organisationnels	102
2.5.1 Difficultés rencontrées par l'exploitant	102
2.5.2 Organisation de la sécurité chez l'exploitant	103
2.6 Autorité de l'aviation civile et AESA	105
2.7 Prévention des sorties de pistes	105
3 - CONCLUSIONS	107
3.1 Faits établis par l'enquête	107
3.2 Causes de l'accident	108
4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE	109
4.1 Amélioration de la conscience de la situation des équipages en approche	109
4.1.1 Diffusion des messages ATIS à l'aide du Data-Link	109

4.1.2 Gestion de la vitesse en approche	109
4.1.3 Assistance à l'équipage	110
4.2 Formations et entraînement des équipages	110
4.3 Entraînement à la prise de priorité sur avions équipés de manches non conjugués	111
4.4 Comportement de l'A/THR	111
4.5 Surveillance d'un exploitant par son autorité	112
LISTE DES ANNEXES	113

Glossaire

AAL	Au-dessus du niveau de l'aérodrome
ACARS	<i>Aircraft Communication Addressing and Reporting System</i>
AEL	Adaptation En Ligne
AESA	Agence Européenne de la Sécurité Aérienne
AFM	<i>Aircraft Flight Manual</i>
AGL	<i>Above Ground Level</i>
AIP	<i>Aeronautical Information Publication</i>
AMC	<i>Acceptable Means of Compliance</i>
ANC	Approche Non Conforme
ANS	Approche Non Stabilisée
AP	<i>Auto Pilot</i>
APU	Groupe auxiliaire de puissance
ASR	<i>Air Safety Report</i>
ATC	Contrôle de la circulation aérienne
A/THR	Autopoussée
ATIS	Service automatique d'information de région terminale
ATO	<i>Approved Training Organization</i>
ATPL	Licence de pilote de ligne
BKN	<i>Broken</i>
B/RNAV	<i>Basic area Navigation</i>
BSCU	<i>Braking System Control Unit</i>
CAP	Circulation aérienne publique
CAS	Vitesse corrigée ou vitesse conventionnelle
CLB	<i>Climb</i>
CPL	<i>Commercial Pilot Licence</i>
CTA	Certificat de Transporteur Aérien
CRM	<i>Cockpit Resource Management</i>
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i>
D-ATIS	<i>Digital - ATIS</i>
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DP	Point de rosée
DOV	Directeur des opérations en vol

EAPPRE	European Action Plan for the Prevention of Runway Excursions
ETD	Heure estimée de départ
FAP	Point d'approche finale
FBL	Léger (intensité de phénomène météorologique)
FCOM	<i>Flight Crew Operating Manual</i>
FCTM	<i>Flight Crew Training Manual</i>
FCU	<i>Flight Control Unit</i>
FD	Directeur de vol
FDR	<i>Flight Data Recorder</i>
FL	Niveau de vol
ft	Pieds
FMGC	<i>Flight Management and Guidance Computer</i>
FMGS	<i>Flight Management and Guidance System</i>
FMS	<i>Flight Management System</i>
FOI	<i>Flight Operations Inspector</i>
G/S	<i>Glide Slope</i>
GPWS	<i>Ground Proximity Warning System</i>
HCAA	<i>Hellenic Civil Aviation Administration</i>
IATA	Association internationale du transport aérien
IAC	Carte d'approche aux instruments
IFR	Règles de vols aux instruments
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
IMC	Conditions météorologiques de vol aux instruments
IRMA	Image radar des mouvements aériens
IR/ME	<i>Intrument rating/Multi Engine</i>
JAA	Autorités conjointes de l'aviation
IAF	Repère d'approche initiale
Kg	Kilogramme
Kt	Noeuds
LDA	Distance utilisable à l'atterrissage
LOC	<i>Localizer</i>
LOSA	<i>Line Operations Safety Audit</i>

LVP	<i>Low Visibility Procedure</i>
LPC	<i>Line Proficiency Check</i>
LVP	<i>Low Visibility Procedure</i>
MMEL	Liste minimale d'équipements de référence
ND	<i>Navigation Display</i>
NM	Mile Nautique
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OPC	<i>Operator Proficiency Check</i>
OSD	<i>Operational Suitability Data</i> Données d'adéquation opérationnelles
OSV	Officier de Sécurité des vols
PAPI	Indicateur de pente d'approche
PF	<i>Pilot Flying</i>
PFD	<i>Primary Flight Display</i>
PM	Pilote Monitoring
PNC	Personnel Navigant Commercial
PNT	Personnel Navigant Technique
PIREP	<i>Pilot Report</i>
QAR	<i>Quick Access Recorder</i>
QNH	Pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer
RDFE	Responsable désigné Formation et Entraînement
ROAAS	<i>Runway overrun-Awareness and Avoidance Systems</i>
ROP	<i>Runway end Overrun Protection</i>
ROPS	<i>Runway Overrun Prevention System</i>
ROW	<i>Runway Overrun Warning</i>
RVR	Portée visuelle de piste
RVSM	Minimum de séparation verticale réduit
SCT	<i>Scattered</i>
SGS	Système de gestion de la Sécurité
SNA	Service de la navigation aérienne
SOP	Procédures d'opérations standard
SSLIA	Service de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronefs
STAR	<i>Standard Terminal Arrival Route</i>

T/D	<i>Touch Down</i> Touché des roues avec la piste
TCAS	<i>Traffic Avoidance Collision System</i>
TEM	<i>Threat and Error Management</i> Gestion de la menace des erreurs
TRE	<i>Type rating Examiner</i>
TRI	<i>Type rating Instructor</i>
TRTO	<i>Type rating training organisation</i>
TSV	Temps de service de vol
VAPP	Vitesse d'approche
VMC	Conditions de vol à vue
V/S	Vitesse verticale
VRB	Variable
VREF	Vitesse d'atterrissage de référence

Synopsis

Approche non stabilisée, sortie longitudinale de piste

Aéronef	Avion Airbus A321 immatriculé SX-BHS
Date et heure	29 mars 2013 à 19 h 45 ⁽¹⁾
Exploitant	Hermes Airlines
Lieu	Aérodrome Lyon Saint-Exupéry (69)
Nature du vol	Transport public, service non régulier international de passagers
Personnes à bord	Commandant de bord (PM), copilote (PF), 5 PNC, 174 passagers
Conséquences et dommages	Moteurs endommagés

⁽¹⁾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.

L'équipage effectue une approche ILS de catégorie 1 (CAT I) en piste 36R sur l'aérodrome de Lyon Saint-Exupéry. Les conditions météorologiques sont telles que les procédures d'exploitation par faible visibilité (LVP) prévalent.

Lors du passage de la hauteur de stabilisation à 1 000 ft, la vitesse de l'avion est supérieure de 57 kt à la vitesse d'approche. A 140 ft, une augmentation inappropriée de la poussée par l'auto poussée maintient l'avion à une vitesse élevée.

L'arrondi est long et l'avion touche la piste 1 600 mètres après le seuil 36R. L'avion sort longitudinalement de piste et s'immobilise environ 300 mètres au-delà du seuil opposé.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Note : Le déroulement du vol a été établi à partir des données des enregistreurs de vol (FDR et CVR) des enregistrements phoniques des services de la navigation aérienne, des témoignages de l'équipage ainsi que des observations faites sur le site de l'accident.

Le jour de l'accident, l'équipage de l'Airbus A321, immatriculé SX-BHS et exploité par la compagnie Hermes Airlines, effectue un vol aller et retour entre les aéroports de Lyon Saint-Exupéry (France) et Dakar (Sénégal) dans le cadre d'un vol de transport public de passager non régulier pour le compte d'Air Méditerranée.

L'équipage décolle de Lyon à 06 h 44 et atterrit à Dakar à 12 h 03. Le Commandant de bord est pilote en fonction (PF) pour cette étape. A Dakar, des problèmes d'approvisionnement des repas les retardent d'environ 30 minutes. La masse définitive, supérieure à celle prévue pour le vol retour direct, impose à l'équipage une escale technique à Agadir (Maroc).

L'équipage décolle de l'aérodrome de Dakar à 13 h 44 et atterrit à Agadir à 16 h 13. Le copilote est PF pour cette étape. A Agadir, un complément de 8,6 tonnes de carburant est effectué.

L'équipage décolle d'Agadir à 17 h 02 à destination de Lyon avec l'indicatif d'appel BIE 7817. Le copilote est PF. Le début du vol se déroule normalement.

Vers 19 h 19, l'avion est en descente vers le FL280. Le pilote automatique 2 (AP2), les directeurs de vol (FD) et l'auto-pousée (A/THR) sont engagés. L'équipage prépare une arrivée pour la piste 36 droite de Lyon Saint-Exupéry.

Le PF écoute les informations de l'ATIS Alpha (enregistré à 19 h 12) qui fournit notamment les informations suivantes :

- « *Approach ILS 36R*
Runway in use landing 36R
Runway is wet
Caution wind at 1500 feet reported 180° 15 Kt
Wind 140° 3 Kt
Visibility 400 meters
RVR's are above 2 000 meters
Slight rain and Fog
SCT 2000 correction 200 feet, BKN1800', BKN 6600'
T° + 8°
DP + 8°
QNH1004 ».

Entre 19 h 20 min et 19 h 28 min, l'équipage effectue le briefing approche. Le PF évoque la visibilité de 400 mètres, une portée visuelle de piste (RVR) de deux kilomètres, ainsi que la présence de brouillard et d'un plafond morcelé à 1 800 ft. Le PF annonce un vent au FL180 du 150° pour 18 kt : « *flight level one eight zero, (it's gonna) to be windy so one... one five zero eighteen knots* ».

Il exprime ses doutes sur la possibilité de pouvoir effectuer une approche de catégorie 1 (CAT I) compte tenu de la visibilité réduite. Le PM lui répond que seule la RVR est à prendre en considération.

L'équipage effectue le briefing de l'approche ILS 36R en CAT I après une arrivée MEZIN 1 D. Le PF ne mentionne pas s'il va effectuer une approche ILS 36R Y ou Z mais mentionne une altitude de 4 000 ft⁽²⁾. L'équipage indique qu'il insère une altitude de décision de 1 021 ft QNH (200 ft AGL) dans le système de navigation (FMS). La configuration atterrissage « *conf FULL* » est retenue. Le système de freinage automatique (autobrake) est armé en mode LOW. La vitesse d'approche (Vapp) est de 141 kt pour une masse à l'atterrissage de 72 tonnes.

A 19 h 29 min, sur autorisations successives des contrôleurs du centre en route de Marseille, l'équipage commence à descendre vers le FL140.

Le mode vertical « *OPEN DES* » est engagé sur le pilote automatique. L'avion évolue à une vitesse sélectionnée de 280 kt. Quelques minutes plus tard, le PF sélectionne une vitesse conventionnelle (CAS) de 250 kt.

A 19 h 35 min sur la fréquence de Lyon Approche, l'équipage s'annonce en descente vers le FL140 avec l'information ATIS Alpha. Le contrôleur les autorise à descendre au FL100, les informe qu'ils seront guidés au radar vers la finale ILS 36R. Il les informe également que l'ATIS Bravo est disponible. Il ajoute que la procédure LVP (Low Visibility Procedure) est active en raison de la présence de nuages.

A 19 h 36 min, l'équipage écoute l'ATIS. Ce dernier est l'ATIS Charlie enregistré à 19 h 35 qui donne notamment les informations suivantes :

☐ « *Approach ILS 36R*
Runway in use landing 36R
Runway is wet
Caution wind at 1500 feet is reported southerly 15 Kt
Low visibility procedures in force
Wind 140° 4 Kt
Visibility 1 100 meters
Slight rain and mist
BKN100', BKN 6600'
T° + 8°
DP + 8°
QNH1004 ».

Le PM s'interroge sur le fait que la procédure LVP soit active alors que la visibilité est de 1 100 m : « *Why we have low visibility in force? With one thousand one hundred meters. So... we cannot go there* ».

A 19 h 37 min 48, le PM annonce « *We will down on the way to the ILS so descend as fast as possible* ». Le PF répond que c'est ce qu'il est en train de faire.

A 19 h 38 min 02, l'équipage contacte le contrôleur de Lyon Radar qui lui donne un cap pour intercepter le faisceau localiser de la piste 36R. Le PM annonce « *intercept the localizer, four thousand checked, we have to be prepared* ».

A 19 h 38 min 44, le PM demande l'autorisation de dévier de 10° par la gauche pour éviter un nuage. Le contrôleur autorise la déviation et la descente vers 5 000 ft QNH 1004. Le PM collationne correctement la valeur du QNH.

⁽²⁾Le Final Approach Point (FAP) de l'approche ILS 36R Y est à 10 NM du seuil 36R et 4 000 ft QNH. Le FAP de l'approche ILS 36R Z est à 6,9 NM du seuil 36R et 3 000 ft QNH.

A 19 h 39 min 12, le contrôleur de Lyon Radar informe l'équipage de la mise en place de la procédure LVP et de la présence de nuages morcelés à 100 ft avec une RVR supérieure à 2 000 mètres.

A 19 h 39 min 29, le PM annonce au PF une valeur de QNH à 1014. L'équipage sélectionne ce calage altimétrique et la checklist d'approche est effectuée.

Note : En raison du calage altimétrique erroné (QNH 1014 au lieu de QNH 1004), les altitudes affichées sont supérieures de 300 ft à l'altitude QNH du jour. Dans les paragraphes suivants, les altitudes mentionnées sont les altitudes QNH 1004.

A 19 h 40 min 09, l'avion vole à 230 kt (CAS) à une altitude de 8 500 ft QNH. Le PM demande au contrôleur de Lyon Radar s'ils peuvent intercepter le localiser avec le cap qu'ils suivent. Ce dernier répond « *That's approved, reduce speed 220 kt* » puis il ajoute « *descend 4 000 ft and you are cleared ILS 36R, leave 4 000 ft on the glide* ». Le PM répond « *Ok, 4 000 ft, clear for the ILS and (leave them) on the glide* ».

A 19 h 40 min 35, l'AP1 est engagé.

A 19 h 40 min 59, le PF active la phase approche. Le PM lui fait remarquer qu'il peut utiliser les volets.

A 19 h 41 min 08, le PM sélectionne la configuration 1. L'avion passe 7 570 ft QNH avec une vitesse de 220 kt. Le PM fait remarquer au PF que cela fait augmenter le taux de descente.

A 19 h 41 min 18, le PF suggère de réduire la vitesse. Le PM répond par la négative en précisant qu'ils ont besoin d'un taux de descente important. Il ajoute : « *And now you can use speed brakes because now the ILS go lower because you have flaps* ».

A 19 h 42 min 27, à 12.5 NM du seuil de piste, l'avion intercepte le faisceau localiser à 5 500 ft QNH avec une vitesse de 217 kt. Le contrôleur de Lyon Radar autorise l'équipage à poursuivre la descente vers 3 000 ft QNH et lui demande de rappeler quand il aura intercepté le « *glide* ». Le PF sélectionne une altitude de 3 000 ft QNH. A 10 NM du seuil 36R, l'avion⁽³⁾ est à 222 kt, sa vitesse sol est de 251 kt.

A 19 h 42 min 43, le PM indique au PF que le taux de descente est bon et qu'une fois établi sur le « *glide* » il faudra réduire la vitesse. Le taux de descente est d'environ 2 000 ft/min et la vitesse de 218 kt.

A 19 h 43 min 02, le PM demande au PF de garder les aérofreins et d'essayer de réduire la vitesse. Le PF sélectionne une vitesse de 207 kt puis 205 kt quelques secondes plus tard. Il annonce au PM qu'il sélectionne 205 kt.

A 19 h 43 min 16, à environ 9 NM du seuil de piste, l'avion intercepte le faisceau glide à 3 820 ft QNH avec une vitesse de 217 kt et un taux de descente de 1 500 ft/min environ.

A 19 h 43 min 37, le PM annonce au contrôleur de Lyon Radar qu'ils sont établis sur le glide. Ce dernier leur demande de contacter le contrôleur de Lyon Tour.

A 19 h 43 min 47, l'avion est à 7 NM de la piste. C'est approximativement à cette distance que l'équipage indique avoir eu les installations en vue.

⁽³⁾L'avion précédent le SX-BHS est un Airbus A319 (vol Air France AF-DD). A 19 h 39 min, il est à 10 NM du seuil 36R, il est aligné sur le localiser à 4 100 ft avec une vitesse sol de 250 kt. A cet instant, l'enregistrement QAR indique une vitesse CAS de 220 kt. A 19 h 39 min 36, le contrôleur informe en français l'équipage de l'Air France qu'il le voit un peu rapide sur son radar et lui demande s'il souhaite effectuer une approche interrompue. L'équipage de l'AF-DD lui répond qu'il va sortir le train d'atterrissage et qu'il envisage d'atterrir. Les détails sont disponibles dans le chapitre 1.16.1 Services de la navigation aérienne.

A 19 h 43 min 53, l'avion est à 2 000 ft AAL et la vitesse atteint la vitesse cible sélectionnée (205 kt). Le PF demande au PM de sortir la « *conf 2* » quand il le pourra. Le PM qui est en contact avec le contrôleur de Lyon Tour commande la rentrée des aérofreins puis sélectionne la « *conf 2* » alors que l'avion passe 1 550 ft AAL à une vitesse de 203 kt.

A 19 h 44 min 15, le contrôleur de Lyon Tour autorise l'équipage à atterrir en piste 36R et lui communique l'information de vent (130° pour 6 kt).

A 19 h 44 min 20, le PF sélectionne une vitesse de 180 kt. La vitesse de l'avion est de 204 kt.

A 19 h 44 min 28, le PF demande la sortie du train pour réduire la vitesse.

A 19 h 44 min 50, le PM annonce: « *You cannot reduce the speed, look* ». La vitesse est de 199 kt.

Lors du passage à 1 000 ft AAL, la vitesse est supérieure de 57 kt à la Vapp (198 kt / 141 kt) et la vitesse sélectionnée est de 180 kt. L'avion est établi sur le plan de descente, en « *conf 2* », avec le train sorti et verrouillé. L'assiette est de -1°, le taux de descente est de -1 100 ft/min environ.

Sur demande du PM, le PF engage le mode vitesse managée à 950 ft de hauteur radiosonde. La vitesse cible passe automatiquement à 153 kt (vitesse F sur le bandeau de vitesse du PFD).

A 850 ft de hauteur radiosonde et 193 kt, l'équipage commande la mise en configuration 3 puis, quelques secondes plus tard, en configuration FULL à 184 kt et 625 ft de hauteur radiosonde. La vitesse cible passe automatiquement à la Vapp (141 kt).

Lors du passage à 500 ft AAL, la vitesse est de 179 kt (Vapp + 38 kt), en diminution ; l'assiette est de -4°. La vitesse verticale est supérieure à -1 100 ft/min.

Le PF désengage l'AP à 200 ft d'altitude radiosonde.

L'avion passe 140 ft de hauteur radiosonde avec une assiette proche de 0°. L'A/THR est toujours engagée et le régime N1 des moteurs, alors au ralenti (30 %), commence à augmenter.

Au passage des 80 ft de hauteur radiosonde, le régime des N1 est de 54 %. La vitesse est de 158 kt et commence à augmenter.

Au passage des 60 ft de hauteur radiosonde, l'avion survole le seuil de piste avec une composante vent arrière de 7 kt. La vitesse (CAS) est de 160 kt.

L'équipage indique qu'au passage du seuil, il voit une nappe de brouillard localisée au niveau du seuil opposé.

Environ trois secondes après le passage des 30 ft de hauteur radiosonde, le PF commence à ramener les manettes de commande de poussée vers le cran « *IDLE* ».

Le PF maintient un ordre à cabrer de faible amplitude (environ ¼ de butée) jusqu'à atteindre la hauteur radiosonde de 23 ft. L'assiette augmente de -1,4° à +1,7°. Le taux de descente est de -600 ft/min environ. Puis, le PF alterne les ordres à cabrer et à piquer et l'assiette se stabilise à 0° environ.

A 500 mètres au delà du seuil, l'avion est à une hauteur de 21 ft au dessus de la piste. Le PM annonce qu'ils sont trop hauts. Le régime N1 atteint 69 %.

L'avion passe sous les 20 ft et la voix synthétique annonce « *RETARD* »⁽⁴⁾.

Une seconde plus tard, l'équipage positionne les manettes de commande de poussée sur IDLE et l'A/THR se désengage. La vitesse est de 163 kt et commence à diminuer. Le PM commence à donner des ordres à piquer alors que le PF donne des ordres à cabrer.

Le PM annonce « *Leave it* » à plusieurs reprises puis applique successivement des ordres à piquer plus importants (1/2 butée) jusqu'au toucher. Pendant ce temps, le PF maintient un ordre à cabrer important (1/2 butée à cabrer en moyenne). L'ordre résultant est à cabrer. Pendant cette phase, la voix synthétique annonce « *DUAL INPUT* ».

A 19 h 46 min 03, le train principal touche la piste à environ 1 600 mètres du seuil de piste. La vitesse sol de l'avion est de 154 kt.

Une seconde plus tard, les destructeurs de portance sont déployés automatiquement et l'équipage commande l'inversion de poussée maximale.

L'équipage applique un freinage énergique et dissymétrique. L'autobrake se désengage. Trois secondes plus tard, la décélération de l'avion atteint 0,4 g⁽⁵⁾.

L'avion sort longitudinalement de la piste avec une vitesse sol d'environ 75 kt et s'immobilise à environ 300 mètres du seuil à proximité immédiate des antennes ILS.

L'équipage informe le contrôleur que l'avion est en dehors de la piste et que personne n'est blessé.

A 19 h 48 min 14, soit environ deux minutes après l'immobilisation de l'avion, le contrôleur demande à l'équipage s'il a coupé les moteurs.

A 19 h 48 min 30, l'équipage démarre l'APU puis coupe les moteurs.

A partir de 19 h 51, le Commandant de bord discute avec le contrôleur de l'évacuation des passagers et dit : « *We can stay on board, we can... can wait because actually without... we don't have any problems with fire or something like that* ».

A 19 h 52 min 28, le Commandant de bord rappelle le contrôleur pour lui demander : « *Could you check the fire brigade any... any fire or something like that, because we can't see anything, to confirm* ».

A 19 h 52 min 47, le contrôleur informe l'équipage que les pompiers n'ont pas détecté visuellement de problèmes.

1.2 Tués et blessés

	Blessures		
	Mortelles	Graves	Légères/Aucune
Membres d'équipage	-	-	7
Passagers	-	-	174
Autres personnes	-	-	-

⁽⁴⁾Message vocal rappelant au pilote qu'il doit reculer les manettes de puissance dans le cran « *IDLE* ».

⁽⁵⁾Pour comparaison, la cible de décélération de l'autobrake en mode LOW est de 0,17 g.

1.3 Dommages à l'aéronef

Les deux moteurs de l'avion sont endommagés. Les trains d'atterrissage sont légèrement endommagés.

1.4 Autres dommages

Des barrières de protection installées le long des chemins de circulation ont été endommagées lors de la sortie de piste de l'avion.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Equipage de conduite

1.5.1.1 Commandant de bord

Homme, 44 ans, de nationalité grecque, résidant en Grèce.

- licence de pilote de ligne avion ATPL(A) délivrée par la Grèce le 17 mai 2007 ;
- commandant de bord depuis le 25 juillet 2012 ;
- qualification de type B737 100-200 délivrée en 1996 ;
- qualification de type B737 300-400 délivrée le 11 décembre 2000 ;
- qualification de type A320 délivrée le 5 janvier 2010, prorogée tous les ans ;
- instructeur/examineur Crew Ressource Management (CRM) depuis le 3 novembre 2008 ;
- instructeur sol depuis 2005 ;
- aptitude médicale de classe 1 valable jusqu'au 29 août 2013 ;
- il a obtenu son niveau 5 OACI de langue anglaise.

Note : Les équipages d'Hermes Airlines ne sont pas autorisés à effectuer des approches de précisions Cat II/III.

Expérience :

- totale : 7 096 heures de vol dont 425 en qualité de CDB ;
- sur type : 1 346 heures de vol, dont 425 en qualité de CDB ;
- dans les trois derniers mois : 139 heures de vol ;
- dans le dernier mois : 68 heures de vol ;
- dans les 24 dernières heures : 7 heures 50.

Cursus professionnel :

- il a été cadet à L'Hellenic Air Force Academy en Grèce de 1986 à 1989 ;
- il a obtenu sa licence de pilote professionnel en 1990 à la Pegasus Flight School of Aeronautics aux Etats-Unis ;
- il a travaillé en tant que copilote chez Olympic Airlines de 1996 à 2009. Il a totalisé 5 150 heures de vol sur Boeing 737 2/3/400 ;
- il a travaillé en tant que copilote chez Olympic Air de 2009 à 2010. Il a totalisé 520 heures de vol sur Airbus A320 ;
- il a été recruté chez Hermes Airlines le 24 octobre 2011 en tant qu'instructeur CRM puis comme copilote.

Formation, entraînements et contrôles périodiques en tant que Commandant de bord :

Il a réalisé son stage d'adaptation à l'exploitant en tant que copilote du 27 octobre 2011 jusqu'au 31 janvier 2012 (contrôle en vol). Au cours de cette formation et des évaluations résultantes le niveau professionnel du Commandant de bord a été jugé bon, « *good* ».

La sélection puis l'entraînement spécifique au rôle de commandant de bord ont été réalisés de février à juillet 2012. Au cours de cet entraînement et des évaluations résultantes le niveau professionnel du Commandant de bord a été jugé au-dessus des standards « *very good* » notamment lors de son Adaptation En Ligne (AEL) de dix étapes qui s'est déroulée du 19 au 24 juillet 2012. Le Commandant de bord a réussi son contrôle en ligne le 24 juillet 2012 et a été nommé Commandant de bord.

Le dernier contrôle hors ligne (Operator Proficiency Check, OPC) effectué le 16 janvier 2013 a été jugé satisfaisant.

Le Commandant de bord a été déclaré « *apte* » à tous ses entraînements et contrôles périodiques.

Activités les jours précédents :

Entre le vendredi 22 mars et le mercredi 27 mars 2013, le Commandant de bord était de repos à son domicile à Athènes (Grèce). Il explique qu'il n'a pas eu d'activités particulières et qu'il se sentait reposé et en bonne forme.

Le jeudi 28 mars 2013, veille de l'accident, le Commandant de bord a quitté Athènes pour rejoindre Lyon via Paris Charles de Gaulle dans le cadre de deux vols de mise en place. Il a quitté Athènes à 7 h 00 et atterri à Lyon à 13 h 30. Il explique qu'il est arrivé à son hôtel vers 14 h 00. Il ajoute qu'il s'est couché vers 21 h 00. Le 29 mars, jour de l'accident, il s'est levé vers 4 h 00 et s'est présenté à l'aéroport vers 5 h 00.

1.5.1.2 Copilote

Homme, 26 ans, de nationalité espagnole, résidant en Espagne.

- ATPL théorique en 2009 ;
- licence de pilote professionnel CPL (A) délivrée par l'Espagne le 8 octobre 2009 et valide jusqu'au 8 octobre 2014 ;
- qualification de type A320 délivrée le 31 mai 2011, prorogée tous les ans ;
- nommé copilote en septembre 2012 ;
- aptitude médicale de classe 1 valable jusqu'au 13 juillet 2013.

Expérience :

- totale : 600 heures de vol dont 314 sur type ;
- dans les trois derniers mois : 55 heures de vol, toutes sur type ;
- dans le dernier mois : 45 heures de vol toutes sur type ;
- dans les 24 dernières heures : 7 heures 50.

Cursus professionnel :

- ❑ de 2005 à 2009, il a suivi une formation de pilote professionnel au European University College of Aviation à Reus (Espagne) ;
- ❑ il a obtenu sa qualification type A320 en 2011 au Flight Crew Training Academy à Madrid (Espagne) ;
- ❑ il a obtenu son niveau 4 OACI de langue anglaise avec l'organisme Air-English⁽⁶⁾ en 2011 ;
- ❑ il a été recruté chez Hermes Airlines le 27 octobre 2011 en qualité de copilote.

Recrutement, formation, entraînements et contrôles périodiques :

Recrutement :

Lors de son recrutement par Hermes Airlines, le copilote totalisait 202 heures de vol sur Piper PA 28 et Diamond 40/42 (monomoteur et bimoteur à pistons).

Il a effectué un entretien avec le Directeur des Opérations en Vol (DOV) et le Responsable de la Formation (RDFE) d'Hermes Airlines puis un test médical et une évaluation de deux heures sur simulateur à Istanbul (Turquie) avec un examinateur de qualification de type (TRE).

Formation chez Hermes Airlines :

Il a réalisé son stage d'adaptation à l'exploitant du 27 octobre 2011 au 2 septembre 2012.

Du 27 octobre au 21 novembre 2011, il a suivi des cours au sol⁽⁷⁾.

Les 7 et 8 novembre 2011 il a effectué deux séances de 4 heures d'entraînement et de contrôle sur simulateur à Istanbul avec un instructeur de qualification de type (TRI). L'instructeur a estimé que son niveau de copilote était conforme aux standards de l'exploitant, hormis dans les domaines des connaissances techniques, des connaissances des procédures (SOP) et des compétences de pilotage jugées marginales.

Il a commencé son Adaptation En Ligne (AEL) le 25 février 2012 et a réalisé trois étapes. Le 26 février il a réalisé trois étapes en tant qu'observateur car le TRI estimait que le copilote éprouvait des difficultés à comprendre les radio-télécommunications en langue anglaise. Le TRI lui avait demandé de poursuivre son AEL avec un « *safety pilot* »⁽⁸⁾ afin d'améliorer sa compréhension. Son AEL s'est interrompue entre le 26 février et le 30 juillet 2012.

Le copilote précise qu'il n'a suivi aucune formation ni effectué d'entraînement durant cette période d'interruption hormis une séance de simulateur pour proroger sa qualification de type sur A320 en mai 2012 à Londres (TRTO). Le DOV et le RDFE expliquent que l'AEL du copilote s'est interrompue en raison du nombre insuffisant de vols que l'exploitant avait à effectuer entre février et juillet 2012.

Le 30 juillet 2012, le copilote a repris son AEL avec un « *safety pilot* » lors des trois premières étapes. Il a volé avec trois TRI différents et effectué 34 étapes supplémentaires jusqu'au 1^{er} septembre 2012.

⁽⁶⁾Air-English est un organisme de compétences linguistiques (LPO) approuvé par l'autorité de l'aviation civile Belge (BCAA Belgian Civil Aviation Authority). Le contrôle de compétence linguistique (FCL.055) comporte un questionnaire de compréhension et un entretien oral avec un examinateur.

⁽⁷⁾Le programme des cours au sol est détaillé dans la partie 1.17.1.3 Recrutement, formation, entraînements et contrôles des équipages.

⁽⁸⁾Le manuel d'exploitation d'Hermes Airlines définit un « *safety pilot* » comme un pilote supplémentaire (avec plus de 100 heures de vol sur type) qui est requis pour voler avec le stagiaire en AEL.

Le dossier d'évaluation du copilote au cours de son AEL mentionne des progrès normaux. Néanmoins, l'un des TRI avec qui le copilote a réalisé sept étapes en milieu de formation (du 14 au 19 août 2012) avait estimé que ses connaissances des systèmes de l'avion et des procédures étaient faibles.

Après le 30 juillet 2012, il a réalisé 37 étapes et environ 111 heures de vol sur Airbus, il a réussi son contrôle en ligne le 1^{er} septembre 2012 et a été nommé copilote. Il a commencé à voler en ligne le 2 septembre 2012.

Activités les jours précédents :

Le copilote a réalisé un vol entre Paris Charles de Gaulle (France) et Ovda (Israël) le 24 mars 2013. Ce vol a été effectué avec un équipage renforcé.

Le 28 mars 2013, il explique qu'il est parti de Valence (Espagne) à 06 h 05 du matin à destination de Paris Charles de Gaulle où il a repris un vol pour Lyon. Il est arrivé à son hôtel à Lyon vers 14 h 00. Il ajoute qu'il s'est couché vers 21 h 00. Le 29 mars, jour de l'accident, il s'est levé vers 4 h 00 et s'est présenté à l'aéroport vers 5 h 00.

1.5.2 Renseignements sur le personnel des services de contrôle de la navigation aérienne

L'armement de la salle IFR et de la vigie le 29 mars 2013 lors du premier contact du BIE7817 était le suivant :

En salle IFR :

- secteur INI et DEP étaient regroupés avec : un Premier contrôleur, un élève et un Premier contrôleur assistant ;
- secteur ITM (intermédiaire) ouvert avec un Premier contrôleur.

En Vigie :

un Chef de Tour assisté de :

- un Premier contrôleur à l'approche ;
- un Premier contrôleur coordonnateur (app et loc) ;
- un Premier contrôleur LOC (Tour) ;
- un Premier contrôleur Sol.

L'armement de la salle IFR et de la vigie était conforme au manuel d'exploitation du SNA Lyon.

Le contrôleur du secteur INI a transféré le SX-BHS au contrôleur ITM pour l'approche intermédiaire qui, à son tour, a transféré le SX-BHS au contrôleur LOC lors de la finale et l'atterrissage.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Le SX-BHS a été construit en 1997. Sa masse maximale au décollage est de 85 000 kg, sa masse maximale à l'atterrissage est de 74 500 kg. Il dispose d'une capacité d'emport de 220 passagers Il est équipé de deux moteurs SNECMA CFM56-5B.

1.6.1 Cellule

Constructeur	Airbus
Type	A321-111
Numéro de série	642
Immatriculation	SX-BHS
Mise en service	17/01/1997
Certificat de navigabilité	n°1514 du 31/01/2012 délivré par HCAA
Certificat d'examen de navigabilité	028/012 valable jusqu'au 05/10/2013
Utilisation au 29/03/2013	37 757 heures de vol et 22 420 cycles

1.6.2 Moteurs

Constructeur : SNECMA

Type : CFM56-5B 1/3

	Moteur n° 1	Moteur n° 2
Numéro de série	779226	779317
Temps total de fonctionnement	37 199 heures et 20 803 cycles	34 139 heures et 20 587 cycles
Temps de fonctionnement depuis la révision générale	9 981 heures et 3 127 cycles	9 430 heures et 5 117 cycles

1.6.3 Masse et centrage

Lors de l'événement, la masse et le centrage étaient dans les limites fixées par le constructeur. La masse enregistrée dans l'enregistreur de vol (FDR) à l'atterrissage était légèrement inférieure à 72 000 kg.

1.6.4 Maintenance

Le manuel d'entretien, approuvé par l'autorité de l'aviation civile grecque (HCAA) détaille le programme d'entretien. Il est conforme aux manuels du constructeur.

La documentation indique que les inspections préconisées par le constructeur et celles imposées par des consignes de navigabilité avaient été effectuées.

1.6.5 Systèmes et procédures Airbus A321

Les systèmes et procédures ci-dessous sont tirés de la documentation du constructeur (AFM, FCOM, FCTM) et de celle de l'exploitant. Le détail est disponible en **annexe 1**.

1.6.5.1 Procédures normales lors d'une approche de précision ILS

Lors d'une approche de précision ILS, l'objectif recherché est la stabilisation sur le plan de descente finale à la vitesse d'approche (Vapp), dans la configuration atterrissage et à 1 000 ft AGL (en conditions IMC). Toutes les conditions suivantes doivent être réunies avant ou à l'altitude de stabilisation :

- l'avion est sur la trajectoire de descente nominale (Glide Slope et Localizer) ;
- l'avion est en configuration d'atterrissage ;
- la poussée est stabilisée et maintient la vitesse d'approche.

Il n'y a pas d'écart excessif sur les paramètres de vols suivants :

- vitesse comprise entre Vapp -5 kt ou et Vapp +10 kt ;
- assiette comprise entre -2.5° et +7.5 ;
- angle de roulis inférieur à 7° ;
- vitesse verticale inférieure à 1 000 ft/min ;
- déviation LOC inférieure à ¼ de point ;
- déviation GS inférieure à 1 point.

Si l'avion sort de ces conditions, l'équipage doit initier une approche interrompue, sauf s'il estime que les écarts sont mineurs et peuvent être corrigés par de petites actions.

1.6.5.2 Gestion de la vitesse en mode sélectionné ou mode managé lors d'une approche

En mode Approche avec A/THR engagée, la gestion de la vitesse s'effectue en sélectionnant une vitesse cible qui sera maintenue par des ajustements automatiques de la poussée des moteurs. Cette vitesse cible peut être :

- « *managée* » quand la cible de vitesse est calculée par un système embarqué (FMGS) ;
- « *sélectionnée* » quand la cible de vitesse est sélectionnée manuellement par l'équipage sur le pupitre de contrôle (FCU).

Pour un atterrissage que l'équipage prévoit en « *conf FULL* » avec une vitesse cible « *sélectionnée* », le constructeur recommande d'afficher manuellement la vitesse S en configuration d'approche 1 « *conf 1* », puis F en « *conf 2* » et « *conf 3* » et enfin Vapp en configuration atterrissage « *conf FULL* ».

Dans certaines circonstances (vent arrière fort ou masse importante), le taux de décélération peut être insuffisant. Dans ce cas, le constructeur recommande de sortir le train d'atterrissage à une vitesse inférieure à 220 kt et avant la sélection de la « *conf 2* ».

Lors d'une approche de précision, le constructeur recommande d'utiliser le mode « *managé* » pour gérer la vitesse. La gestion de la vitesse sera alors assurée par l'ATH/R une fois le mode « *Approche* » engagé

1.6.5.3 Arrondi

Le constructeur indique que dans les conditions d'approche stabilisée, à la hauteur d'environ 30 ft, le pilote débute l'arrondi et positionne les manettes de commande de poussée sur le cran « *IDLE* ». Le pilote ne doit pas laisser l'avion flotter ni tenter de prolonger l'arrondi en augmentant l'assiette pour réaliser un atterrissage doux.

Le constructeur conseille de commencer l'arrondi par un ordre à cabrer au mini-manche et de le maintenir autant que cela est nécessaire. Il déconseille les ordres à piquer une fois que l'arrondi est commencé. S'il n'est pas possible d'atteindre un point de toucher normal, ou si l'avion est déstabilisé avant l'arrondi, l'équipage doit interrompre l'atterrissage.

L'annonce « *RETARD* » se déclenche à 20 ft de hauteur radiosonde. Elle doit être considérée comme un rappel plutôt qu'un déclencheur.

1.6.5.4 Interruption de l'approche en dessous des minima, interruption de l'atterrissage

A la date de l'accident, il n'existait pas de procédure « *Rejected Landing* » dans le manuel de procédures opérationnelles édité par le constructeur (FCOM). Un paragraphe « *Rejected Landing* » apparaissait dans le document relatif à la formation et à l'entraînement (FCTM) et indiquait qu'un équipage pouvait à tout moment interrompre l'atterrissage tant que les inverseurs de poussée n'étaient pas déployés.

Hermes Airlines avait mis en place dans son programme des contrôles en ligne (Line Proficiency Check, LPC) un scénario prévoyant la remise de gaz à 50 ft.

SECTION 4	OTD	FTD	FS	A/C	Instructor's initials when training completed (Initial Type Rating only)	Checked in FS A/C	Passed	Failed
4 Missed Approach Procedures								
4.1 Go-around with all engines operating* after an ILS approach on reaching decision height			P*=>	=>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 Other missed approach procedures			P*=>	=>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3* Manually go-around with the critical engine simulated inoperative after an instrument approach on reaching DH, MDH or MAPt			P*=>	=>		M	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4 Rejected landing at 15m (50 ft) above runway threshold and go-around			P=>	=>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Extrait du formulaire LPC d'Hermes Airlines

Le Commandant de bord avait réalisé une fois cet exercice lors de ses contrôles en ligne en 2011 en tant que copilote. Il ne l'a pas réalisé lors de son LPC de 2012 lors de sa formation au rôle de commandant de bord. Le copilote l'avait réalisé une fois en 2011.

1.6.5.5 Description du fonctionnement des mini-manches, procédure et formation associées

Les deux mini-manches sont utilisés pour le pilotage manuel en assiette et en roulis. Chaque mini-manche dispose, entre autres, d'un bouton poussoir qui permet de désengager le pilote automatique et/ou de prendre la priorité sur l'autre mini-manche.

Quand un pilote agit sur le mini-manche, ses ordres sont envoyés aux calculateurs de commandes de vol. Quand les deux pilotes agissent sur leur mini-manche, dans le même sens ou dans des sens opposés, les ordres sont algébriquement ajoutés et envoyés aux calculateurs⁽⁹⁾.

⁽⁹⁾La somme est limitée à l'équivalent d'un ordre plein manche à cabrer d'un seul pilote.

Le pilotage simultané est détecté lorsque des déflexions de plus de 2° sont appliquées sur chacun des deux mini-manches pendant un laps de temps appelé temps de confirmation. Les deux voyants « *SIDE STICK PRIORITY* » s'illuminent en vert et le message vocal « *DUAL INPUT* » est généré. Il peut se passer environ deux secondes entre la détection des déflexions simultanées dépassant 2° et la génération de l'alarme « *DUAL INPUT* ». Ceci est dû au temps de confirmation, au délai des cycles de calcul des processeurs des calculateurs et au délai de transmission inter-calculateurs.

1.6.5.6 Annonce automatique des altitudes

En fonction de la configuration des systèmes de l'avion, un système d'annonce automatique peut inclure des annonces d'altitude/minimum afin d'aider l'équipage. La voix synthétique peut annoncer le passage des 1 000/500 ft ainsi que « *MINIMUM* ». Sur le SX-BHS, cette option était disponible mais non activée.

1.6.5.7 Procédure évacuation d'urgence

La procédure « *EMERGENCY EVACUATION* » est une procédure d'urgence décrite dans le FCOM, le FCTM et la QRH du constructeur et de l'exploitant.

Cette procédure s'effectue en deux temps. La première phase n'engage pas formellement l'équipage à procéder à l'évacuation. Elle décrit les premières actions nécessaires à la mise en sécurité de l'appareil (notamment la coupure des moteurs et de l'APU et l'information à fournir au personnel de cabine et aux contrôleurs). La deuxième phase indique la procédure à suivre après la prise de décision de l'équipage de faire évacuer ou non l'avion.

1.7 Renseignements météorologiques

1.7.1 Situation générale

Le flux de secteur ouest assez rapide donne des pluies et des nuages bas sur la région de Lyon. Au sol, les vents sont faibles et de direction variable.

1.7.2 Conditions observées sur le site à l'heure de l'événement

- 1^{ère} couche : partiellement nuageux par stratus, base vers 50 m/sol ;
- 2^{ème} couche : très nuageux par stratocumulus vers 2 000 m de hauteur ;
- visibilité sur la piste 36R : RVR 2 550 m ; RVR 18 : 1 590 m ; RVR milieu de piste : 1 480 m ;
- température : 8 °C, humidité : 99 %, vent : 130° / 06 kt, vent instantané jusqu'à 12 kt.

1.7.3 METARs et ATIS

LFLL 291930Z VRB03KT 1100 R36L/1700D R18R/2000N R36R/1800D R18L/P2000 -RA BR BKN001BKN066 08/08 Q1004 NOSIG=

LFLL 292000Z 13006KT 090V180 2000 BR FEW002 SCT009 BKN066 08/08 Q1004 NOSIG=

OBSMET 29/03/2013 19:40

LL V1200M 1000M S FBL RA VCFG H1BKN 100FT H2BKN 6600FT

19 h 12 UTC - ATIS A	19 h 29 UTC - ATIS B	19 h 35 UTC - ATIS C
Approche ILS 36R Runway in use landing 36R Runway in use take off 36L Standard departure 4N, E, R Runway is wet NT60 Caution wind at 1500 feet reported 180° 15 Kt Wind 140° 3 Kt Visibility 400 meters RVR's are above 2000 meters Slight rain and Fog SCT 2000 correction 200 feet, BKN 1800', BKN 6600' T° + 8° DP + 8° QNH1004 QFE are available on ground frequency	Approche ILS 36R Runway in use landing 36R Runway in use take off 36L Standard departure 4N, E, R Runway is wet NT60 Wind at 1500 feet is south 15 Kt Low visibility in force Wind 140° 3 Kt Visibility 1100 meters RVR's are above 2000 meters Slight rain and mist BKN 100', BKN 6600' T° + 8° DP + 8° QNH1004	Approche ILS 36R Runway in use landing 36R Runway in use take off 36L Standard departure 4N, E, R Runway is wet NT60 Wind at 1500 feet reported southerly 15 Kt Low visibility procedures in force Wind 140° 4 Kt Visibility 1100 meters RVR's are above 2000 meters Slight rain and mist BKN 100', BKN 6600' T° + 8° DP + 8° QNH1004 QFE are available on ground frequency

Note : les conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) sont définies par des conditions météorologiques, exprimées en fonction de la visibilité, de la distance par rapport aux nuages et du plafond, inférieures aux minimums spécifiés pour les conditions météorologiques de vol à vue. En VMC, la visibilité en vol en dessous de 10 000 ft AMSL doit être supérieure ou égale à 5 km. Le jour de l'évènement, les messages ATIS indiquent que la visibilité a évolué de 400 m à 1 100 m dans les 20 minutes qui ont précédé l'accident. Les conditions IMC prévalaient.

D-ATIS

Certains aéroports diffusent les ATIS par liaison de données (D-ATIS ou Digital-ATIS). Un message D-ATIS reprend les informations diffusées en phonie uniquement en langue anglaise. La transmission d'un message D-ATIS s'effectue selon le protocole de communication air-sol ACARS (Aircraft Communication Addressing and Reporting System).

1.7.4 Vents lors de l'approche

L'ATIS mentionnait un vent rapporté du sud pour 15 kt à 1 500 ft. Le vent lors de l'approche a été calculé à partir des données FDR :

Altitude QNH (ft)	Vents (kt)	Direction (°)
4 000	22	200
3 000	24	200
2200	32	200
1400	24	200
1200	18	200
200	12	150

1.8 Aides à la navigation

L'aérodrome de Lyon Saint-Exupéry est doté de moyens radioélectriques de navigation. Ils étaient opérationnels le jour de l'événement. Les pistes 36R et 36L sont les seules pistes équipées pour les approches de précision Cat III. L'équipage effectuait une arrivée standard (STAR) MEZIN 1D (IAF ARBON).

1.9 Télécommunications

La transcription des radiocommunications entre le contrôleur de Lyon Saint-Exupéry et l'équipage du SX-BHS est disponible en **annexe 2**.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome de Lyon Saint-Exupéry est situé dans la vallée du Rhône à une altitude de 821 ft. Il est ouvert à la Circulation Aérienne Publique (CAP) et comporte deux pistes parallèles 18L/36R et 18R/36L.

En conditions normales d'utilisation, la piste 18L/36R, d'une longueur de 2 670 mètres (LDA de 2 670 mètres), est utilisée pour les atterrissages. La piste 18R/36L, d'une longueur de 4 000 mètres, est utilisée pour les décollages.

Seul le QFU 36R est autorisé en LVP à l'atterrissage.

La piste 18L/36R est équipée d'un ILS en 36R. Elle dispose d'un marquage de ligne axiale avec un balisage lumineux. Ce dernier était en fonctionnement au moment de l'accident et éclairait en mode haute intensité.

Les marques de seuil et d'identification de la piste 36R sont conformes aux exigences réglementaires de l'arrêté du 28 août 2003 modifié relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes (CHEA).

Les mesures d'adhérence fonctionnelle d'une piste ont pour but de déterminer ses caractéristiques intrinsèques et de les comparer aux normes réglementaires. Il est demandé aux exploitants d'aérodromes de les faire effectuer tous les deux ans. Ces mesures ont été effectuées en décembre 2012. Les résultats étaient conformes aux normes requises.

L'aérodrome de Lyon Saint-Exupéry n'est pas équipé du système D-ATIS.

1.11 Enregistreurs de bord

1.11.1 Généralités

L'avion était équipé de deux enregistreurs de vol conformément à la réglementation en vigueur.

Enregistreur de paramètres (FDR) :

- constructeur : Honeywell ;
- modèle : 4700 ;
- numéro de type : 980-4700-042 ;
- numéro de série : S/N : 09779.

Il s'agit d'un enregistreur statique (SSFDR) d'une capacité d'enregistrement d'au moins vingt-cinq heures.

Enregistreur phonique (CVR) :

- constructeur : L3-COM ;
- modèle : A200S ;
- numéro de type : S200-0012-00 ;
- numéro de série : 01655.

Il s'agit d'un enregistreur d'une capacité d'enregistrement d'au moins deux heures en qualité standard et trente minutes en haute qualité.

L'avion était également équipé d'un enregistreur de paramètres appelé DAR. Les déchargements des mémoires du DAR n'ont pas permis de récupérer les données du vol de l'événement. Il n'a pas été possible de déterminer l'origine du problème.

1.11.2 Exploitation des données des enregistreurs de vol

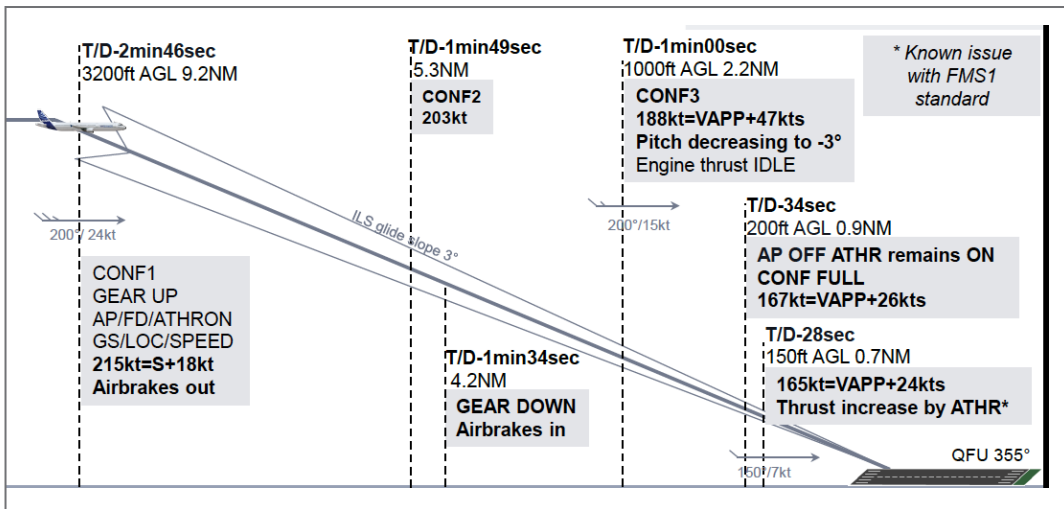
La synchronisation du CVR et du FDR a été faite en utilisant l'alarme de déconnexion du pilote automatique.

1.11.2.1 Déroulement du vol et courbes issues du FDR

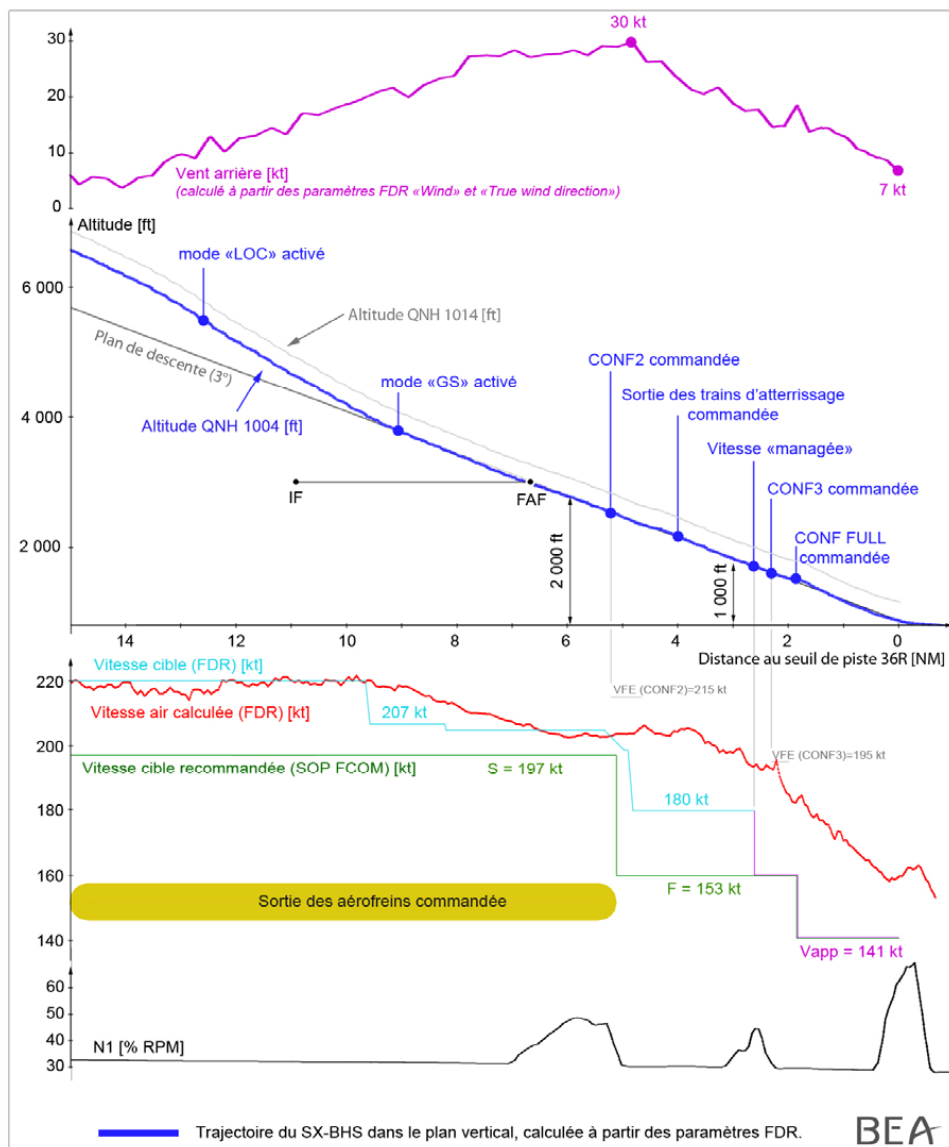
Le déroulement du vol obtenu à partir des paramètres enregistrés dans le FDR est disponible au paragraphe 1.1 *Déroulement du vol*. Les courbes de l'événement sont jointes dans l'*annexe 3*.

1.11.2.2 Approche intermédiaire et approche finale

Le profil de descente de l'avion et les évolutions de vitesse et de configuration de l'avion sont représentés sur les figures suivantes :



Source Airbus



Profil de descente de l'avion extrait des données FDR

L'altitude enregistrée au FDR est l'altitude pression en atmosphère standard (QNH 1013). Elle a été corrigée pour tenir compte du calage barométrique en vigueur au moment de l'approche (QNH 1004). L'altitude de l'avion au QNH erroné de 1014 a également été tracée afin de représenter l'altitude indiquée à l'équipage.

Dans les conditions du jour de l'événement (masse de 72 tonnes), et dans le projet d'atterrir en « *conf. FULL* », les cibles de vitesses caractéristiques étaient les suivantes :

- Green dot pour la « *conf 0* » = 218 kt (vitesse cible en configuration lisse) ;
- S pour la « *conf 1* » = 197 kt (vitesse cible avec becs de bord d'attaque et volets sortis 18°/10°) ;
- F pour la « *conf 2* » = 153 kt (vitesse cible avec becs de bord d'attaque et volets sortis 22°/15°) ;
- F pour la « *conf 3* » = 153 kt (vitesse cible avec becs de bord d'attaque et volets sortis 22°/20°) ;
- Vapp pour la « *conf FULL* » = 141 kt (vitesse cible d'approche en configuration FULL 27°/35°) ;
- VFE « *conf 1* » = 230 kt ;
- VFE « *conf 2* » = 215 kt ;
- VFE « *conf 3* » = 195 kt ;
- VFE « *conf FULL* » = 190 kt ;
- Vitesse maximale de sortie du train d'atterrissage : 250 kt.

Comparaison des procédures Airbus et des actions de l'équipage issues des données CVR/FDR

	FCOM/FCTM	DONNEES CVR ET FDR
<p>Avant le point d'approche final (FAP), (3000 ft/6,9 NM) :</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> sélectionner la « <i>conf 1</i> » à plus de 3 NM avant le FAP ; <input type="checkbox"/> vérifier la décélération de l'avion vers « <i>S</i> » ; <input type="checkbox"/> l'avion doit capturer ou être établi sur le « <i>glide</i> » en « <i>conf 1</i> » à la vitesse « <i>S</i> » au plus tard à 2 000 ft ; <input type="checkbox"/> si la vitesse de l'avion est nettement plus élevée que <i>S</i> après l'établissement sur le « <i>glide</i> » ou si l'avion ne décélère pas, sortir le train d'atterrissage. Il est également possible d'utiliser les aérofreins. L'équipage doit être alors conscient que l'utilisation des aérofreins entraîne une augmentation de VLS ; <input type="checkbox"/> localiser capturé, si l'avion est au dessus du glide, utiliser le mode V/S. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> l'avion est en « <i>conf 1</i> » ; <input type="checkbox"/> l'avion intercepte le glide à 3 820 ft QNH 1004 avec une vitesse de 217 kt et un taux de descente de - 1 500 ft/min environ ; <input type="checkbox"/> le PF sélectionne une vitesse de 207 kt puis 205 kt quelques secondes plus tard ; <input type="checkbox"/> peu avant le FAP, à environ 7 NM et à 3 000 ft, la vitesse de l'avion est en cours de stabilisation vers la vitesse sélectionnée 205 kt (<i>S</i>=197 kt).
<p>A 2 000 ft (minimum) :</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> sélectionner la « <i>conf 2</i> » ; <input type="checkbox"/> l'avion doit décélérer vers la vitesse <i>F</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> la composante de vent arrière est en augmentation de 15 kt vers 30 kt ; <input type="checkbox"/> le PF demande la sortie de la « <i>conf 2</i> » peu avant d'atteindre 2 000 ft ; <input type="checkbox"/> le PM rentre les aérofreins et sélectionne la « <i>conf 2</i> » à environ 1600 ft AGL.
<p>Quand la « <i>conf 2</i> » est sélectionnée :</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> sortir le train d'atterrissage. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> la composante de vent arrière atteint 29 kt ; <input type="checkbox"/> le PF sélectionne une vitesse de 180 kt.

	FCOM/FCTM	DONNEES CVR ET FDR
Quand le train est sorti :	<input type="checkbox"/> sélectionner la « conf 3 » ; <input type="checkbox"/> sélectionner la « conf FULL » ; <input type="checkbox"/> l'avion doit décélérer vers la vitesse Vapp.	<input type="checkbox"/> le PM sort le train d'atterrissage puis fait remarquer au PF que l'avion ne ralentit pas ; <input type="checkbox"/> entre 2000 ft et 1000 ft la vitesse de l'avion oscille entre 193 et 210 kt ⁽¹⁰⁾ .
A l'altitude de stabilisation : 1 000 ft en IMC	<input type="checkbox"/> l'avion doit être sur le plan de descente nominal (Glide Slope et Localizer) ; <input type="checkbox"/> Slope et Localizer) ; <input type="checkbox"/> l'avion est en configuration d'atterrissage ; <input type="checkbox"/> la poussée est stabilisée et maintient la vitesse d'approche ; Il n'a n'y a pas d'écart excessif des paramètres de vols suivants : <input type="checkbox"/> la vitesse est supérieure à Vapp -5 kt ou inférieure à Vapp +10 kt ; <input type="checkbox"/> l'assiette est inférieure à -2.5° ou supérieure +7.5° ; <input type="checkbox"/> l'angle de roulis n'est pas supérieur à 7° ; <input type="checkbox"/> la vitesse verticale n'est pas supérieure à 1 000 ft/min ; <input type="checkbox"/> la déviation LOC est inférieure à ¼ de point ; <input type="checkbox"/> la déviation GS est inférieure à 1 point.	<input type="checkbox"/> l'avion est sur le plan de descente nominal (Glide Slope et Localizer) ; <input type="checkbox"/> l'avion n'est pas en configuration atterrissage (conf 2 et train d'atterrissage sorti) ; <input type="checkbox"/> la poussée n'est pas stabilisée ; <input type="checkbox"/> la vitesse est supérieure de 57 kt à Vapp (198 kt) ; <input type="checkbox"/> l'assiette est de -4° ; <input type="checkbox"/> la vitesse verticale est 1 100 ft/min.
Entre 1 000 et 500 ft		<input type="checkbox"/> le PM demande au PF d'engager le mode managé à 950 ft RA ; <input type="checkbox"/> le PM sélectionne la « conf 3 » à 195 kt à environ 850 ft RA ft RA puis la « conf FULL » à 184 kt à 625 ft RA.

⁽¹⁰⁾ D'après le constructeur, le gradient de vent arrière peut être à l'origine de la faible décélération de l'avion.

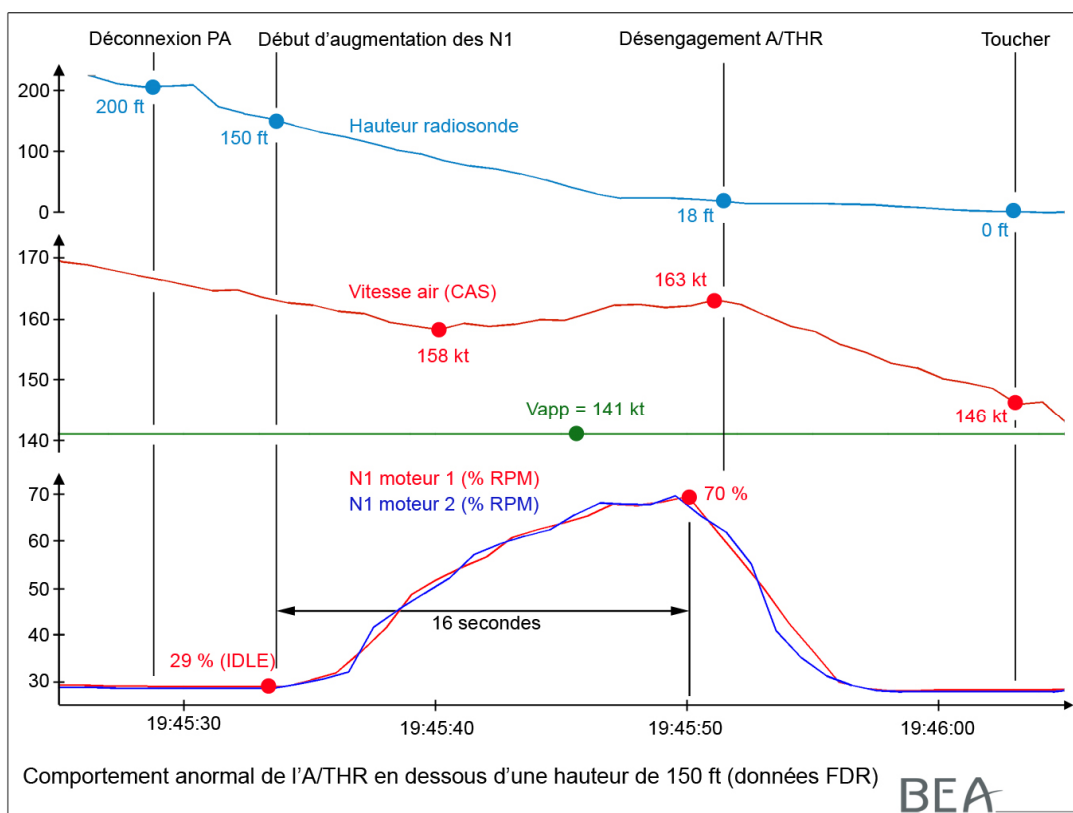
	FCOM/FCTM	DONNEES CVR ET FDR
A 500 ft	<input type="checkbox"/> l'avion doit être sur le plan de descente nominal (Glide Slope et Localizer) ; <input type="checkbox"/> Slope et Localizer) ; <input type="checkbox"/> l'avion est en configuration d'atterrissage ; <input type="checkbox"/> la poussée est stabilisée et maintient la vitesse d'approche. Il n'a n'y a pas d'écart excessif des paramètres de vols suivants : <input type="checkbox"/> la vitesse est supérieure à Vapp- 5 kt ou inférieure à Vapp +10 kt ; <input type="checkbox"/> l'assiette est comprise entre -2,5° et +7,5° ; <input type="checkbox"/> l'angle de roulis n'est pas supérieur à 7° ; <input type="checkbox"/> la vitesse verticale n'est pas supérieure à 1 000 ft/min ; <input type="checkbox"/> la déviation LOC est inférieure à ¼ de point ; <input type="checkbox"/> la déviation GS est inférieure à 1 point.	<input type="checkbox"/> l'avion est sur le plan de descente nominal (Glide Slope et Localizer) ; <input type="checkbox"/> l'avion est en configuration atterrissage (conf Full et train d'atterrissage sorti) ; <input type="checkbox"/> la poussée n'est pas stabilisée ; <input type="checkbox"/> la vitesse est supérieure de 38 kt à Vapp (179 kt) ; <input type="checkbox"/> l'assiette est de -4° ; <input type="checkbox"/> la vitesse verticale est 1 100 ft/min.
A 140 ft		<input type="checkbox"/> l'A/THR est toujours engagée et le régime N1 des moteurs, alors au ralenti (30 %), commence à augmenter.
A 60ft		<input type="checkbox"/> l'avion survole le seuil de piste avec une composante vent arrière est de 7 kt ; <input type="checkbox"/> la vitesse est de 160 kt.

1.11.2.3 Comportement de l'A/THR

Rappel : l'A/THR est engagée pendant toute la phase d'approche. La vitesse d'approche calculée par le FMGC est de 141 kt. Le pilote automatique est désengagé au passage des 200 ft de hauteur radiosonde.

Au passage des 150 ft de hauteur radiosonde, les N1 commencent à augmenter. La vitesse diminue jusqu'à 158 kt puis augmente à nouveau. Une quinzaine de secondes après le passage des 150 ft et le passage du seuil de piste, le régime des N1 atteint 70 % et la vitesse est de 163 kt.

Lors du passage des 18 ft de hauteur radiosonde, les manettes de commande de poussée sont positionnées dans le cran « IDLE » et l'A/THR se désengage. Les N1 diminuent vers 29 % (IDLE). L'avion a une vitesse de 146 kt au moment du toucher du train principal.



1.11.2.4 Arrondi

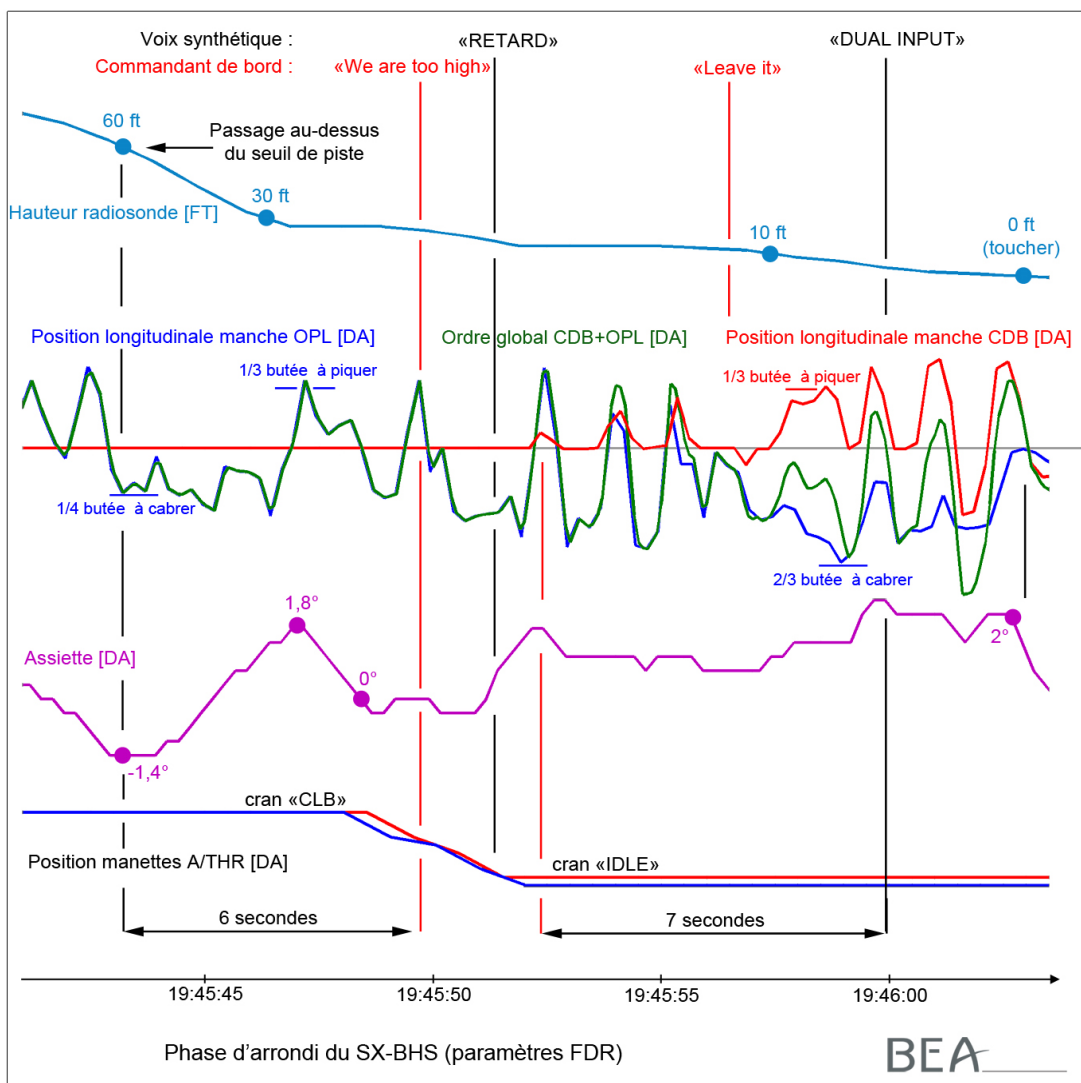
Au 60 ft de hauteur radiosonde, l'avion survole le seuil de piste. Le PF donne un ordre à cabrer maintenu au mini-manche (environ 1/4 butée). L'assiette passe de $-1,4^\circ$ à $1,8^\circ$. Pendant les deux secondes suivantes, le PF donne un ordre à piquer (1/3 butée) et l'avion reste stable à 23 ft de hauteur radiosonde. L'assiette est de 0° .

Environ trois secondes après le passage des 30 ft de hauteur radiosonde, l'avion est à 18 ft et le PF commence à ramener les manettes de commande de poussée vers le cran « IDLE ». Le Commandant de bord annonce : « *We are too high* » et le copilote répond « *yes* ». La voix synthétique annonce « *Twenty* » puis « *Retard* ». Le PF positionne les manettes dans le cran « IDLE » et l'A/THR se désengage.

Le Commandant de bord effectue trois actions successives à piquer (déflexions du mini-manche à 1,6°/1,9°/5,1°) tandis que le copilote alterne des ordres à cabrer et à piquer (déflexions comprises entre -10° et +8°). Le Commandant de bord annonce : « Leave it ». Aucune alarme « DUAL INPUT » n'est générée pendant ces actions simultanées car les conditions d'activation de l'alarme ne sont pas réunies.

Environ 13 secondes après le passage du seuil de piste, l'avion est à 10 ft au-dessus du sol. Le Commandant de bord donne un nouvel ordre à piquer tandis que le copilote maintient un ordre à cabrer. Une alarme « DUAL INPUT » est générée deux secondes plus tard, ce qui correspond au temps prévu de déclenchement (temps de confirmation et temps de calcul).

Le Commandant de bord dit à nouveau « Leave it ». Les pilotes continuent de donner des ordres opposés. L'ordre global résultant est principalement à cabrer jusqu'au toucher des roues environ 18 secondes après le passage du seuil.



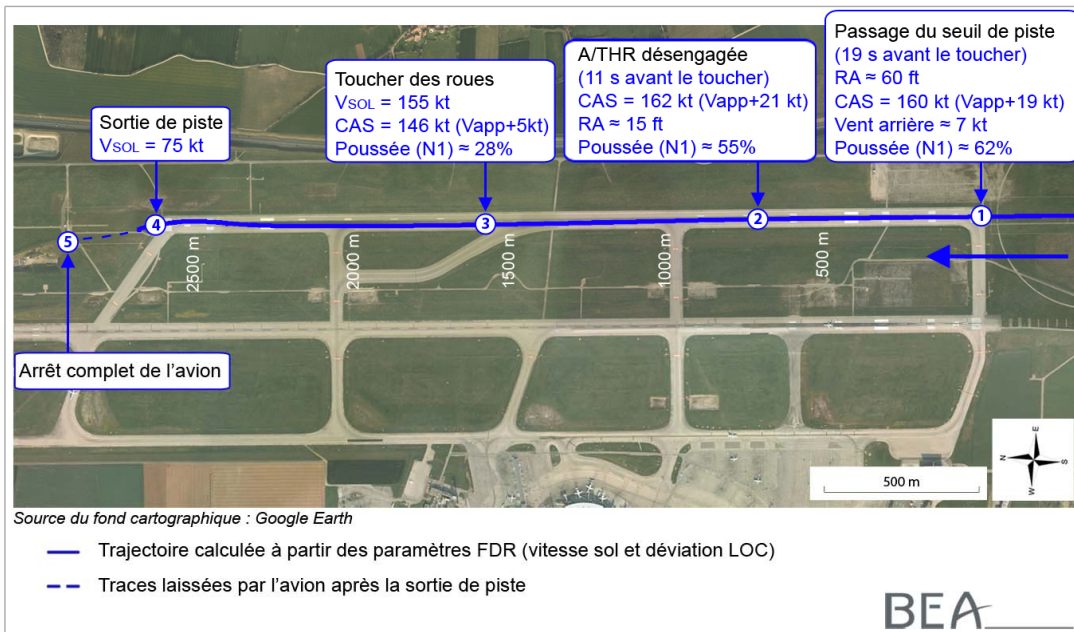
1.11.2.5 Calcul de la trajectoire après le passage du seuil de piste

Il est possible de calculer une trajectoire plus précise que celle obtenue avec les positions FMS enregistrées dans le FDR.

La trajectoire a été ainsi calculée à partir d'autres données FDR :

- la vitesse sol ;
- l'information de guidage « *Localizer* ».

La sortie de piste (N 45°44'06.43" E 5°05'30.70") est utilisée comme point de départ pour le calcul itératif qui permet de calculer les positions antérieures de l'avion.



Calcul de trajectoire à partir du passage du seuil de piste

- le toucher a lieu à environ 1600 mètres du seuil de piste ;
- l'avion sort longitudinalement en bout de piste avec une vitesse d'environ 75 kt.

1.12 Renseignements sur l'avion accidenté et sur l'impact

1.12.1 Examen du site

Après sa sortie longitudinale de piste, l'avion a poursuivi sa décélération sur une surface herbeuse plane. La trajectoire s'est incurvée vers la gauche. L'avion s'est arrêté après 308 mètres de roulement hors de la zone de servitude de la piste, par le travers des antennes ILS et à quelques dizaines de mètres d'une dépression topographique située entre les deux axes de pistes. Cette dépression artificielle était longue de 225 mètres, large de 80 mètres et profonde d'environ 15 mètres. Elle était utilisée en tant que champ de tir. A la suite de l'accident, elle a été comblée.



Source GTA



Source BEA

Photos prises après l'accident

1.12.2 Examen de l'avion accidenté

Les pneumatiques ne portent pas de trace de dommages indiquant un blocage de roues caractéristique du phénomène d'hydroplanage.

Les principaux dommages observés sur les moteurs sont localisés sur les premiers étages basse pression du compresseur et sont consécutifs à l'ingestion de débris et de terre lors du roulement sur la surface meuble alors que les inverseurs de poussée étaient déployés.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Des prélèvements sanguins ont été réalisés sur les deux membres de l'équipage de conduite. Aucune substance susceptible d'altérer leurs capacités n'a été mise en évidence.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Sans objet.

1.16 Essais et recherches

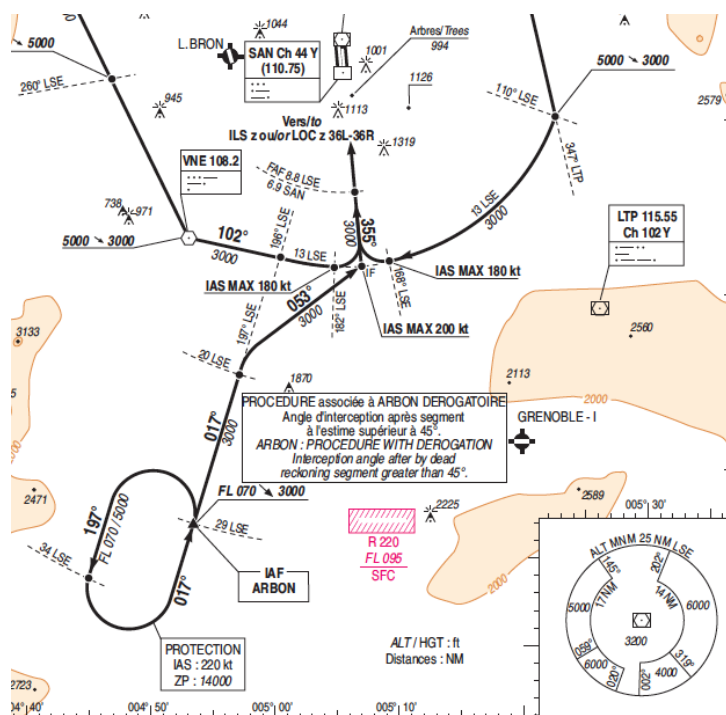
1.16.1 Services de la navigation aérienne

Les informations ci-après se basent sur le manuel d'exploitation Tour-Approche de Lyon Saint-Exupéry et sur l'entretien réalisé avec le responsable de la qualité de service du service de la navigation aérienne de l'aérodrome.

Approche ILS 36R Z (IAF ARBON) après une STAR MEZIN 1D

La fiche AD2 LFLL IAC 03 de l'AIP France décrit les trajectoires permettant de rejoindre l'axe d'approche depuis le repère d'approche initial ARBON après une STAR MEZIN 1D. Cette approche initiale est suivie d'une approche intermédiaire et finale ILS Z ou LOC 36 R (*annexe 4*).

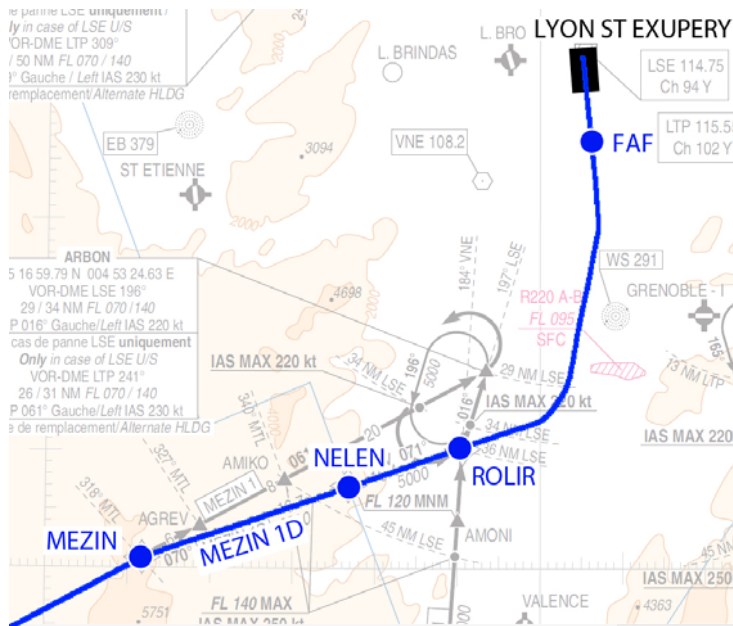
Le FAP utilisé lors d'une approche par ARBON (en guidage radar ou en procédure normale) est le FAP de l'approche ILS 36R Z situé à 6,9 NM / 3 000ft.



Note : Il existe aussi une approche ILS 36R Y dont le FAP est situé à 4 000 ft et 10 NM du seuil 36R et dont l'IAF est GOMET au sud est de l'aérodrome. La base de données enregistrée dans le FMS du SX-BHS le jour de l'accident ne comportait que l'approche ILS 36R Z. En effet, cette génération de FMS ne permet pas de disposer de deux approches ILS différentes sur la même piste.

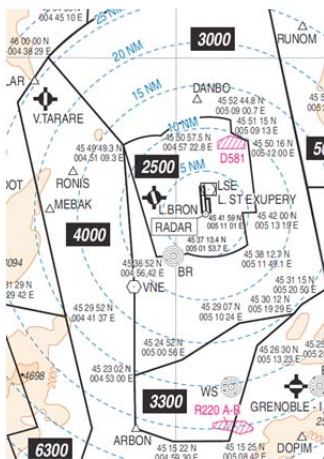
Guidage radar

A partir du point ROLIR, l'équipage du SX-BHS bénéficie d'un guidage radar.

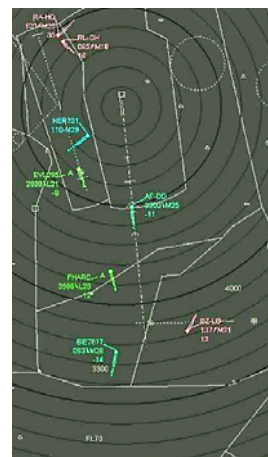


Approche MEZIN 1D / Guidage radar

Lors d'un guidage radar, le contrôleur autorise les équipages à descendre en tenant compte des planchers des différentes zones traversées (AMSR Altitudes Minimales de Sécurité Radar). Il visualise les zones AMSR sur son écran (IHM IRMA).



Zones AMSR (AIP)



Visualisation du contrôleur

Jusqu'à environ 15 NM du seuil de piste 36R, l'AMSR de la zone est de 3 300 ft. Lors de l'événement, dans cette zone le contrôleur a fourni une clairance de descente à 4 000 ft. Le service de la navigation aérienne indique qu'il pourrait donner une clairance de 3 300 ft mais préfère en général indiquer 4 000 ft pour qu'il n'y ait pas de confusion de la part des équipages (et éviter une descente à 3 000 ft).

Interception de l'axe d'approche finale - Palier IF-FAP

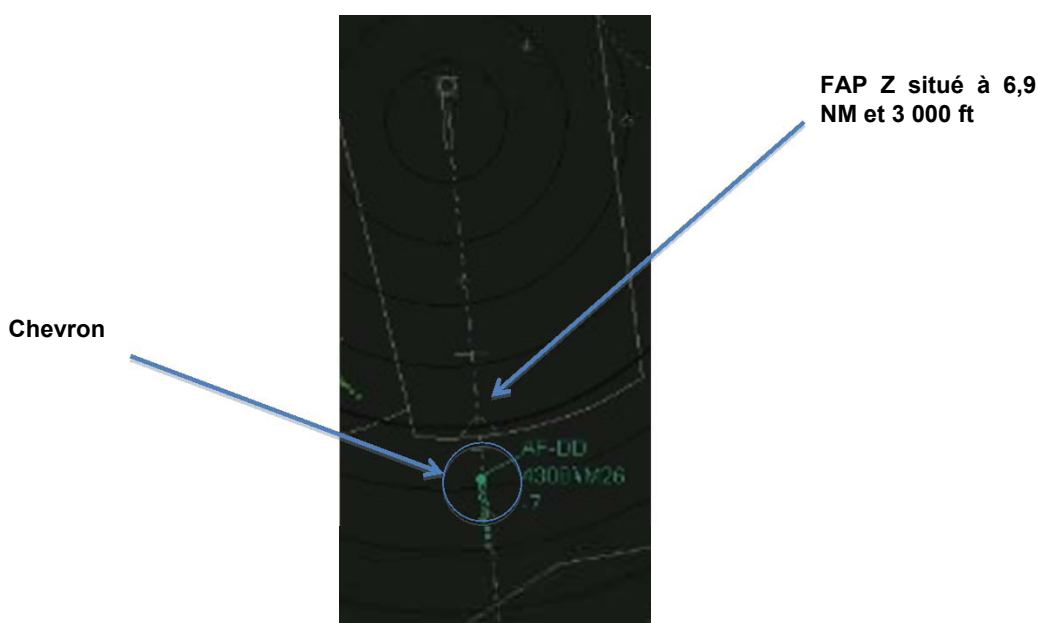
L'arrêté du 6 juillet 1992 relatif aux procédures pour les organismes rendant les services de la circulation aérienne aux aéronefs de la circulation aérienne générale (RCA / 3) mentionne :

- « 10.7.3.1 Les phases d'arrivée, d'approche initiale et d'approche intermédiaire d'une approche au radar vont du début du guidage radar qui doit amener l'aéronef en position pour l'approche finale jusqu'au moment où l'aéronef :
 - a) est prêt à commencer une approche au radar de surveillance ; ou
 - b) est transféré du contrôleur chargé de l'approche au radar de précision ; ou
 - c) est sur la trajectoire finale d'un moyen autre que le radar à l'aide duquel le pilote exécute lui-même l'approche finale ; ou
 - d) est autorisé à effectuer une approche à vue ».

Le manuel d'exploitation de Lyon mentionne également que :

- « Le contrôleur ITM, lorsqu'il délivre à un pilote le dernier cap radar de rejointe de l'axe d'approche finale, doit permettre à l'aéronef :
 - de rejoindre l'axe d'approche finale sous un angle maximal de 45 degrés ;
 - d'effectuer sur l'axe un palier d'au moins 30 secondes avant d'intercepter le plan de descente nominal.

Le contrôleur peut afficher les cartes statiques de visualisation de chevrons correspondant au type d'approche effectuée : l'interception avant le chevron garantit le palier de 30 secondes à la vitesse de 180 kt maximum ».



Visualisation IHM IRMA avec le chevron

Le service de la navigation aérienne indique que, dans la pratique, les pilotes recherchent une descente continue. Pour leur part, les contrôleurs ne cherchent pas systématiquement à guider l'avion vers un palier avant le FAP (l'avion précédent et celui de l'événement ne font pas de palier). L'annonce par le pilote qu'il est bien établi sur la trajectoire d'approche finale détermine la fin du guidage radar.

Consignes du manuel d'exploitation lorsque la procédure faible visibilité (LVP) est mise en œuvre

Définitions des LVP

Les LVP sont les procédures d'exploitation mises en œuvre sur un aérodrome afin de rendre possibles :

- les approches de précision de CAT II et CAT III ;
- les décollages par faible visibilité (DFV/LVTO) quand RVR < 400 m.

Les LVP sont mises en vigueur par le Chef de Tour au plus tôt quand la RVR passe sous 800 mètres ou quand le plafond passe sous 300 ft, et au plus tard quand RVR = 550 m ou plafond = 200 ft. En l'absence d'indication de plafond, c'est la hauteur de la base des nuages (HBN) qui est prise en compte pour le déclenchement des LVP.

Choix du mode d'exploitation des pistes en LVP

Seul le QFU 36 est autorisé en LVP à Lyon Saint-Exupéry. Le choix du mode d'exploitation des pistes est fait par le Chef de Tour en coordination avec le secteur LOC. Les modes autorisés en LVP sont :

- doublet de pistes spécialisées nominal : atterrissages en piste 36R, décollages en piste 36L ;
- piste unique banalisée 36L : atterrissages et décollages en piste 36L ;
- piste unique banalisée 36R, uniquement en cas d'impossibilité d'utilisation de la piste 36L : atterrissages et décollages en piste 36R.

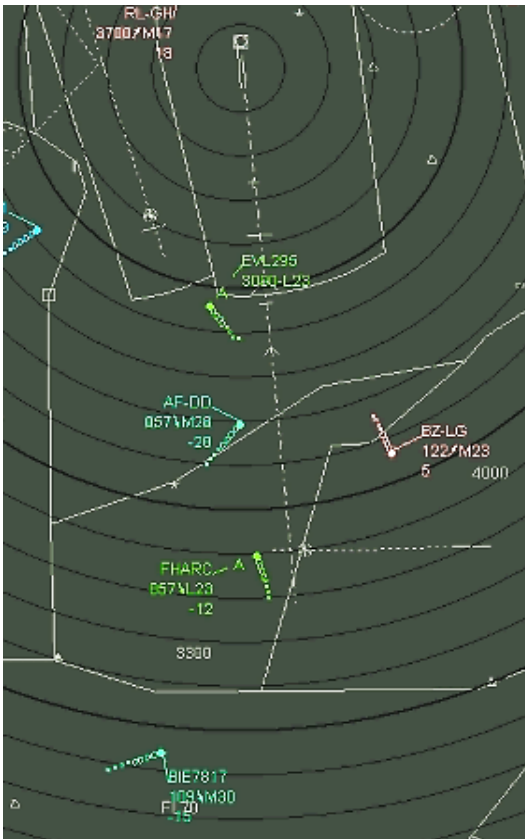
Quelles que soient les circonstances, le mode d'exploitation doublet inverse (décollages en piste 36R, atterrissages en piste 36L) est strictement interdit en LVP.

Le manuel d'exploitation indique également les actions à réaliser par le contrôleur ITM quand les LVP sont en vigueur :

- il affiche la carte statique par liste Axe ILS LVP 36R ou Axe ILS LVP 36L ;
- il assure aux aéronefs à destination de LFLL une interception du LOCALIZER au plus tard à 10 NM du seuil de piste (chevron LVP), avec une convergence maximale de 30° et à une vitesse maximum de 160 kt.

Le service de la navigation aérienne précise que la régulation en vitesse de cette procédure n'est pas utilisée pour une LVP de plafond. Cette procédure est utilisée lorsqu'il y a beaucoup de trafic.

Guidage radar du SX-BHS et de l'avion précédent (AF-DD)



- L'AF-DD est à 5 700 ft avec une vitesse de 280 kt (vitesse sol)

19:38:14 Lyon Radar vers AF-DD :
« Air France Delta deux fois, à gauche le cap 020 pour intercepter, ce sera bon pour la descente ? ».

19:38:19 AF-DD vers Lyon Radar : « Heu c'est bon pour Delta deux fois. On peut poursuivre vers 3 000 ? ».

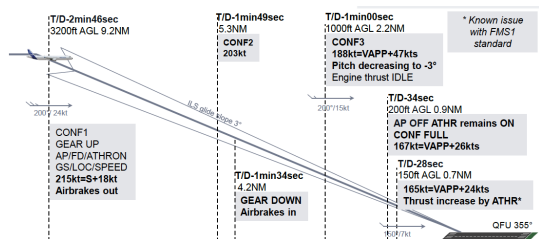
19:38:24 Lyon Radar vers AF-DD :
« Heu oui 3 000 si vous voulez ».

19:38:25 AF-DD vers Lyon Radar :
« Ouais 3 000 comme ça ce sera plus simple, merci ».

- Le SX-BHS (ind : BIE7817) est à 10 300 ft avec une vitesse de 290 kt (vitesse sol)

19:38:44 BIE7817 vers Lyon Radar :
« Lyon for Méditerranée seven eight one seven, requesting ten degrees to the left to avoid weather ».

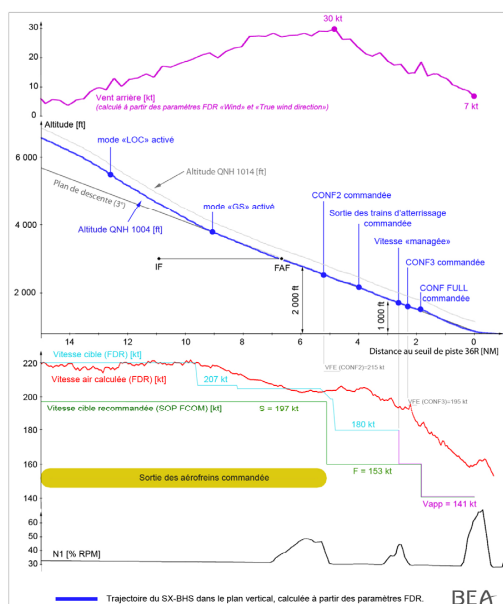
19:38:49 Lyon Radar vers BIE7817 :
« Méditerranée seven eight one seven, that's approved, descend five thousand feet ».



□ L'AF-DD est à 10 NM du seuil 36R, il est aligné sur le LOCALIZER à 4100 ft avec une vitesse sol de 250 kt (Radar). A cet instant, l'enregistrement QAR indique une vitesse CAS de 220 kt.

19:39:36 Lyon Radar vers AF-DD : « Air France Delta deux fois, je vous vois un peu rapide, vous me dites si vous voulez refaire une approche, on peut faire un truc rapidement ».

19:39:40 AF-DD vers Lyon Radar : « Air France Delta deux fois, ça va aller on sort le train ».



□ L'AF-DD passe le FAP (6,9 nm/ 3 000 ft) à 3 000 ft avec une vitesse sol de 220 kt (radar) (CAS=182 kt au QAR)

□ Le BIE7817 est à 22 nm du seuil à 8700 ft avec une vitesse de 270 kt en vitesse sol (radar) (CAS=227 kt au FDR)

19:40:09 BIE7817 vers Lyon Radar : « Lyon for Méditerranée seven eight one seven, can we intercept localizer with that heading? ».

19:40:14 Lyon Radar vers BIE7817 : « Seven eight one seven, that's approved, reduce speed two two zero knots ».

19:40:18 BIE7817 vers Lyon Radar : « Two two zero knots, we have already, Méditerranée seven eight one zero, clear for the approach runway three six right ».

19:40:24 Lyon Radar vers BIE7817 : « Seven eight one seven, descend four thousand feet and you're cleared ILS 36R right, leave four thousand feet on the glide ».

19:40:30 BIE7817 vers Lyon Radar : « Ok, four thousand, clear for the ILS and (leave them on) the glide, Méditerranée seven eight one seven ».

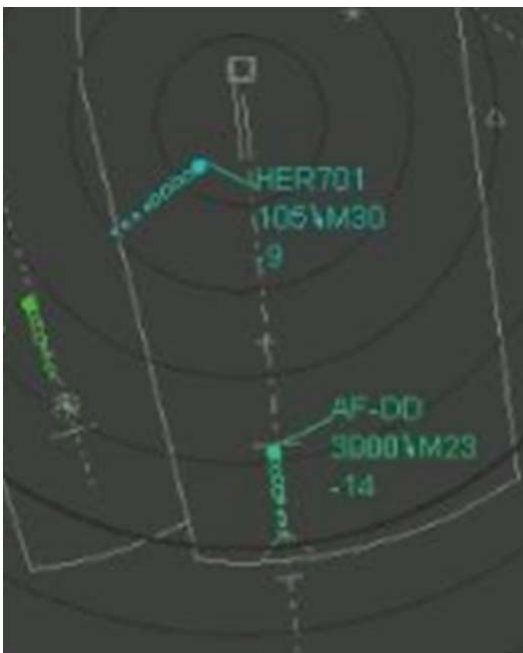
Les vols AF-DD et BIE7817 (SX-BHS) arrivent avec la même vitesse au passage des 10 NM (à la même altitude). L'AF-DD a réduit sa vitesse entre 10 NM et le FAP à 6,9 NM avec la sortie du train avant la sélection de la conf 2 alors que le vol BIE7817 garde sensiblement la même vitesse.



AF-DD - passage 10 NM
Radar : vitesse sol 250 kt
(CAS[FDR] = 220 kts, GS[FDR]=249 kt)



BIE7817- passage 10NM
Radar : vitesse sol 250 kt
(CAS[FDR] = 222 kts, GS[FDR]= 251 kt)



AF-DD - FAP (6,9 NM)
Radar : vitesse sol 220/230 kt (CAS[FDR] =182 kt, GS[FDR]=209 kt)



BIE7817 - passage FAP (6,9 NM)
Radar : vitesse sol 250 kt (CAS[FDR] = 206 kt, GS[FDR]=241 kt)

Réalisation des paliers entre IF et le FAP et gestion des vitesses lors des approches

Les contrôleurs expliquent que les pilotes demandent souvent de suivre le glide au plus tôt. Même guidés selon les règles, beaucoup d'entre eux se positionnent pour intercepter le glide en amont du FAP et faire une descente continue. Ils ajoutent que c'est une pratique subie par les services de la navigation aérienne, imposée par la pratique courante des équipages.

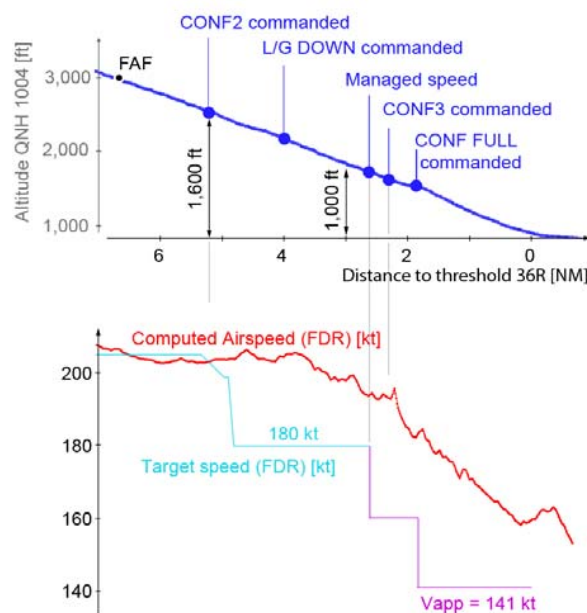
A Lyon, le service « *qualité de service* » explique sensibiliser régulièrement les contrôleurs sur la gestion des vitesses. Par ailleurs, la question des trente secondes de palier a fait l'objet d'un rappel depuis l'évènement.

1.16.2 Etude de la gestion de la vitesse en approche finale

Le constructeur a mené une étude sur la décélération de l'avion en approche finale en réalisant des calculs basés sur le modèle certifié de l'avion (aérodynamique, moteurs et lois de pilotage du pilote automatique).

Influence du gradient de vent arrière sur la décélération de l'avion

Lors de l'évènement, l'équipage, passant environ 2 400 ft QNH en descente (1 600 ft AAL), commande la mise en configuration « CONF2 ». Il sélectionne une vitesse cible de 180 kt mais la vitesse air (CAS) ne diminue pas et reste stable à environ 204 kt. L'équipage commande la sortie des trains 15 secondes plus tard, au passage des 1400 ft AAL. La CAS diminue et atteint 198 kt au passage des 1000 ft AAL. Durant cette séquence, l'avion est soumis à une forte diminution du vent arrière.



S'appuyant sur le modèle certifié de l'avion, le constructeur a estimé l'évolution de la vitesse air (CAS) en faisant l'hypothèse d'une sortie des trains simultanée au passage en configuration CONF2 :

- pour un vent arrière constant de 25 kt ;
- pour un vent arrière diminuant de 25 kt (2 400 ft QNH / 1 600 ft AAL) à 5 kt (au sol), similaire à la composante de vent arrière rencontrée par l'avion lors de l'évènement ;
- le passage en CONF3 est commandée lorsque l'avion atteint la VFE soit 195 kt.

Altitude (QNH)	Altitude (AAL)	Calcul 1 Vent arrière constant	Calcul 2 Vent arrière en diminution
2 400 ft	1 600 ft	CONF2 commandée Sortie des trains commandée CAS = 207 kt	
2 000 ft	1 200 ft	CONF3 commandée	-
1 800 ft	1 000 ft	CAS = 187 kt (Vapp + 45 kt)	CAS = 196 kt (Vapp + 54 kt)
	900 ft	-	CONF3 commandée
	800 ft	-	-
	500 ft	CAS = 161 kt	CAS = 174 kt

Les résultats des calculs montrent que dans les conditions de l'évènement, la diminution progressive du vent arrière pénalise plus la réduction de la vitesse air (CAS) de l'avion qu'un fort vent arrière constant. Ce résultat est principalement dû au fait que dans des conditions de vent constant la CONF 3 peut être engagée plus tôt.

Application des SOP et de la procédure de sortie des trains d'atterrissage

Lors de l'évènement, l'avion intercepte le plan de descente avec une vitesse de 218 kt (S+21 kt).

Les SOP (FCOM) indiquent qu'en cas de vitesse significativement supérieure à S lorsque l'avion est établi sur le plan de descente, les trains d'atterrissage doivent être sortis.

Les calculs de l'étude sont réalisés à partir des conditions similaires à celles de l'évènement :

- interception du plan de descente en configuration « CONF1 » avec une vitesse CAS de 218 kt ;
- forte composante de vent arrière (25 kt) puis diminution à partir du passage de 2400 ft QNH / 1600 ft AAL.

Les SOP utilisées pour le calcul sont :

- la gestion automatique de la vitesse (vitesse « managée ») ;
- la sortie des trains d'atterrissage à l'interception du plan de descente (car vitesse significativement supérieure à S) ;
- le passage des configurations successives (« CONF2 », « CONF3 », puis « FULL ») aux vitesses recommandées dans le FCTM.

Le calcul montre que dans des conditions similaires à celles de l'évènement, l'application des SOP permet à l'avion de passer :

- 1000 ft AAL avec une vitesse (CAS) de 151 kt (Vapp + 9 kt)**
- 500 ft AAL avec une vitesse (CAS) de 142 kt (Vapp + 1 kt)**

1.16.3 Etude du comportement de l'A/THR

1.16.3.1 Description de l'anomalie

L'anomalie concerne le calcul de poussée sur les avions équipés des anciens standards FMGC B398 et B546. Les modèles suivants sont concernés :

- A320 CFM
- A321 CFM/IAE
- A319 CFM/IAE

(Les A320 IAE ne sont pas concernés.)

Pour ces avions, si la vitesse de l'avion est supérieure de plus de 10kt à la vitesse cible, la poussée cible calculée par le FMGC est erronée entre 150ft et 50ft de hauteur radiosonde et s'avère supérieure à la poussée nécessaire.

Ce dysfonctionnement provoque une augmentation de la poussée au fur et à mesure que l'avion s'approche du sol alors qu'une réduction s'impose puisque la vitesse est supérieure de 10 kt à la vitesse cible.

1.16.3.2 Evaluation de la contribution du comportement de l'ATHR

L'étude de la contribution du comportement de l'autopoussée s'est concentrée sur la partie finale de l'approche juste avant l'augmentation de poussée à partir de 150ft radiosonde.

La garantie des conditions initiales identiques pour chaque scénario a été assurée par un vent arrière fixé à 7kt (correspondant au vent calculé de l'événement en entrée de la phase d'arrondi).

L'ancien standard FMGC est simulé en injectant dans le simulateur le profil d'augmentation des N1 de l'événement au passage de 150 ft de hauteur radiosonde.

Contribution de l'anomalie sur la phase air

La phase air étudiée débute à l'instant où les N1 augmentent au passage des 150 ft radiosonde. Elle se termine au toucher des roues.

de 150 ft à 50 ft de hauteur radiosonde :

Des calculs ont été effectués par le constructeur pour tenter de reproduire l'événement en donnant les mêmes ordres aux mini-manches tout en simulant la poussée calculée par le nouveau standard FMGC. Ces calculs ont été comparés avec les données FDR de l'événement.

Les résultats montrent que l'augmentation du régime des N1 contribue à une augmentation de 5 kt de la vitesse conventionnelle au passage des 50 ft de hauteur radiosonde. Une augmentation de la vitesse verticale de descente de l'ordre de 300 ft/mn est également observée.

de 50 ft de hauteur radiosonde au toucher des roues :

La phase d'arrondi est une phase très dynamique durant laquelle le pilote ajuste constamment l'assiette et la vitesse verticale de l'avion en fonction de la réponse de l'avion.

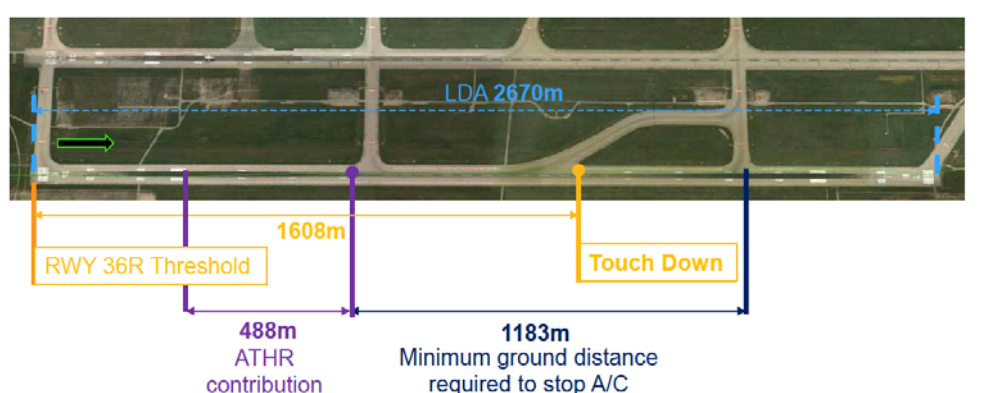
Des essais sur simulateur ont été réalisés chez le constructeur avec l'Officier de Sécurité d'Hermes Airlines, un pilote du BEA et un pilote d'essai Airbus.

L'objectif était d'évaluer la contribution de l'augmentation des N1 dans la phase d'arrondi pour une technique d'arrondi standard. Plusieurs techniques de réduction de l'ATHR (positionnement des manettes de commande de poussée sur IDLE) ont été testées.

En appliquant une technique d'arrondi standard et une réduction de l'A/THR au plus tard à 20ft avec l'ancien standard FMGC, on obtient :

- ❑ la distance entre le passage des 50 ft et le point de toucher est majorée d'environ +500 mètres ;
- ❑ la vitesse conventionnelle (CAS) au toucher est majorée de +4 à +6 kt.

Une illustration est donnée ci-dessous :



Source Airbus

Contribution de l'anomalie de l'A/THR sur l'allongement de la phase air dans le cas le plus défavorable (source Airbus)

Contribution de l'anomalie sur la distance de roulement

Les simulations du constructeur ont cherché à évaluer la contribution de l'augmentation des N1 (ancien standard FMGC) sur la vitesse et l'assiette au toucher dans le cas d'une technique d'arrondi standard.

Les hypothèses pour le calcul sont les conditions suivantes :

- ❑ masse et centrage de l'évènement ;
- ❑ piste mouillée WET ;
- ❑ utilisation des inverseurs des poussée ;
- ❑ freinage : Max braking.

	Vair (toucher)	Vsol (toucher)	Assiette (toucher)	Distance roulement
Simu 1 (nouveau standard FMGC)	150 kt	162 kt	4.4°	1 316 mètres
Simu 3 (ancien standard FMGC)	159 kt	169 kt	-1°	1 401 mètres

Dans cet exemple, la distance de roulement est majorée de + 85 mètres dans le cas de l'ancien standard FMGC et d'une technique standard d'arrondi.

1.16.4 Arrondi

La technique de pilotage à l'arrondi a été comparée avec celles des deux atterrissages précédents à partir des données enregistrées au FDR. Lors de l'atterrissage à Agadir, le copilote effectue un toucher à 900 mètres, sans que l'ATHR n'ait contribué à cet arrondi long. Lors des deux atterrissages précédents, le copilote et le Commandant de bord commencent à positionner les manettes de commande de poussée sur « IDLE » après l'annonce « RETARD ».

1.16.5 Evaluation de l'état de la piste

La piste était annoncée « WET » par l'ATIS. Le BEA a demandé au constructeur d'estimer plus précisément l'état de glissance à partir des données de l'atterrissage enregistrées au FDR.

Les résultats montrent que le niveau de décélération de l'événement (freinage proche du maximum) était situé entre ceux obtenus par calculs pour un état de piste DRY et WET en prenant l'hypothèse d'un freinage maximum.

L'état de piste le jour de l'événement est évalué à WET.

1.16.6 Calcul des distances d'atterrissage requises (RLD et FOLD)

La vitesse d'approche recommandée dans les procédures (SOP) est VREF + 5 kt en configuration FULL pour un atterrissage avec l'A/THR engagée.

La distance d'atterrissage légale RLD⁽¹¹⁾ (Required Landing Distance) sert pour le calcul à l'agent chargé de la préparation du vol. La FOLD⁽¹²⁾ (Factored Operational Landing Distance) est la référence pour le calcul réalisé en vol.

Le constructeur a calculé la RLD et la FOLD à partir en particulier des hypothèses suivantes :

Etat de la piste (ATIS)	WET
Masse	71,8 T
Configuration	FULL
Vitesse	Vapp = VREF + 5 kt
Freinage	Maximal manuel
Reverses	Max Rev appliqué au toucher

Lors de l'événement, le vent arrière est de 7 kt arrière lors du passage des 50 ft de hauteur radiosonde. Deux cas ont donc été envisagés pour les calculs :

Vent arrière	RLD	FOLD
0 kt	1 833 m	1 734 m
10 kt	2 127 m	2 064 m

Les résultats montrent qu'avec la vitesse d'approche recommandée dans les SOP, la distance d'atterrissage calculée (FOLD de 1734 à 2064 m) est inférieure à la distance d'atterrissage disponible (LDA) de 2670 m de la piste 36R.

⁽¹¹⁾La RLD est basée sur la distance d'atterrissage réelle ALD (Actual Landing Distance) augmentée d'une marge. L'ALD correspond à la distance entre le passage des 50 ft et l'arrêt complet de l'avion et s'appuie en partie sur des résultats d'essais en vol.

⁽¹²⁾Les corrections de température et de pente de piste sont prises en compte dans le calcul de la FOLD, contrairement à l'ALD ou à la RLD.

1.16.7 Distance de roulement lors de l'atterrissage

Le constructeur a effectué un calcul de distance de roulement à partir du modèle de performance certifié de l'avion et des hypothèses suivantes :

- conditions initiales du toucher de l'événement (vitesse, moteurs, séquence de déploiement des aérofreins et des reverses) ;
- freinage maximal ;
- état de la piste entre WET et Dry ;
- reverse max jusqu'à 70 kt.

La distance de roulement calculée dans les conditions initiales du toucher de l'événement, et avec une utilisation optimale des moyens de décélération au sol est de 1 183 mètres sur une piste mouillée. L'avion serait sorti de piste à 56 kt dans ces conditions.

Cette vitesse est inférieure à la vitesse de sortie de piste de l'événement (75 kt). Ceci s'explique par le fait que le freinage appliqué par l'équipage n'a pas été maximal (freinage dissymétrique, relâchement transitoire).

1.16.8 Examens du système de freinage du SX-BHS

Les examens réalisés n'ont révélé aucun dysfonctionnement du BSCU (Braking System Control Unit) ni des blocs freins.

1.16.9 Description du système ROW/ROPS

Le ROPS (Runway Overrun Prevention System) est un système qui aide le pilote durant les phases d'approche et de roulage pour éviter une sortie de piste. Ce système comprend :

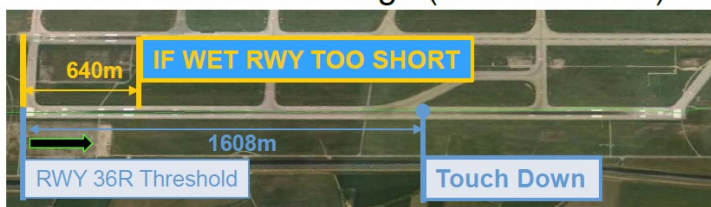
- le ROW (Runway Overrun Warning), fonctionnant en vol, qui alerte le pilote ;
- le ROP (Runway end Overrun Protection), fonctionnant au roulage, qui alerte le pilote et aide au freinage.

Le ROW calcule en temps réel les distances d'atterrissage pour les états de piste DRY et WET, en fonction de la position et de l'énergie actuelle de l'avion. Il alerte l'équipage en cas de prédiction de sortie de piste :

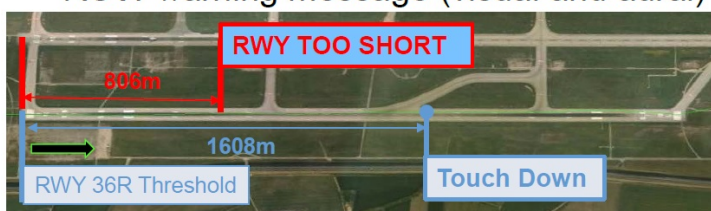
- si le calcul pour un état de piste WET est supérieur à la distance disponible, le système affiche « *IF WET : RWY TOO SHORT* » au PFD ;
- si le calcul pour un état de piste DRY est supérieur à la distance disponible, le système affiche « *RWY TOO SHORT* » au PFD. De plus, une annonce vocale « *RUNWAY TOO SHORT* » est déclenchée en boucle en dessous de 200 ft.

Le ROP calcule la distance de roulage restante. Si la décélération n'est pas suffisante, le système affiche « MAX REVERSE » au PFD et applique automatiquement le freinage maximal si l'autobrake est engagé. De plus, une annonce vocale « MAX REVERSE » est répétée en boucle si les manettes de commande de poussée ne sont pas sur REV MAX.

ROW caution message (visual on PFD)



ROW warning message (visual and aural)



Source Airbus

Le SX-BHS n'était pas équipé de ce système. L'ancien standard du FMGC qui équipe cet avion ne permet pas son installation.

Simulation du système ROW/ROPS pour l'événement

L'objectif des simulations était de déterminer si le système ROW/ROPS aurait alerté l'équipage dans le cas de l'événement.

Deux essais ont été réalisés. A chaque fois, le pilote a maintenu une assiette élevée pendant l'arrondi pour parcourir une distance proche de celle de l'événement (1 600 mètres).

		ROW		ROP	
	Temps (50 ft -> toucher)	Distance (50 ft -> toucher)	« IF WET : RWY TOO SHORT »	« RUNWAY TOO SHORT »	« MAX REVERSE »
Simu A	16,4 s	1 409 m	RA=15 ft	RA =10 ft	5 secondes après le toucher
Simu B	21,8 s	1 846 m	RA=20 ft	RA = 15 ft	1 seconde après le toucher

Dans les deux simulations, le système a affiché « IF WET : RWY TOO SHORT » pendant l'arrondi, puis « RUNWAY TOO SHORT ». L'alerte audio a annoncé « RUNWAY TOO SHORT! ». Le ROP s'est activé après le toucher.

Les simulations indiquent que lors de l'évènement, le ROW aurait averti l'équipage pendant l'arrondi et le ROP se serait activé après le toucher.

1.16.10 Evaluation des performances de l'équipage

1.16.10.1 Méthode utilisée

Manuel d'Evidence-Based Training (EBT) (annexe 5)

Depuis avril 2013, l'OACI propose des critères d'évaluation de la performance d'un équipage dans la part II, annexe 1 « *Core competencies and behavioural indicators* » de la documentation Doc 9995 AN/497 de l'OACI « *Manual of Evidence-based Training* ».

Cette documentation propose des définitions de chaque compétence constitutive de la performance d'un équipage, et se fonde sur un certain nombre d'indicateurs comportementaux observables.

Le BEA a utilisé cette méthodologie et identifié ces indicateurs en se fondant sur les témoignages de l'équipage, l'écoute du CVR, les données du FDR ainsi que l'ensemble de la documentation de la compagnie et du constructeur.

L'enquête s'est notamment intéressée aux critères techniques suivants :

- la capacité de l'équipage à mettre en application des procédures (briefings, procédures et checklists, annonces) ;
- la qualité du pilotage en mode manuel et en mode automatique ;
- les connaissances à la fois théoriques et procédurales.

Elle s'est également intéressée aux critères CRM suivants :

- la conscience de la situation ;
- la capacité de communication ;
- le leadership et le travail en équipage ;
- la capacité de résolution de problème et les processus de décision ;
- la gestion de la charge de travail.

Note : Le critère « connaissances » n'appartient pas formellement aux critères retenus par l'OACI. Néanmoins, ce critère faisant l'objet d'une évaluation spécifique par le constructeur et les compagnies majeures, le BEA a jugé également approprié de le rajouter à la liste des critères techniques évalués.

1.16.10.2 Critères techniques

Application des procédures (Source : *Manual of EBT Part II - App1-1*)

Définition : « *Il est attendu que l'équipage identifie et applique les procédures de façon conforme aux procédures de l'exploitant, à la réglementation en vigueur, en faisant preuve des connaissances adéquates à chaque phase de vol.* ».

Préparation de l'approche

Il est attendu d'un équipage qu'il effectue un briefing selon une méthode faisant ressortir les points clefs à la fois de l'approche et des particularités du jour, notamment la météorologie, les infrastructures et son état de fatigue éventuel. Pour le contrôle des trajectoires, il est notamment prévu qu'un des deux pilotes lise les insertions du FMGS et que l'autre vérifie leur conformité à la documentation adéquate (carte utilisée). Le briefing doit ensuite permettre à l'équipage de décider des stratégies opérationnelles à mettre en place pour répondre de façon sûre et efficace aux particularités (menaces) du jour.

Avant de débiter son approche, l'équipage est conscient qu'il n'est pas qualifié pour les approches CAT III. Il a pris connaissances des conditions de visibilité et de plafond marginales. Il sait que le vent au sol a une composante arrière et que la piste est mouillée.

L'écoute du CVR indique que, dans son briefing, le PF décrit les trajectoires telles qu'elles apparaissent sur la fiche Jeppesen et semble se référer à la carte d'approche de l'ILS 36R Y. L'équipage n'a cependant pas de réflexion sur le choix de l'approche ILS 36R Y plutôt que l'ILS 36R Z. La lecture des fiches par le PF s'effectue sans que le PM n'effectue de vérification croisée avec le FMGS alors que ce dernier ne propose que l'approche ILS 36R Z.

Les conditions météorologiques marginales connues (plafond/visibilité) ne font pas l'objet de commentaires particuliers. L'équipage n'évoque pas l'utilisation des automatismes, la technique de remise de gaz ni le choix de la hauteur de stabilisation. Après l'écoute de l'ATIS, le PF émet un doute réel sur la faisabilité de l'approche en CAT I en raison de la visibilité. Ce doute n'est pas partagé par le PM :

- « 19 h 20 min 37,821 PF: *That's foggy yeah, and we are in the limits, four hundred meters, the limits for the CAT two*
19 h 20 min 47,186 PM: *what is the visibility?*
19 h 20 min 48,789 PF: *Heu... the visibility, four hundred meters*
19 h 20 min 52,216 PM: *We don't care about visibility, we care about the R V R*
19 h 20 min 54,242 PF: *RVR sorry, yes* ».

L'équipage n'évoque pas le dégagement éventuel, ni le temps d'attente. Il ne mentionne pas les distances d'atterrissage sur piste mouillée, en rapport avec la longueur de piste, la masse de l'avion proche de la masse maximale à l'atterrissage (MLW) et le vent arrière au sol. Aucune mention n'est faite de la fatigue possible après un temps de service proche de 15 heures.

Procédures d'approche de précision

L'équipage applique partiellement les procédures lors de la descente et de l'approche intermédiaire. Les consignes d'altitude et de vitesse ATC sont respectées. La check-list « *approche* » est normalement effectuée. L'équipage engage le dégivrage des moteurs et évite les masses nuageuses. Il demande des altérations de cap au contrôleur à l'initiative du PM qui indique dans son témoignage agir de lui-même sur le sélecteur de cap ; cette tâche est normalement dévolue au PF.

L'équipage sait qu'il est initialement au-dessus du plan de descente de l'ILS. Il est attendu qu'en phase de rapprochement du sol, il applique la procédure « *intercept Glide slope from above* », qui prévoit d'armer le G/S, d'effectuer un palier, de configurer l'avion en séquence en décélération et, ensuite, d'afficher un vario de l'ordre de 2000 ft/mn pour augmenter la pente.

Il choisit de garder une vitesse élevée en lisse, puis en configuration 1 et de sortir les aérofreins pour augmenter le taux de descente.

Le réglage des altimètres⁽¹³⁾ est erroné d'environ 300 ft ; l'erreur de calage reste non détectée jusqu'à l'atterrissage.

⁽¹³⁾Le PF, écoute et note l'ATIS- la valeur du QNH est 1004, le PM collationne à l'ATC un QNH des 1004 puis indique verbalement au copilote une valeur de QNH de 1014. Cette valeur erronée fournie par le PM n'est pas comparée par le PF à la valeur qu'il a notée lors de l'écoute de l'ATIS.

Lors de l'approche finale, conformément aux procédures, l'interception de l'axe du Localizer s'effectue en configuration 1 et les annonces standard du FMA sont normalement effectuées. En revanche, la vitesse (S+20) est élevée et ne régresse pas jusqu'à l'interception du plan de descente (Glide Slope)

A partir de 2 000 ft, l'équipage s'interroge sur la vitesse élevée « *Look, we cannot reduce speed* ». Néanmoins, ces écarts de vitesse ne font pas l'objet des annonces de déviations attendues et n'entraînent pas d'action correctrice.

Lors du passage des 1 000 ft, il est attendu que l'avion soit établi en configuration finale à une vitesse proche de la Vapp. La procédure prévoit que l'équipage annonce les déviations et interrompe l'approche si les actions correctrices pour revenir vers la cible sont trop importantes.

A 1 000 ft, l'avion est toujours en configuration 2. La vitesse est Vapp +57 kt et l'assiette -4°. Ces écarts ne sont pas annoncés et n'entraînent pas d'actions correctrices. Le PM demande au PF de passer en mode managé.

Les SOP prévoient la réduction de poussée autour de 30 ft. On observe que la réduction de l'A/THR est effective après l'annonce de rappel « *RETARD* » à 20ft. La phase d'arrondi est anormalement longue. Le PM agit sur les commandes et annonce à plusieurs reprises « *leave it* ». La procédure de prise de priorité n'est pas effectuée.

Procédure d'urgence « évacuation »

Après la sortie de piste, dès l'arrêt de l'avion, il est attendu que l'équipage applique sans tarder les premières actions de la procédure d'évacuation d'urgence afin de sécuriser l'avion et permettre l'accès des secours.

L'écoute du CVR indique que l'équipage semble choqué et n'applique pas la procédure. Il engage initialement des discussions non opérationnelles au sujet de la sortie de piste. Le CDB communique avec l'ATC et la cabine, le copilote apparaît « *hors de la boucle* ». Les moteurs continuent de tourner pendant deux minutes jusqu'à ce que le contrôleur demande à l'équipage s'il les a coupés.

Répartition des tâches

Il est attendu particulièrement en phase d'approche et d'atterrissage que les deux membres d'équipage maintiennent une surveillance efficace de nature à développer une conscience de la situation partagée et adéquate. Notamment :

- le PF est en charge d'agir et de contrôler la trajectoire de l'avion en adéquation avec un projet d'action opérationnel (briefing). Il s'assure de la surveillance de la trajectoire ;*
- le PM agit sur ordre du PF, effectue des tâches prévues dans les SOP, notamment la surveillance des paramètres de vol, et les communications avec l'ATC.*

L'écoute du CVR et les témoignages de l'équipage font apparaître que la répartition des tâches lors de la descente différait des procédures. Suite aux nombreux doutes verbalisés par le PF sur la façon de conduire l'approche, le PM a effectué à plusieurs reprises des tâches incombant au PF :

- il a décidé et effectué directement des altérations de cap afin d'éviter les masses nuageuses ;
- il a indiqué au PF de garder une vitesse élevée et un fort taux de descente pour intercepter le G/S ;
- il a demandé la majorité des changements de configuration (volets et aérofreins) ;
- il a pris l'initiative des check-lists.

En revanche, il a effectué partiellement les tâches dévolues au PM. Les annonces d'écart de configuration et de vitesse n'ont pas été faites.

Connaissances (Source : Airbus technical competencies)

Définition : « Il est attendu que les membres d'équipage connaissent et comprennent les informations pertinentes, les procédures opérationnelles, le fonctionnement des systèmes avion et l'environnement opérationnel ».

L'entretien avec le PF indique qu'il possédait des connaissances lacunaires sur certains systèmes de l'avion et certaines procédures. Il semblait ne pas connaître :

- la procédure de rattrapage de plan par le haut avec le mode V/S ;
- la signification des vitesses caractéristiques (Green Dot, S et F) ;
- la valeur des écarts à annoncer en finale (vitesse, vitesse verticale, assiette) ;
- les critères de stabilisation.

Il n'était pas en mesure d'explicitier les choix des valeurs de vitesse cibles sélectionnées lors de l'approche.

L'entretien avec le PM indique qu'il avait une connaissance erronée des critères de stabilisation en vitesse, d'interruption de l'approche et de la procédure d'évacuation d'urgence.

Pilotage (Source : Manual of EBT part II - App1-2)

Définition : « Il est attendu que l'équipage assure le contrôle de la trajectoire via les automatismes ou le pilotage manuel et qu'il sache utiliser le FMGS de façon appropriée ».

Lors de l'approche initiale et intermédiaire, la gestion de l'énergie et des automatismes n'a pas permis de stabiliser l'avion à 1 000 ft.

Le mode managé de l'A/THR a été utilisé trop tardivement (900 ft RA) pour permettre une réduction efficace de la vitesse avant le passage des 50 ft. En l'absence d'une contrainte de vitesse particulière imposée sur l'ILS par le contrôleur, les SOP prévoient l'utilisation du mode managé.

Lors du passage des 150 ft RA, l'équipage n'a pas établi de relation entre l'augmentation des N1 (de 30 % vers 70 %) et les paramètres assiette, poussée et vitesse.

Lors de la phase d'arrondi, les données du FDR montrent des actions importantes au mini-manche du PF. Huit secondes après le passage des 50 ft (temps d'un arrondi normal), le PM a commencé à agir sur les commandes. Pendant dix secondes, le pilotage est resté double, et une assiette excessive a maintenu l'avion en vol. Malgré le déclenchement de l'alarme « DUAL INPUT » le double pilotage a continué jusqu'au toucher des roues.

Après le toucher des roues, on observe une action énergique et adaptée de l'équipage qui applique le freinage maximum et sort les inverseurs de poussée jusqu'à l'immobilisation de l'avion.

1.16.10.3 Critères non techniques (CRM)

Conscience de la situation (Source : Manual of EBT Part II - App1-4)

Définition : « Il est attendu que l'équipage perçoive et comprenne l'ensemble des informations pertinentes disponibles et anticipe les facteurs pouvant affecter la conduite du vol ».

Avant de débiter l'approche, l'équipage avait connaissance de conditions météorologiques proches des minima via l'ATIS (visi 400 m, nuages à 100 ft). Il savait que l'avion était lourd, que la longueur de piste était de 2 700 mètres, qu'elle était mouillée et qu'une tendance de vent arrière était présente au sol. Ces éléments n'ont pas incité l'équipage à définir une stratégie adaptée, anticipant la configuration de l'avion, la nécessité d'un point de toucher précis et la préparation à l'approche interrompue. Ceci pourrait indiquer qu'à ce stade du vol, il n'avait pas une conscience suffisante de la situation.

L'écoute des conversations du CVR et l'analyse des données FDR semblent indiquer une certaine fatigue. Aucun des deux pilotes n'en a pourtant fait explicitement mention. De fait, aucune stratégie particulière n'a été mise en place pour y remédier.

L'équipage n'a pas réalisé que la présence d'une composante de vent arrière au sol pouvait être associée à celle d'un vent plus fort en finale. Ainsi, il ne s'est pas rendu compte que ses difficultés à réduire la vitesse étaient liées à un fort vent arrière. Il n'a d'ailleurs pas cherché à confirmer la valeur du vent sur le ND. Les échanges entre l'ATC et l'avion d'Air France qui le précédait dans les mêmes conditions auraient pu l'alerter et changer sa conscience de situation mais ils ont été faits en français, langue que l'équipage ne comprend pas.

L'équipage n'a pas réalisé l'erreur de calage altimétrique. Il pensait voler plus haut que la hauteur réelle de l'avion. En conséquence, il n'a sans doute pas bien compris le temps qui lui restait avant l'atterrissage.

L'absence d'annonces automatiques et d'annonces du PM du passage des altitudes caractéristiques (1 000 ft et minimum) n'a pas permis à l'équipage de rétablir une bonne conscience de la situation.

Lors du passage des 50 ft, l'équipage a observé des bancs de brouillard en bout de piste. Il n'a pas perçu la présence du balisage axial sur les 900 derniers mètres (alternance des balises rouges blanches). L'annonce du PM « *We are too high* » et son action sur le manche huit secondes après le début de l'arrondi tendent à montrer qu'à cet instant, il a pris conscience que cette phase était anormalement longue⁽¹⁴⁾. Le témoignage du Commandant de bord suggère qu'à cet instant il n'a pas encore réalisé que la distance de piste restante était courte.

Le PF explique qu'il a entendu le message du PM « *Leave it* » ainsi que l'alarme « *DUAL INPUT* » et compris que le PM agissait sur le mini-manche. Il a cependant maintenu ses actions à cabrer jusqu'au toucher des roues. Ceci indique qu'aucun des deux membres d'équipage n'avait conscience des conséquences du double pilotage, notamment sur la distance d'atterrissage.

⁽¹⁴⁾Les essais sur simulateur montrent que la durée constatée entre le passage des 50 ft et le toucher pour un atterrissage dans les mêmes conditions avec une technique d'atterrissage standard est d'environ 7 à 8 secondes.

Après la sortie de piste, l'avion s'est trouvé dans le brouillard et l'ATC n'a pu initialement le localiser. Le CVR et les paramètres du FDR indiquent que les premières actions (items) de la procédure d'urgence d'évacuation n'ont pas été effectuées par l'équipage, encore sous le choc de l'accident. Celui-ci n'a notamment pas pensé à éteindre les moteurs et a démarré l'APU. L'évaluation du risque encouru par l'avion semble donc avoir été incomplète et a retardé l'action des pompiers. Le CDB a considéré lors de l'entretien que pendant et après l'événement, il n'y avait aucun risque à ne pas effectuer la procédure d'évacuation de l'avion.

Les actions ou omissions de l'équipage lors des différentes phases de l'approche et de l'atterrissage montrent qu'il n'a pas été en mesure de se faire une représentation mentale adéquate de la situation rencontrée.

Capacités de Communication (Source : Manual of EBT Part II - App1-1)

Définition : « *Il est attendu que l'équipage fasse preuve d'une capacité de communication efficace, tant par oral que de façon non verbale et par écrit dans des situations normales et anormales* ».

Note : La seule écoute du CVR ne permet pas d'analyser les communications non verbales.

Les deux membres d'équipage n'ont pas de langue native commune, et aucun des deux n'est d'origine anglo-saxonne. Le CDB a néanmoins une expérience importante de la pratique de l'anglais aéronautique. Ce n'était pas le cas du copilote PF qui effectuait des vols en ligne depuis seulement six mois.

Lors de cet événement, le copilote a semblé éprouver certaines difficultés à comprendre la langue anglaise. Six mois après son lâcher en ligne, sur les étapes où il était PF, il continuait à prendre les messages de l'ATIS pour s'entraîner. Durant le vol, il n'a pourtant pas demandé au PM de valider les informations écoutées (en lui demandant, par exemple d'y prêter attention de son côté).

Le PM indique que la compréhension de l'accent du PF requerrait de sa part des ressources plus importantes qu'à l'habitude.

Le PF a peiné à exprimer ses doutes sur la météorologie de façon suffisamment précise et directe pour alerter véritablement le PM sur la faisabilité opérationnelle (et non pas réglementaire) de l'approche. Il n'a pas reformulé ses questions. De fait, sa capacité à partager ses idées a manqué d'efficacité.

Pour sa part, le PM n'a pas semblé, à certains moments clés, faire preuve d'écoute active, notamment quand il a répondu : « *we don't care about the visibility, we care about the RVR* », ce qui clôt le débat sans réelle possibilité de retour pour le PF.

Communications pilotes-ATC

Malgré ses doutes partagés sur les raisons de la mise en place des procédures LVP, l'équipage n'a pas demandé de clarification aux contrôleurs.

Le PM indique que le fait que les contrôleurs s'adressent en français aux pilotes francophones l'a perturbé.

Ainsi, des capacités limitées de communication de l'équipage ont paru constituer une difficulté supplémentaire lors de cette approche, préjudiciable à l'efficacité de la conduite du vol.

Résolution des problèmes et processus de décision (source : Manual of EBT Part II - App1-3)

Définition : « Il est attendu que l'équipage identifie les risques et résolve les problèmes, en utilisant un processus de décision adéquat ».

Face aux problèmes opérationnels rencontrés, l'équipage n'est pas parvenu à rassembler les informations nécessaires pour une prise de décision adéquate.

Malgré ses interrogations sur la raison des conditions LVP, l'équipage n'a pas persévéré dans la recherche d'informations météorologiques complémentaires auprès de l'ATC et n'a pas développé de stratégie alternative (notamment l'interruption de l'approche et/ou décollage). L'équipage n'a pas non plus compris les raisons du manque de décélération de l'avion.

L'écoute du CVR indique que l'équipage n'a pas réellement envisagé d'autres options que celle d'atterrir.

Leadership et travail en équipage (Source : Manual of EBT part II - App1-3)

Définition : « Il est attendu que l'équipage fasse preuve d'un leadership et d'une capacité à travailler en équipage efficaces ».

Le caractère succinct du briefing et l'absence de véritable stratégie opérationnelle préalable à l'approche n'ont pas permis à l'équipage d'identifier les difficultés potentielles propres à cette approche vers Lyon.

La qualité du travail en équipage a été altérée par la répartition des tâches inadéquate décrite précédemment. Le PF était inexpérimenté et a semblé peu à l'aise avec le séquençage et les actions de configuration de l'avion en approche. Il a sollicité le PM presque systématiquement sur les actions à entreprendre, s'est excusé et l'a remercié après presque chaque échange. Ceci a pu amener le PM à adopter une attitude directive et a conduit à une altération progressive de la répartition des tâches au fur et à mesure de l'augmentation de la charge de travail. Le PM a alors fonctionné sur un modèle « *instructeur en vol* » sans y avoir été formé ni en avoir l'expérience.

Le cockpit présentait les symptômes d'un leadership déséquilibré, proche d'un cockpit « *autocratique* » qui pouvait notamment s'expliquer par la différence d'expérience entre membres d'équipage.

Gestion de la charge de travail (Source : Manual of EBT Part II – App 1-4)

Définition : « Il est attendu que l'équipage gère les ressources de façon efficace en établissant des priorités et effectuant les tâches au moment adéquat en toute circonstance ».

Lors de l'approche, la charge de travail a progressivement augmenté. Les changements de configurations ont dû être gérés simultanément à l'évolution rapide des paramètres. La présence de vent arrière fort a provoqué un rapprochement vers la piste plus rapide qu'à l'habitude. Les nombreux contacts avec les contrôleurs sont souvent venus interrompre des tâches. Enfin, les sollicitations fréquentes du PF au PM ont fortement alourdi la charge de travail de ce dernier.

Le PM semble avoir inversé ses priorités à 2 000 ft AGL. Lorsque le PF a demandé la configuration 2, le PM a privilégié la réponse à une demande ATC. Ce choix a retardé la réduction de vitesse de l'avion à un moment clé.

Le PM semble également avoir partiellement pris en charge la fonction du PF, et s'est ainsi retrouvé en surcharge de travail. Pour y faire face, il a progressivement relâché la surveillance des paramètres de l'avion et n'a plus été en mesure d'assurer pleinement son rôle de PM.

1.16.11 Influence de la fatigue sur les performances de l'équipage

Les écarts entre la performance attendue de l'équipage et les actions réellement observées pourraient être l'indice d'un état de fatigue, entraînant l'altération du temps de réaction, de la mémoire de travail, de la prise de décision et de la conscience de la situation.

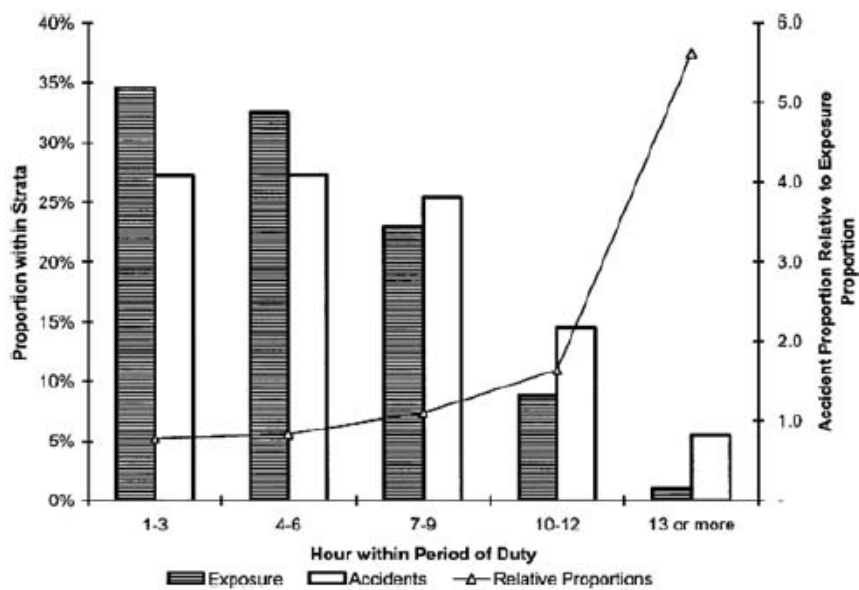
Le BEA a mandaté l'Institut de Recherche Biomédicale des Armées (IRBA) afin de mener une étude sur l'impact des altérations du cycle veille/sommeil et des activités aéronautiques sur le risque de fatigue dans cette situation (Etude disponible en **annexe 6**).

L'étude s'est basée sur les horaires de travail de l'équipage le jour de l'accident et dans les deux mois précédents. Les données recueillies ont été comparées à celles décrites dans la littérature scientifique et aux valeurs obtenues avec un modèle bio-mathématique de gestion du risque fatigue (Modèle SAFTE) dont dispose l'IRBA.

Les résultats n'ont pas identifié d'altérations du cycle veille/sommeil susceptibles d'entraîner de la fatigue au cours de la journée de l'accident ou lors des jours précédents. L'accident est cependant survenu au moment du vol où la performance de l'équipage risquait d'être la plus faible.

Ce résultat est à pondérer par le fait que la technique de modélisation de la fatigue ne prend pas en compte certains facteurs comme le nombre d'étapes, la charge de travail réelle, ni le temps de service de vol.

Cependant, la durée du temps de service de vol (14 h 50) est cohérente avec une augmentation importante du risque d'accidents et de fatigue généralement ressentie par les équipages. Plusieurs études ont mis en évidence une relation entre le temps de service en vol et la somnolence ressentie, la fatigue ressentie (*Bourgeois-Bougrine et al. 2003b, Powell et al. 2007, Powell et al. 2008*), la fréquence des rapports sécurité des vols (Air safety reports, ASR) dans des compagnies aérienne régionales (*Cabon et al. 2012*) et la fréquence des accidents (*Good 2003*). Une étude réalisée aux Etats Unis a montré que 20 % des accidents liés aux facteurs humains, survenaient au-delà de dix heures de services en vol (*Good 2003*). Ramenée à la quantité relative d'heures de vol, cette étude révèle une légère augmentation du risque d'accidents entre dix et douze heures de service en vol (risque relatif, RR= 1,65) et une augmentation très significative au-delà de treize heures d'activité (RR = 5,6). Les risques relatifs sont tracés dans le graphique ci-après en fonction des heures de services (RR en ordonnée à droite).



Proportion relative d'exposition aux accidents en fonction du temps d'activité (Goode 2003)

L'étude a montré que la fatigue de l'équipage n'avait pas pour origine une altération du cycle veille/sommeil liée au planning ou à leurs activités la veille de l'accident.

Le principal facteur de fatigue identifié au cours de la journée de l'accident est un temps de service de vol de presque 15 heures.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 Hermes Airlines

1.17.1.1 Généralités

La compagnie Hermes Airlines a été créée en 2011 par le Dirigeant Responsable de la société Air Méditerranée. Air Méditerranée est l'actionnaire majoritaire d'Hermes Airlines. Cette dernière est basée en Grèce et détient un certificat de transporteur aérien (CTA) délivré par l'aviation civile grecque (HCAA) le 8 août 2012 et valide jusqu'au 10 août 2015.

Hermes Airlines dispose de cinq avions, un Boeing 737, un Airbus A320 et trois Airbus A321. Ces Airbus sont des avions précédemment exploités par Air Méditerranée qui ont été transférés sur le CTA d'Hermes Airlines au cours du premier semestre 2012.

Hermes Airlines loue ses avions à Air Méditerranée sous une forme de location ACMI (Aircraft-Crew-Maintenance-Insurance). La planification des vols d'Hermes Airlines et la maintenance des avions est assurée par Air Méditerranée.

Hermes Airlines effectue des vols au départ de Grèce, de France, de Suède, d'Iraq et de Djibouti dans le cadre de vols charters. Son activité annuelle est principalement saisonnière :

- ❑ la saison « *basse* » entre octobre et mars (moyenne mensuelle d'environ 250 vols) ;
- ❑ la saison « *haute* » entre avril et septembre (moyenne mensuelle de plus de 600 vols) ;

Cette activité particulière conduit l'exploitant à recruter des pilotes saisonniers lorsque la demande est importante.

Hermes Airlines emploie environ 30 équipages. La majorité des commandants de bord sont de nationalité grecque et sont des anciens pilotes d'Olympic Airways et d'Olympic Air. Les copilotes sont de nationalités principalement espagnoles, italiennes et britanniques.

Les informations des paragraphes suivants sont pour la plupart issues des témoignages de l'encadrement de l'exploitant.

1.17.1.2 Manuel d'Exploitation de l'exploitant

Le manuel d'exploitation est l'un des moyens principaux par lesquels l'exploitant assure la sécurité de son exploitation ainsi que la conformité de ses opérations aux exigences réglementaires. Le manuel d'exploitation comporte quatre parties :

Partie A - Généralités/Fondements

Cette partie comporte l'ensemble des politiques, des instructions et des procédures d'exploitation non liées à un type d'avion.

Partie B - Points relatifs à l'utilisation de l'avion

Cette partie comporte l'ensemble des instructions et des procédures relatives à un type d'avion pour assurer la sécurité de l'exploitation. Elle tient compte des différences entre les types, variantes ou avions utilisés par l'exploitant.

Partie C – Informations et consignes sur les routes et aérodrome

Cette partie comporte toutes les instructions et informations relatives aux routes et aux aérodromes.

Partie D - Formations

Cette partie doit comprendre l'ensemble des instructions relatives à la formation du personnel nécessaire pour assurer la sécurité de l'exploitation.

Les différentes parties en vigueur à la date de l'accident avaient été rédigées entre février et octobre 2011. Ce manuel a été approuvé dans sa totalité fin novembre 2011 par la HCAA. Le Directeur des Opérations en vol (DOV) explique que ce manuel était un manuel générique en partie fondé sur son expérience au sein de la compagnie Alitalia.

Cette version du manuel d'exploitation (revision 0 et 1) comporte :

- ❑ des incohérences entre différents chapitres de la partie A et la partie D :
 - Les prérequis nécessaires pour exercer en tant que copilote ou commandant de bord différent d'un chapitre à l'autre. De plus, il est écrit que ces prérequis peuvent ne pas être respectés en fonction des besoins de l'exploitant.
- ❑ des différences entre la partie B - chapitre 2 - Procédures normales A320 et le chapitre 13 « *Company Policy* » :
 - Le chapitre 2 reprend les procédures du FCOM du constructeur qui recommande notamment d'utiliser le mode managé lors d'une approche de précision. Le chapitre 13 quant à lui recommande d'effectuer une approche de précision en utilisant le mode sélectionné à 160 kt jusqu'à 5 NM du seuil de piste puis d'engager le mode managé.

Le DOV explique qu'en accord avec la HCAA, un nouveau manuel d'exploitation corrigeant toutes les incohérences et différences a été déposé auprès de la HCAA fin 2012 et approuvé par la HCAA après l'accident. Le détail est disponible en **annexe 7**.

1.17.1.3 Recrutement, formation, entraînements et contrôles des équipages

Hermes Airlines a défini pour le Personnel Navigant Technique (PNT) des programmes de formation, d'entraînement et d'évaluation et/ou de contrôle dont les contenus, les volumes et les moyens mis en œuvre sont décrits dans le manuel d'exploitation, Partie D. Ce volume, approuvé par la HCAA, est en conformité avec la réglementation EU-OPS.

Au sein d'Hermes Airlines, les formations sont organisées par le Directeur des Opérations en vol (seul Examineur de Qualification de Type – TRE – de l'exploitant) et le Responsable Désigné Formation des Equipages (Instructeur de qualification de Type – TRI). Plusieurs commandants de bord sont également instructeurs de Qualifications de Type (TRI), instructeurs sol (Ground Training Instructor) et trois sont instructeurs CRM. Hermes Airlines fait également appel à des examinateurs TRE contractuels employés par des TRTO basés à Athènes et au Royaume-Uni. L'exploitant ne dispose pas de simulateur en Grèce.

1.17.1.3.1 Recrutement des équipages

D'après les témoignages du DOV et du RDFE, les conditions de recrutement décrites ci-après sont celles définies dans la dernière version du manuel d'exploitation. Ils précisent que ces conditions étaient celles utilisées avant l'accident, même si elles n'étaient pas encore officiellement approuvées par la HCAA.

Processus de recrutement des copilotes

Les exigences minimales requises pour employer un PNT sont les suivantes :

- une licence CPL valide (incluant entre autres, le niveau 4 OACI en langue anglaise et un certificat médical de classe 1 valide) ;
- licence ATPL théorique ;
- qualification IR/ME ;
- une formation Multi Crew Course (MCC).

Lors du recrutement, le PNT candidat à la fonction de copilote doit disposer d'un minimum de 200 heures de vol total, dont 30 sur avions multimoteurs.

Le candidat est ensuite soumis à :

- un entretien avec le DOV et le RDFE permettant l'évaluation comportementale du candidat ;
- un test médical et test psychologique ;
- un test d'évaluation sur simulateur (séance de quatre heures avec un TRE).

Le DOV et le RDFE expliquent qu'ils ont rencontré des difficultés de recrutement et de formation lors de la création de la compagnie aérienne.

En 2011, l'exploitant disposait d'un Boeing 737 avec des équipages composés notamment d'anciens pilotes d'Olympic Airways expérimentés sur Boeing.

De janvier à mars 2012, Hermes Airlines s'est vu confier l'exploitation de quatre Airbus. L'exploitant a dû alors, dans un temps très court, recruter et former les équipages nécessaires à l'exploitation de ces nouveaux avions. Eprouvant des difficultés à recruter des copilotes expérimentés sur Airbus, il a recruté des pilotes ayant récemment obtenu leur qualification de type sur Airbus A320/A321 mais n'ayant aucune expérience préalable du transport public de passagers. L'exploitant précise qu'environ la moitié des copilotes recrutés (9 sur 20) disposaient d'un total de 200 heures de vol dont 30 sur bimoteur. Il ajoute que depuis la création d'Hermes Airlines, environ 40 PNT ont été recrutés et 10 ont échoué lors de la formation.

Les responsables d'Hermes Airlines expliquent, qu'en raison du profil « à bas coût » retenu pour cet exploitant, le recrutement de jeunes copilotes inexpérimentés est également plus intéressant économiquement que celui de copilotes expérimentés.

Processus de recrutement des commandants de bord

Les exigences minimales requises pour employer un PNT en tant que commandant de bord sont les suivantes :

- une licence ATPL valide ;
- qualification IR/ME ;
- une formation Multi Crew Course (MCC) ;
- le niveau 4 OACI en langue anglaise ;
- un certificat médical de classe 1 valide ;
- une expérience minimale de 5 000 heures de vol total en transport public ou 3 000 heures de vols sur type au sein d'Hermes Airlines.

La majorité des commandants de bord en activité chez Hermes Airlines sont des PNT ayant accumulé une forte expérience sur Boeing au sein d'Olympic Airways.

1.17.1.3.2 Formation des équipages

Formation des copilotes

Lors de sa formation copilote, un pilote avec moins de 500 heures de vol sur type suit un Stage d'Adaptation de l'Exploitant (SADE) qui comprend cinq étapes.

- 1 - cours sol et évaluation (4 journées de 8 heures) ;
 - jour 1 (8h) : Introduction – Systèmes aéronef
 - jour 2 (8h) : Systèmes aéronef
 - jour 3 (8h) : B/P RNAV – RVSM- TCAS- GPWS – Différences avions
 - jour 4 (8h) : performance – Masse et centrage
- 2 - cours sol et évaluation sur la sécurité/sauvetage et sûreté (2 journées de 8 heures) ;
- 3 - entraînement et évaluation sur simulateur (une séance de quatre heures de formation et une séance de quatre heures d'évaluation) ;
- 4 - entraînement en ligne sous supervision (Adaptation En Ligne AEL) et contrôle en ligne (total de 100 heures de vol ou un minimum de 40 étapes) ;
- 5 - formation CRM (1 journée de 8 heures).

Cette formation est conforme aux exigences de l'OPS 1.945 (*voir chapitre 1.17. Aspects réglementaires*), sans aucune marge par rapport à chacun des critères quantitatifs pris isolément (expérience minimale de 200 h pour débiter le SADE, nombre de séances de simulateurs, durée de l'AEL).

Le DOV et le RDFE expliquent que l'AEL n'est pas toujours facile à réaliser car l'activité charter de l'exploitant ne permet pas toujours de programmer le nombre de vols nécessaire à la réalisation continue de l'AEL. Ainsi l'AEL du copilote en fonction dans le vol de l'incident grave avait débuté en février 2012 (période creuse) et avait été interrompue entre le 26 février et le 30 juillet 2012 (haute saison).

Formation des commandants de bord

La formation comprend :

- 1 - un entraînement spécifique au rôle de commandant de bord ;
- 2 - entraînements et contrôles hors ligne sur simulateur ;
- 3 - un entraînement en ligne sous supervision AEL (Pour un PNT possédant une qualification de type, l'entraînement en ligne consiste à réaliser un minimum de 10 étapes) ;
- 4 - un contrôle en ligne ;
- 5 - un entraînement CRM.

1.17.1.3.3 Entraînements et contrôles des équipages

Entraînements périodiques des PNT

Tous les PNT subissent des entraînements et des contrôles périodiques propres au type ou à la variante d'avion sur lequel ils exercent. Les entraînements périodiques des membres d'équipage de conduite comprennent :

- un cours au sol et de rafraîchissement incluant :
 - un entraînement à la gestion des ressources de l'équipage (CRM) ;
 - un entraînement de sécurité/sauvetage et de sûreté.
- un entraînement sur simulateur de vol portant sur les procédures d'urgence et de secours.

Contrôles Périodiques des PNT

Les contrôles périodiques annuels des membres d'équipage de conduite comprennent :

- 1 - deux contrôles hors ligne ;
- 2 - un contrôle en ligne ;
- 3 - un contrôle de sécurité - sauvetage et de sûreté.

1.17.1.4 Cours CRM

La formation CRM consiste en deux jours de formation commune PNT et PNC, en langue anglaise.

Durant ces cours, les thèmes réglementaires suivants sont abordés :

- présentation générale du CRM ;
- communication ;
- processus de décision ;
- concept d'équipe ;
- stress ;
- conscience de la situation ;
- sujets compagnie (dont politique de cockpit stérile).

La formation CRM était issue de celle délivrée par Olympic Airways et adaptée à Hermes Airlines. Elle ne comportait pas d'éléments spécifiques au TEM, ni aux risques particuliers à l'entreprise tels que compagnie en création, équipages multiculturels, et souvent peu expérimentés sur Airbus ou dans leur nouvelle fonction.

Les risques d'exploitation détectés par l'analyse des vols ne sont pas abordés durant cette formation (atterrissages longs, phénomène de double pilotage).

1.17.1.5 Organisation de la sécurité au sein de l'exploitant

L'Officier de Sécurité des Vols (OSV) explique qu'au moment de l'accident, Hermes Airlines avait débuté la mise en œuvre de son Système de Gestion de la Sécurité (SGS). Il ajoute qu'une organisation de la sécurité existait déjà avant le SGS. Elle comprenait l'OSV, à temps complet, et deux pilotes à temps partiel qui ont exercé entre mai 2012 et octobre 2013.

1.17.1.5.1 Système de retour d'expérience

Les équipages disposent de trois types de rapports pour informer l'OSV d'incidents ou de situations inhabituelles :

- ❑ **rapport d'incidents à déclaration obligatoire** : conformément aux exigences réglementaires, les équipages doivent déclarer certains incidents rencontrés en vol. Ces rapports sont envoyés à l'exploitant et à la HCAA ;
- ❑ **rapport à déclaration volontaire** : les équipages peuvent également déclarer des événements s'ils rencontrent des situations inhabituelles liées ou non à la sécurité des vols ;
- ❑ **rapports anonymes** : une boîte aux lettres située dans les locaux de l'exploitant à Athènes permet au personnel de déclarer anonymement un événement.

En 2012, Hermes Airlines a réalisé 5 295 vols, l'OSV a traité treize rapports d'incidents à déclaration obligatoire, trois rapports volontaires non liés à la sécurité. Aucun rapport anonyme n'a été reçu.

En 2013, Hermes Airlines a réalisé 4 248 vols l'OSV a traité dix-sept rapports d'incidents à déclaration obligatoire, huit rapports volontaires non liés à la sécurité et cinq rapports anonymes.

L'OSV explique que les équipages étaient parfois réticents à rédiger des rapports par crainte de se faire mal voir. Son principal objectif consistait donc à établir la confiance afin de créer une culture de la sécurité au sein de la compagnie.

L'OSV ajoute que, dans les mois qui ont précédé l'accident, la jeunesse de l'exploitant et la spécificité de son activité saisonnière avaient généré un faible volume de vols. Il était par conséquent difficile d'identifier les questions de sécurité représentatives de l'exploitation. L'OSV précise qu'il diffusait alors principalement des documents de sécurité générique (publications Flight Safety Foundation, publications constructeurs) afin de sensibiliser les équipages.

1.17.1.5.2 Analyse des vols

L'OSV est en charge de l'analyse des vols. Les données brutes de vol (DAR) sont envoyées à une société qui renvoie à l'OSV les données de vol décodées. L'OSV a choisi de suivre vingt catégories d'évènements dans lesquelles figurent notamment :

- ❑ double pilotage ;
- ❑ approche non stabilisée ;
- ❑ réduction tardive de l'A/THR lors de l'atterrissage ;
- ❑ arrondi long ;
- ❑ atterrissage long.

Les paramètres de vol analysés sont définis par la société qui décode les données des QAR. L'OSV dispose d'un logiciel lui permettant d'obtenir le nombre de survenues des catégories d'évènements. Ces dernières ont été décomposées par l'exploitant en trois niveaux de sévérité selon les valeurs des paramètres seuils choisis (le détail est disponible en **annexe 8**).

L'OSV rédige un rapport annuel de statistiques fondé sur l'analyse de ces vingt catégories d'évènements. Seuls les évènements de niveau de sévérité les plus importants sont pris en compte dans le rapport annuel pour estimer les difficultés.

L'OSV avait conclu le rapport annuel 2012 en précisant que les approches non stabilisées et le double pilotage étaient les catégories d'événements à traiter en priorité. Il précisait que les paramètres choisis n'étaient pas toujours représentatifs de la situation réelle et qu'il était nécessaire de se coordonner avec la société réalisant l'analyse des vols afin d'améliorer le paramétrage. Ainsi, les seuils de détection du double pilotage, des atterrissages longs et de l'approche non stabilisée ont été modifiés en 2013.

En résumé, l'analyse fine des paramètres de vol à la fin de la première année d'exploitation n'était pas encore possible et l'OSV avait dû baser son action sur des tendances.

1.17.1.5.3 Réunions de sécurité

L'OSV organise des réunions de sécurité (Safety Security and Quality Board Meeting SS&QM) au moins une fois par trimestre, auxquelles participent les responsables des différents départements de l'exploitant (Dirigeant Responsable, Responsable Qualité, DOV, RDFE). Ces réunions se nourrissent des rapports des pilotes et de l'analyse des vols. Elles ont pour objectif d'identifier les mesures à prendre afin d'améliorer la sécurité et corriger les écarts détectés. Elles portent principalement sur les points suivants :

- rapports équipages ;
- rapports de vols ;
- organisation de la sécurité.

Lors des réunions SS&QM organisées en 2012 et en février 2013, les points suivants avaient été abordés :

- la refonte complète du manuel d'exploitation (SS&QM de juin 2012) ;
- l'analyse de vols mettant en évidence des atterrissages longs et la réduction tardive de l'A/THR lors des atterrissages.

Le 6 mars 2013, le RDFE a adressé une lettre aux instructeurs pour leur demander de mettre l'accent, lors des entraînements, sur les points cités ci-dessus.

Alimos 06.03.2013

Ref.No: 01/2013

Root Cause Analysis

Following the SS&QB meeting 01/2013, that took place today in the Flight Safety Dpt. I would like to point out that during the first three months of 2012 five (5) aircraft were inducted into "Hermes Airlines" AOC. The expansion in equipment and manpower was very big with consequence to have a lot of training flights until the end of August 2012 when the crews were stabilized as far as training and numbers is concerned.

So the trends that were noticed, during that period, were due to high conversion/transition training volume.

Training Dpt. must issue a notice to all Instructors (LCC's, LTC's, TRI's, TRE's, SFI's & SFE's) as well as to all contacted training facilities, during flights and simulator sessions, focusing in paying special attention to the following trends which were noticed during FDM analysis.

- Normal rotation technique and avoidance of under rotation during take-off.
- To avoid long flare during landing and to aim for the 1000 ft. point.
- To avoid late reduction of power during landing.
- To use the correct deployment of reverse thrust, upon landing. (Within 2 secs from touch down)

L'OSV explique également que l'analyse des vols lui avait permis d'identifier la récurrence du phénomène de double pilotage. Selon lui, la non application de la procédure de reprise des commandes provenait probablement de la longue expérience des commandants de bord sur Boeing 737 où cette procédure n'existe pas. Une information verbale a été transmise aux équipages lors des entraînements périodiques. L'OSV précise que le nombre de copilotes en AEL a augmenté la récurrence du phénomène.

En octobre 2012, Hermes Airlines en coordination avec la HCAA, a modifié son manuel d'exploitation Partie B – chapitre 13 « *Company policy* ». Il n'est plus recommandé aux équipages d'effectuer une approche de précision en utilisant le mode sélectionné à 160 kt jusqu'à 5 NM du seuil de piste puis d'engager le mode managé. La procédure Airbus préconisant l'utilisation du mode de vitesse managée remplace la procédure antérieure (sélections successives des vitesses caractéristiques en fonction des configurations de l'avion).

Par ailleurs, dans un souci de simplification, l'altitude de stabilisation est de 1 000 ft quelles que soient les conditions IMC ou VMC.

1.17.1.6 Planification et préparation des vols

La planification des vols d'Hermes Airlines est assurée par la compagnie Air Méditerranée. Hermes Airlines vérifie néanmoins que la planification des vols proposée par Air Méditerranée respecte la réglementation relative aux limitations des temps de vol et de service des équipages ainsi que les exigences concernant leurs repos.

Une demande de vol charter par un tour opérateur est généralement émise une semaine avant le vol et confirmée, au plus tard, deux jours avant la date du vol. Le nombre de passagers est volontairement surestimé afin de s'assurer que le service de restauration sera suffisant.

Le jour précédant le vol, le personnel d'Air Méditerranée édite une première série de plans de vol opérationnels. La charge utile prévue est calculée à partir de l'estimation du nombre de passagers et des valeurs forfaitaires de masses pour un passager et ses bagages. Pour les longs vols approchant les limites d'autonomie de l'avion, des plans de vol opérationnels alternatifs (avec escale technique) peuvent être préparés pour pallier une charge utile réelle supérieure à celle prévue.

Planification du Vol du 29 mars 2013 entre Lyon et Dakar

Le 28 mars 2013, veille du vol

Les opérations d'Air Méditerranée avaient transmis à l'équipage et à Hermes Airlines un dossier contenant des plans de vols pour un trajet direct aller et retour Lyon-Dakar et Dakar-Lyon.

Des plans de vols alternatifs avec escale à Agadir pour le vol Lyon-Dakar et le vol Dakar-Lyon étaient également inclus dans le dossier de vol :

- ❑ vol BIE 7816 de Lyon vers Agadir - heure de départ estimée (ETD) 06 h 15 - durée du vol estimée de 02 h 48 - charge utile estimée 13 460 kg ;
- ❑ vol BIE 7816 d'Agadir vers Dakar - heure de départ estimée (ETD) 09 h 30 - durée du vol estimée de 02 h 25 - charge utile estimée 13 460 kg ;
- ❑ vol BIE 7816 de Dakar vers Agadir - heure de départ estimée (ETD) 13 h 20 - durée du vol estimée de 02 h 33 - charge utile estimée 16 630 kg ;
- ❑ vol BIE 7816 d'Agadir vers Lyon - heure de départ estimée (ETD) 16 h 35 - durée du vol estimée de 03 h 05 - charge utile estimée 16 630 kg.

Le personnel des opérations d'Air Méditerranée a envoyé un courrier électronique au personnel de la planification des vols d'Hermes Airlines le 28 mars 2013. Il indiquait que le vol devrait probablement inclure des escales techniques sur le trajet aller et retour et demandait de prévoir un équipage renforcé.

Le vol Lyon-Dakar permettait la mise en place d'un autre équipage d'A320 d'Hermes Airlines qui devait effectuer un vol au départ de Dakar le 30 mars 2013. Hermes Airlines avait alors suggéré au commandant de bord de leur céder sa place sur ce trajet. N'effectuant que le retour, il aurait ainsi respecté les temps de service en cas d'escale à Agadir. Le commandant de bord a expliqué aux enquêteurs qu'il avait décliné cette proposition car l'autre équipage (A320) comprenait moins de PNC que le sien (A321).

Le 29 mars 2013, jour du vol

Lors de la préparation du vol aller à Lyon le 29 mars 2013, l'équipage avait reçu un devis de masse et centrage indiquant une charge utile réelle de 13 125 kg et 142 passagers, dont un bébé, et leurs bagages. Cette charge utile réelle inférieure à celle prévue permettait donc à l'équipage d'effectuer un vol direct de Lyon vers Dakar.

A Dakar, lors de la préparation du vol retour, le devis de masse et centrage indiquait une charge utile de 16 592 kg et 174 passagers (171 adultes, deux enfants et un bébé) et leurs bagages. Cette charge était supérieure de 2 782 kg à celle prévue par les opérations d'Air Méditerranée (13 810 kg). Elle restait proche de la charge utile prévue dans le plan de vol opérationnel alternatif avec escale technique à Agadir (16 630 kg).

Temps de service effectué par l'équipage le 29 mars 2013

Dans le chapitre 7 de son manuel d'exploitation partie A, Hermes Airlines définit le temps de service de vol comme la période débutant une heure avant l'heure cale-à-cale estimée de départ (heure de présentation) et 15 minutes après l'heure bloc d'arrivée.

	Vol direct Lyon-Dakar-Lyon Planification du 28 mars 2013	Vol Lyon-Dakar- Agadir- Lyon Planification du 28 mars 2013	Vol Lyon-Dakar- Agadir-Lyon Vol réalisé le 29 mars 2013
Lyon Heure présentation	05 h 15	05 h 15	05 h 15
Dakar	Atterrissage : 12 h 05 Décollage : 13 h 15	Atterrissage : 12 h 05 Décollage : 13 h 20	Atterrissage : 12 h 03 Décollage : 13 h 44
Agadir		Atterrissage : 15 h 50 Décollage : 16 h 35	Atterrissage : 16 h 13 Décollage : 17 h 02
Lyon	Atterrissage : 18 h 50	Atterrissage : 19 h 40	Atterrissage : 19 h 46
Temps de service de vol de l'équipage	13 h 50	14 h 50	14 h 55

Pendant la saison hivernale 2012-2013, le vol Lyon-Dakar-Lyon a été effectué sept fois sur 19 par Hermes Airlines. En raison du faible nombre de vols effectués, l'OSV explique qu'il n'a pas été en mesure de recueillir des informations sur les éventuelles difficultés liées à ces vols en termes de temps de service de vol étendu en cas d'escales. Il ajoute, qu'au moment de l'accident, les informations de sécurité n'étaient pas partagées avec Air Méditerranée qui avait effectué les douze autres vols⁽¹⁵⁾.

L'OSV explique également qu'en raison de la pression économique ressentie par le personnel de la compagnie, l'utilisation de la réglementation permettant une extension des temps de service à 15 heures (*OPS 1.1120, voir paragraphe 1.17.3.3*) était jugée préférable à l'utilisation d'un équipage renforcé.

1.17.2 Autorité de l'aviation civile grecque HCAA

Des rencontres entre la HCAA et le BEA ont été organisées pour identifier si Hermes Airlines avait rencontré des difficultés pour se conformer aux exigences réglementaires après qu'un certificat de transporteur aérien (CTA) lui a été délivré.

La HCAA exerce la surveillance continue de vingt exploitants détenteurs d'un CTA grec. Pour des raisons d'effectifs, elle confie à chaque inspecteur la charge de surveiller trois exploitants en moyenne. Celui-ci réalise en moyenne une action de surveillance (contrôle ou inspection) tous les quatre ou cinq mois.

Le manuel d'exploitation d'Hermes Airlines a été approuvé dans sa totalité fin novembre 2011 par la HCAA malgré des incohérences au niveau des exigences nécessaires pour exercer en tant que copilote ou commandant de bord et la note permettant à l'exploitant de ne pas respecter ces critères en cas de besoin. Cette dernière incohérence n'avait pas été détectée par la HCAA.

Un nouveau manuel d'exploitation corrigeant toutes les incohérences et différences a été déposé fin 2012 et approuvé par la HCAA après l'accident.

La HCAA a indiqué que l'équipe d'inspecteurs de surveillance avait été remplacée en fin d'année 2012. Le BEA n'a eu accès qu'aux informations relatives à la surveillance effectuée par les nouvelles équipes.

⁽¹⁵⁾ Il convient de noter que Air Méditerranée exploite des Airbus 321-200 (Réservoir central additionnel) disposant d'une plus grande autonomie et d'une masse maximale supérieure par rapport au SX-BHS (A321-100), réduisant ainsi la probabilité d'avoir à effectuer un arrêt à Agadir et évitant ainsi le temps de service additionnel généré par cette escale technique.

Lors de son bilan annuel 2012, l'équipe dirigeante d'Hermes Airlines avait identifié deux priorités en termes d'actions de formation et d'entraînement :

- la prévention des approches non stabilisées ;
- le phénomène de double pilotage.

Lors d'un audit réalisé en avril 2013, après l'accident, la HCAA a demandé à Hermes Airlines d'accélérer la mise en place des actions correctives en réponse aux risques détectés lors de l'analyse des vols. La HCAA avait formulé ses attentes de la façon suivante :

- « *It is recommended that consideration should be given by management regarding corrective actions that deals with training info. To training organization/instructors (that derived from data that constitute an alert situation). A more detailed and immediate action should be given* ».

1.17.3 Aspects réglementaires

1.17.3.1 Généralités

A la date de l'accident, la réglementation en vigueur était définie par le règlement (CE) 859/2008 de la Commission européenne (également intitulé « EU-OPS »). La partie OPS part 1 de ce document établit les exigences applicables à l'exploitation de tout avion civil à des fins de transport aérien commercial par tout exploitant dont le lieu principal d'activité commerciale se situe dans un Etat membre de l'Union européenne.

La Commission européenne a publié le 25 octobre 2012 le règlement (UE) n° 965/2012 (AIR-OPS) déterminant les exigences techniques et les procédures administratives applicables aux opérations aériennes. Le premier paquet constitué des annexes I à V de cette nouvelle réglementation est applicable par tous les Etats membre de l'Union à partir du 28 octobre 2014 au plus tard.

Ce premier paquet est composé :

- d'un règlement de couverture (Cover Regulation), contenant dix articles traitant des sujets suivants :
 - une description des objectifs et buts du règlement ;
 - des définitions des termes utilisés dans la cover regulation ;
 - l'applicabilité de ces textes ;
 - les mesures de transition ;
 - la date d'entrée en vigueur : 28 octobre 2012 ;
 - la date de mise en application (opt-out).
- de cinq annexes (ou Part) dont :
 - Part ORO (Organisation Requirement for Air Operators) ;
 - Part ARO (Authority Requirement for Air Operations).

La nécessité de garantir une application uniforme des exigences communes implique que les autorités compétentes des États membres appliquent des procédures communes. L'Agence Européenne pour la Sécurité de l'Aviation Civile (EASA) élabore des moyens acceptables de conformité (AMC : Acceptable Means of Compliance), ainsi que des documents d'orientation (GM : Guidance Material) pour faciliter l'uniformité réglementaire requise concernant l'application du règlement.

Les « *moyens acceptables de conformité (AMC)* » sont des normes non contraignantes adoptées par l'AESA qui définissent des moyens permettant d'établir la conformité avec le règlement et ses modalités d'exécution. L'utilisation de moyens de conformité autres que ceux spécifiés dans une AMC doit être soumise par l'exploitant à son autorité de tutelle pour accord.

Les documents d'orientation (GM) désignent les documents non contraignants qui permettent d'illustrer la signification d'une exigence ou d'une spécification et qui servent à appuyer l'interprétation des règlements et des moyens acceptables de conformité.

1.17.3.2 Réglementation relative aux équipages de conduite

EU-OPS

Les exigences réglementaires relatives aux équipages de conduite sont décrites dans l'OPS 1 sous-partie N : « *Equipage de conduite* ».

Le manuel d'exploitation d'Hermes Airlines relatif aux exigences en matière de qualifications, d'entraînements et de contrôles est conforme au minimum requis de la réglementation.

Ainsi un PNT détenteur d'un CPL (minimum 200 heures de vol) et d'une qualification de type peut exercer en tant que copilote s'il a suivi et réussi son stage d'adaptation à l'exploitant qui comprend notamment, et conformément aux dispositions de l'OPS 1.945 :

- des cours au sol ;
- un entraînement et une évaluation sur simulateur (deux séances de 4 heures) ;
- 40 secteurs ou 100 heures de vol sur type (Adaptation en ligne) ;
- une évaluation en ligne.

AIR-OPS

Les exigences réglementaires relatives aux équipages de conduite seront décrites dans la part ORO sous-partie « *FC* » (Flight Crew) en remplacement de l'OPS 1 sous-partie N : « *Equipage de conduite* ».

Elles ne diffèrent pas du règlement EU-OPS sous partie N en ce qui concerne les exigences réglementaires relatives aux équipages de conduite dans les domaines suivants :

- conditions minimales d'expérience pour exercer en tant que copilote ou commandant de bord ;
- composition des équipages.

En addition des règlements précédents, la GM1 ORO.FC.220 (b) précise que, dans le cas d'une interruption d'un stage d'adaptation à l'exploitant, ce dernier évalue le stagiaire afin de déterminer s'il est nécessaire de reprendre la formation déjà effectuée avant de lui faire effectuer la fin du stage d'adaptation à l'exploitant.

1.17.3.3 Réglementation relative aux limitations des temps de vol et de service et exigences en matière de repos

EU-OPS

Les exigences réglementaires en matière de limitations de temps de vol applicables aux exploitants sont décrites dans l'OPS 1 sous-partie Q.

Le temps de service de vol (TSV) qui est défini comme « *Toute période au cours de laquelle une personne exerce à bord d'un avion en tant que membre de son équipage. Ce temps est compté depuis le moment où le membre d'équipage doit se présenter, à la demande d'un exploitant, pour un vol ou une série de vols et se termine à la fin du dernier vol au cours duquel le membre d'équipage est en fonction* ».

L'OPS 1.1105 impose que le TSV quotidien maximal soit de 13 heures (OPS 1.1105, point 1.3). Ce TSV doit être réduit de 30 minutes pour chaque étape supplémentaire à partir de la troisième, la réduction maximale totale étant de deux heures.

Le TSV quotidien maximal peut être prolongé d'une heure au maximum. Le nombre maximal de prolongations est de deux dans toute période de sept jours consécutifs.

L'OPS 1.1120 relatif aux circonstances imprévues pendant les opérations de vol effectives (pouvoir discrétionnaire du commandant de bord) définit une dérogation à l'OPS 1.1105.

Compte tenu de la nécessité d'un contrôle particulier des cas visés ci-après, au cours de l'opération effective de vol, qui commence à l'heure de présentation, les limites des temps de service de vol et de service et les temps de repos prévus dans la présente sous-partie peuvent être modifiés en cas de circonstances imprévues. De telles modifications doivent être acceptables par le commandant de bord après consultation de tous les autres membres de l'équipage et, en tout état de cause, respecter les conditions suivantes :

- le TSV maximal spécifié par l'OPS 1.1105, article 1.3, ne peut être augmenté de plus de deux heures, sauf si l'équipage de conduite a été renforcé, auquel cas le temps maximal de service de vol peut être augmenté de trois heures au maximum ;
- si, au cours de l'étape finale d'un TSV, des circonstances imprévues surviennent après le décollage, entraînant un dépassement de la prolongation autorisée, le vol peut être poursuivi jusqu'à la destination prévue ou vers un aéroport de décollage.

L'exploitant s'assure que :

- le commandant de bord fait rapport à l'exploitant chaque fois qu'un TSV est prolongé à sa discrétion ou qu'un temps de repos est effectivement réduit ;
- lorsque la prolongation d'un TSV ou la réduction d'un temps de repos est supérieure à une heure, une copie du rapport dans lequel l'exploitant doit inclure ses observations est adressée à l'autorité au plus tard 28 jours après l'événement.

Le TSV quotidien maximal de 13 heures peut par conséquent être prolongé jusqu'à 15 h.

Dans ce règlement, il n'est pas fourni de définition d'une circonstance imprévue. L'OACI dans le document FMRS – Fatigue Risk Management Système (Doc 9966) fournit la définition suivante :

« *Circonstance opérationnelle imprévue. Événement non planifié — intempérie soudaine, anomalies de fonctionnement de l'équipement, retard dû au trafic aérien, etc. —, lorsqu'il est indépendant de la volonté de l'exploitant. Pour être considérées comme imprévues, ces circonstances doivent se produire ou se présenter à l'exploitant après le début du vol (c.-à-d. dès que l'avion commence à se déplacer pour se préparer au décollage) ».*

Il n'existe pas dans la réglementation actuelle d'AMC ou de GM relatives aux limitations des temps de vol et de service et exigences en matière de repos.

AIR-OPS

Les exigences réglementaires (Règlement n° 83/2014 du 29 janvier 2014) relatives aux limitations des temps de vol et de service et exigences en matière de repos sont décrites dans la part ORO sous-partie « FTL » (Flight Time Limitations). Cette réglementation sera applicable à partir du 18 février 2016.

ORO.FTL.205 Flight Duty Period

Il est notamment demandé aux exploitants d'établir des procédures spécifiques à l'attention des commandants de bord afin de leur permettre de réduire le TSV ou d'augmenter les périodes de repos en cas de circonstances particulières pouvant entraîner de la fatigue significative.

Cette réglementation modifie également le TSV quotidien maximal. Il est toujours de 13 heures au maximum mais diminue en fonction du créneau horaire dans lequel débute le TSV.

Maximum daily FDP — Acclimatised crew members

Start of FDP at reference time	1-2 Sectors	3 Sectors	4 Sectors	5 Sectors	6 Sectors	7 Sectors	8 Sectors	9 Sectors	10 Sectors
0600-1329	13:00	12:30	12:00	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00
1330-1359	12:45	12:15	11:45	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00
1400-1429	12:30	12:00	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00
1430-1459	12:15	11:45	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00	09:00
1500-1529	12:00	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00	09:00
1530-1559	11:45	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00	09:00	09:00
1600-1629	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00	09:00	09:00
1630-1659	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00	09:00	09:00	09:00
1700-0459	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00
0500-0514	12:00	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00	09:00
0515-0529	12:15	11:45	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00	09:00
0530-0544	12:30	12:00	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00
0545-0559	12:45	12:15	11:45	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00

Le règlement sur les extensions de TSV en cas de circonstances imprévues n'est pas modifié. Il est néanmoins mentionné qu'en cas de circonstances imprévues pouvant entraîner une fatigue significative, le commandant de bord devra réduire le TSV ou augmenter le temps de repos tel que le prévoit les procédures spécifiques développées par l'exploitant.

Des AMC et GM (AMC1, GM1 ORO.FTL.205) sont associés à la part ORO.FTL. L'AMC1 ORO.FTL.205 précise les points suivants :

« *UNFORESEEN CIRCUMSTANCES IN ACTUAL FLIGHT OPERATIONS — COMMANDER'S DISCRETION*

(a) As general guidance when developing a commander's discretion policy, the operator should take into consideration the shared responsibility of management, flight and cabin crew in the case of unforeseen circumstances. The exercise of commander's discretion should be considered exceptional and should be avoided at home base and/or company hubs where standby or reserve crew members should be available. Operators should assess on a regular basis the series of pairings where commander's discretion has been exercised in order to be aware of possible inconsistencies in their rostering.

(b) The operator's policy on commander's discretion should state the safety objectives, especially in the case of an extended FDP or reduced rest and should take due consideration of additional factors that might decrease a crew member's alertness levels, such as:

- (1) WOCL⁽¹⁶⁾ encroachment;*
- (2) weather conditions;*
- (3) complexity of the operation and/or airport environment;*
- (4) aeroplane malfunctions or specifications;*
- (5) flight with training or supervisory duties;*
- (6) increased number of sectors;*
- (7) circadian disruption; and*
- (8) individual conditions of affected ».*

1.17.3.4 Réglementation relative à l'analyse des vols

EU-OPS

Les exigences réglementaires relatives à l'analyse des données de vol sont décrites dans l'OPS 1.037.

Il est imposé à l'exploitant de définir un programme d'analyse des données de vol qui soit intégré dans son programme de prévention et de sécurité des vols. Ce programme consiste à utiliser de manière proactive les données de vol en vue d'améliorer la sécurité.

L'EU-OPS ne fournit aucune indication ni méthode pour effectuer une analyse des vols.

AIR-OPS

Les exigences réglementaires relatives à l'analyse des données de vol sont décrites dans la Part ORO.AOC.130 – Analyse des données de vol en remplacement de l'OPS 1.037.

Des AMC et GM sont associées (AMC1, GM1 ORO.AOC.130) et sont plus précises que celles associées au règlement EU-OPS. Elles détaillent l'organisation, les méthodes et les objectifs du programme d'analyse des données de vols.

⁽¹⁶⁾**Window of Circadian Low**
(WOCL) définit la phase basse du rythme circadien. Le moment du cycle de l'horloge biologique circadienne où la fatigue subjective et la somnolence sont les plus marquées et les plus pénalisantes pour le travail mental ou physique.

1.17.3.5 Réglementation relative à la surveillance d'un exploitant par son autorité

EU-OPS

Le règlement EU-OPS, à l'inverse de l'AIR-OPS ne contient pas d'exigence spécifique relative à la réalisation des opérations de surveillance des exploitants par les autorités compétentes.

Les documents suivants étaient considérés comme des références applicables à ce sujet :

- DOC 8335 de l'OACI – Manuel des procédures d'inspection, d'autorisation et de surveillance continue de l'exploitation – Chapitre 9 ;*
- JAA Administrative and Guidance Material (JIP)- Part 2 OPS Procedures - Chapitre 5 Procedures for assessing the continued competence of an AOC holder, incluant l'appendice 5.*

Les opérations de surveillance continue réalisées par l'autorité compétente visent à s'assurer que les exigences de la réglementation applicable continuent d'être respectées après la délivrance d'un certificat de transporteur aérien. Ciblées sur des thèmes de surveillance visant à couvrir tous les aspects de l'exploitation, elles n'ont pas pour objet la vérification systématique et exhaustive de l'intégralité des exigences réglementaires. Elles ne se substituent notamment pas aux contrôles réalisés par l'exploitant, qui est en premier lieu responsable de la conformité réglementaire des procédures mises en place.

La surveillance continue s'articule notamment autour de quatre types d'actes de surveillance dont la réalisation et le suivi sont assurés par des inspecteurs habilités :

- des actes de surveillance programmés, au sol ou en vol, qui font l'objet d'un plan annuel ;
- des contrôles inopinés de surveillance, réalisés au sol au sein de l'entreprise ;
- des contrôles des documents adressés par l'exploitant à l'autorité ;
- des contrôles inopinés réalisés sur les aéronefs.

Lors des opérations de surveillance, l'exploitant doit être en mesure de démontrer à l'autorité compétente sa conformité aux exigences réglementaires.

AIR-OPS

La Part-ORO.GEN.200 « *Système de gestion* » demande à l'exploitant d'établir un système de gestion qui comprend notamment :

- une définition claire de la chaîne de responsabilité dans l'ensemble de la structure de l'exploitant ;
- une description de la doctrine et des principes généraux de l'exploitant en matière de sécurité, le tout constituant la politique de sécurité ;
- l'identification des dangers pour la sécurité aéronautique qui découlent des activités de l'exploitant, leur évaluation et la gestion des risques associés, y compris les mesures prises aux fins d'atténuer le risque et de vérifier leur efficacité.

Le système de gestion doit prendre en compte la taille de l'exploitant, la nature et la complexité de ses activités, les dangers inhérents à ces activités et les risques associés.

La Part-ARO GEN 305 « *Programme de surveillance* » demande aux autorités de mettre en œuvre une surveillance fondée sur l'évaluation des risques. Il est précisé que le programme de surveillance doit être développé en prenant en considération les spécificités de l'exploitant et la complexité de son exploitation.

Les AMC et GM associées (AMC2 ARO.GEN.305(b) « *Oversight programme – Procedures for oversight of Operations et GM1 ARO.GEN.305(b) Oversight Programme –Financial Management* ») décrivent les éléments à considérer lors des audits et inspections.

Il est ainsi précisé que lors des premiers mois d'exploitation, les inspecteurs de surveillance doivent prêter une attention particulière aux points suivants :

- l'application de procédures inadéquates ;
- les équipements et installations inadaptées ;
- l'inefficacité de la gestion des opérations ;
- les indications d'une dégradation significative des ressources financières.

Operational Suitability Data (OSD)

Depuis janvier 2014 la réglementation introduit la notion d'OSD. Le principe de l'OSD requiert de la part du constructeur d'aéronef qu'il fournisse un certain nombre de données afin d'assurer une exploitation sûre de ses aéronefs.

Ces données seront approuvées par l'AESA dans le cadre du certificat de type. Elles sont ensuite utilisées par les exploitants et les organismes de formation. Ces données se composent :

- de la liste principale d'équipement minimal (MMEL) ;
- des données spécifiques de type pour la formation des pilotes, des équipages de cabine et des équipes de maintenance ;
- des données pour la validation de simulateurs.

L'OSD a été introduit dans l'objectif de mieux prendre en compte les spécificités d'un aéronef, telles qu'identifiées lors de la certification de type, dans l'exploitation opérationnelle.

1.17.3.6 Surveillance de la HCAA par l'AESA

Dans le cadre de ses attributions, l'AESA réalise des inspections des autorités nationales pour s'assurer que celles-ci s'acquittent bien de leurs obligations et veillent à l'application correcte de la réglementation européenne par les opérateurs qu'elles sont chargées de surveiller.

Du 7 au 9 mars 2012, l'AESA a conduit une inspection de la HCAA. Dans ce cadre, l'AESA a également réalisé une inspection d'Hermes Airlines.

Le règlement UE 628-2013, relatif aux méthodes de travail de l'AESA pour l'exécution d'inspections de normalisation et pour le contrôle de l'application des dispositions du règlement (CE) n° 216/2008 du Parlement européen et du Conseil, stipule dans son article 21 « *Accès aux informations contenues dans les rapports d'inspections* ».

3. Lorsque des informations contenues dans un rapport d'inspection ont trait à des enquêtes de sécurité effectuées conformément au règlement (UE) n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil⁽¹⁾, ces informations sont mises sans retard à la disposition de l'autorité chargée de l'enquête de sécurité.

Le 24 juin 2013, conformément à l'article 21 cité précédemment, le BEA a demandé à l'AESA de lui fournir le compte-rendu de la dernière inspection qu'elle avait réalisée.

Le 23 juillet 2013, l'AESA a fourni au BEA le compte-rendu de l'inspection d'Hermes Airlines de mars 2012. Celui-ci n'a relevé que des remarques mineures concernant l'exploitant. L'AESA a également fourni au BEA une version censurée du compte rendu de l'inspection de la HCAA qui ne comportait pas les écarts relevés. Le compte-rendu complet n'a été fourni au BEA que le 29 mai 2015 lors la phase de consultation du projet de ce rapport qui comportait un paragraphe relatif à la position de l'AESA qui ne paraissait pas en accord avec l'article 21 du règlement UE 628-2013.

Le compte-rendu finalement fourni par l'AESA comporte des points sur les préoccupations de l'AESA à l'égard de la HCAA sur ses capacités à assurer efficacement son rôle de surveillance de ses exploitants en raison d'une diminution du personnel et d'une augmentation de la charge de travail.

Il est ainsi notamment mentionné que :

- le nombre d'inspecteurs en vol (Flight Operations Inspectors, FOI) a été divisé par quatre entre 2010 et 2012 ;
- la HCAA n'était pas en mesure de réaliser son programme de surveillance (75 % des inspections avaient été réalisées) ;
- la HCAA n'était pas en mesure de s'assurer que les manuels d'exploitation de ses exploitants demeuraient à jour et reflétaient effectivement les éventuels changements au sein des activités opérationnelles d'un de ses opérateurs.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Témoignages

1.18.1.1 Commandant de bord

Le commandant de bord indique qu'il avait prévu de faire l'aller retour Lyon-Dakar en seulement deux étapes. Il était PF sur le vol aller au cours duquel il a essayé d'économiser le carburant en utilisant la procédure « *Fuel Pre-determined Point* » (PDP). Il ajoute que le vol Lyon-Dakar a nécessité beaucoup de son attention car il recherchait le niveau optimal en permanence.

Au cours de l'escale de Dakar, il préparait le vol retour lorsqu'il a été informé que la masse sans carburant (Zero Fuel Weight) augmentait de 63 à 65,9 tonnes. Le retour ne pouvait plus être effectué directement. Il précise qu'il a appelé les opérations de la compagnie Air Méditerranée en France et qu'il a décidé de faire une escale technique à Agadir. Il précise qu'il a constaté qu'il aurait globalement du retard et qu'il a décidé de prendre davantage de carburant pour augmenter la vitesse de 2 points de Mach (0.80) pour rattraper un peu de temps.

Le copilote était PF sur le vol Dakar-Agadir-Lyon. L'escale d'Agadir a duré trente minutes. Lors de l'arrivée à Lyon, ils ont été guidés pour un atterrissage en piste 36R. Le Commandant de bord précise que la RVR était alors de 2 000 mètres et qu'on leur a annoncé 1 200 mètres par la suite. Il ajoute qu'il a effectué lui-même des changements de cap pour éviter des masses nuageuses. Ces changements ont entraîné une interception du localizer à une altitude un peu trop élevée pour l'interception du plan du glide. Il indique avoir utilisé les aérofreins pour augmenter le taux de descente et diminuer la vitesse. Lors de la capture du glide, il a essayé de réduire la vitesse en sortant le train d'atterrissage. Il a ensuite effectué la check-list avant atterrissage afin d'être stabilisé à 500 ft. Il précise avoir eu la piste complète en vue à une distance qu'il estime à environ 7 NM. Il ajoute qu'à l'approche des minima, les balises lumineuses de la piste étaient floues. Le PF a déconnecté le pilote automatique.

Le Commandant de bord explique que lorsqu'ils sont arrivés au-dessus de la piste, un banc de brouillard leur a fait perdre de vue l'extrémité opposée de la piste 36R. Il précise que c'est à cet instant que le PF a débuté l'arrondi et que l'avion était très près du sol. Il explique avoir ressenti que l'avion ne touchait pas le sol mais flottait au-dessus de la piste. Dans ce brouillard, tout lui a semblé difficile et il s'est inquiété. Il ajoute qu'il n'a pas envisagé d'interrompre l'approche ni l'atterrissage. Il a vu une voie de circulation sur sa gauche et a alors pensé que c'était la première. Il a eu conscience que l'avion ne toucherait pas la piste au niveau de la zone de touché à 300 mètres du seuil 36R.

Après le touché, Il a décidé d'utiliser le freinage en mode manuel et de déployer les inverseurs de poussée au maximum à la place du mode automatique de freinage (autobrake mode LOW) qui avait été initialement engagé. Il précise que pendant le roulement, il n'a ressenti aucune décélération et qu'il a essayé d'arrêter l'avion sur la piste. Il indique que l'avion avait une vitesse trop élevée pour dégager la piste par la dernière voie de circulation et qu'il a alors décidé de rester sur l'axe de piste.

A l'approche du seuil opposé, Il indique qu'il a d'abord viré sur la droite afin d'éviter la zone de touché du seuil opposé car il souhaitait garder le maximum d'efficacité pour le freinage en évitant cette zone contaminée par la gomme des pneus. Il a ensuite viré sur la gauche lors de la sortie de piste pour éviter la collision avec les antennes du localizer.

Lorsque l'avion s'est immobilisé, il a constaté qu'aucun indicateur d'incendie n'était allumé, que la température des freins était basse. Il a communiqué avec le contrôleur qui l'a informé de l'envoi des services SSLIA. Il indique avoir donné l'instruction au chef de cabine pour que les passagers restent assis du fait que rien ne justifiait une évacuation d'urgence. Il ajoute avoir démarré l'APU et arrêté les moteurs puis demandé la check-list après atterrissage. Il ajoute que les passagers étaient calmes et qu'ils ont attendu l'arrivée des bus et des passerelles pour effectuer le débarquement.

Le Commandant de bord indique ne pas avoir pris de période de repos pendant les trois étapes du vol. Il ajoute qu'il a déjà volé deux fois avec ce copilote et précise que ce dernier, inexpérimenté, a nécessité une attention particulière tout au long des vols. Il ajoute qu'il a parfois éprouvé des difficultés à le comprendre en raison de son accent. Il indique qu'il est perturbé par le fait que les contrôleurs français s'adressent en français aux pilotes francophones.

Il avait déjà réalisé un vol Agadir-Dakar en tant que Commandant de bord au sein d'un équipage renforcé.

Lors de la descente puis de l'approche, il explique qu'il n'a pas remarqué la présence du vent arrière et qu'il n'a pas utilisé le ND pour s'informer du vent. Il indique qu'il n'a pas vérifié le calage du QNH car ils étaient trop hauts et trop rapides et qu'ils essayaient de réduire la vitesse. Il ajoute qu'il a majoritairement porté son attention sur la surveillance extérieure. Lors de son entretien, le Commandant de bord indique que, selon lui, la valeur maximale de stabilisation en vitesse est égale à la vitesse d'approche + 20 kt.

Il explique qu'il n'a jamais effectué d'approche ILS Cat III car il n'est pas encore qualifié pour réaliser ce type d'approche chez Hermes Airlines. Chez son précédent employeur, il n'a réalisé que des approches ILS Cat II. Il n'a également jamais effectué d'approche interrompue à faible hauteur.

Il ajoute qu'il a suivi la formation Airbus relative à la prise de priorité sur les commandes lors de sa qualification de type. Cette formation consiste en un cours théorique sur le fonctionnement des systèmes et les procédures associées.

1.18.1.2 Copilote

Le copilote indique qu'il a décollé le 28 mars 2013, de Valence (Espagne) à 06 h 05 UTC du matin à destination de Paris Charles de Gaulle où il a repris un vol pour Lyon. Il est arrivé à son hôtel à Lyon vers 14 h 00.

Le 29 mars 2013, il s'est présenté à l'aérodrome de Lyon vers 4 heures. Il précise qu'il a passé une bonne nuit et se sentait reposé. Lors de la préparation du vol, il s'attendait à être en équipage renforcé. Le Commandant de bord a appelé les opérations et a décidé d'entreprendre le vol à deux. Ils ont évoqué la possibilité d'une escale à Agadir.

Lors du vol Lyon-Dakar, le Commandant de bord était PF. Ils ont utilisé la procédure PDP. Le copilote précise qu'il n'a pas pris de période repos « *controlled rest* » durant cette étape. Il ajoute qu'il n'aime pas effectuer ce genre de repos et qu'il préfère avoir une bonne nuit de sommeil la veille. A Dakar, un délai dans l'approvisionnement de nourriture et une masse sans carburant supérieure de 2,9 tonnes ont incité le Commandant de bord à effectuer une escale à Agadir. Le copilote était PF pour le retour Dakar-Agadir-Lyon.

En approche vers Lyon, le copilote précise que c'est lui qui a écouté l'ATIS afin de s'entraîner à cet exercice. Il a noté les informations qu'il avait comprises sur une feuille du dossier de vol. Il se souvient d'une visibilité de 400 mètres, d'une RVR de 2 000 mètres et d'un plafond morcelé à 100ft. Il n'a pas pris conscience des conditions de fort vent arrière énoncées dans l'ATIS et n'a pas non plus remarqué cette tendance sur le ND.

Il explique qu'il a ensuite réalisé le briefing approche avec le Commandant de bord. Il l'a informé de ses préoccupations sur les conditions météorologiques en lui disant qu'ils étaient en limite d'avoir à effectuer une approche ILS de catégorie II. Le Commandant de bord lui a répondu que la RVR permettait de faire une approche ILS de catégorie I. Il n'est pas revenu sur ce point par la suite.

Durant l'approche, il explique qu'il a choisi de gérer la vitesse en mode sélectionné car d'autres pilotes lui avaient conseillé ce choix. Ils estimaient que cette méthode était plus efficace que l'utilisation du mode managé. Il précise qu'il ne sait pas comment il a choisi les valeurs de vitesses qu'il a sélectionnées.

L'entretien avec le PF a montré qu'il possédait des connaissances lacunaires sur certains systèmes de l'avion et certaines procédures. Il semblait ne pas connaître :

- la procédure de rattrapage de plan par le haut avec le mode V/S ;
- la signification des vitesses caractéristiques (Green Dot, S et F) ;
- les critères de stabilisation (vitesse, vitesse verticale, assiette).

Etablis sur le glide, le copilote a éprouvé des difficultés pour réduire la vitesse. Il a alors utilisé les aérofreins, les volets et le train d'atterrissage afin d'être stabilisé à 500 ft. Il a aperçu la piste dans son intégralité à une distance de 7 à 8 NM du seuil 36R. Il précise qu'en raison de la forte humidité le balisage lumineux était flou.

Il estime que l'avion était stabilisé en passant 500 ft en descente. Il a déconnecté le pilote automatique à 200 ft. Il n'a pas remarqué d'augmentation du régime N1 des moteurs après le passage des 150 ft.

A 50 ft, l'apparition d'une nappe de brouillard au-dessus du seuil de piste opposé ne lui permettait plus de le distinguer clairement. Il n'a pas envisagé d'interrompre l'approche. Lors de ses vols précédents, il n'a jamais effectué d'approche interrompue ni de déroutement.

A environ 20 ft, il a commencé son arrondi avec la même technique que celle qu'il utilise habituellement. Il estime que l'avion ne descendait pas. Il a effectué un arrondi long et a déconnecté l'auto-poussée lorsqu'il a entendu la voix synthétique « *RETARD* ». Il n'avait pas remarqué que le Commandant de bord agissait sur son mini-manche jusqu'à ce qu'il entende l'alarme « *Dual Input* ».

Après le touché, le Commandant de bord a repris le contrôle des commandes et a appliqué un freinage énergique en maintenant les inverseurs de poussée déployés.

Après l'immobilisation de l'avion en dehors de la piste, le Commandant de bord s'est coordonné avec le contrôleur tour et les services de lutte incendie. Le Commandant de bord a estimé qu'il n'y avait pas de risques d'incendie ni de danger pour les passagers et il a été décidé d'attendre les passerelles pour débarquer les passagers.

Le copilote ajoute qu'il avait déjà volé avec le Commandant de bord et que ce dernier était son instructeur CRM. Il n'avait jamais effectué le vol Lyon-Dakar mais avait déjà volé sur de longues distances en équipage renforcé.

Il ajoute qu'il n'a jamais réalisé d'approche ILS Cat II ou Cat III. Il n'a également jamais réalisé d'approche interrompue ou de déroutement en ligne.

1.18.2 Evènements antérieurs

Les chapitres ci-dessous traitent de certains événements portés à la connaissance du BEA. Le détail est disponible en **annexe 9**.

1.18.2.1 Anomalie de l'A/THR

- Incident grave survenu le 11 juillet 2011 à Bamako (Mali) à l'Airbus A320-214 immatriculé 6V-All exploité par Air Sénégal.

A la date de publication de ce rapport, le rapport d'enquête des autorités maliennes sur cet incident n'est pas publié.

1.18.2.2 Approche non stabilisée et sortie de piste

- Accident survenu le 16 octobre 2012 sur l'aérodrome de Lorient Lann Bihoué (56) au Bombardier CRJ-700 immatriculé F-GRZE exploité par BritAir⁽¹⁷⁾.

1.18.2.3 Double pilotage

- Incident grave survenu le 28 mai 2006 à Sarragosse (Espagne), Airbus A320⁽¹⁸⁾.
- Accident survenu le 14 février 2012 à London Luton, Airbus A319⁽¹⁹⁾.

1.18.2.4 Phénomène de double pilotage mentionné dans la base de données des ASR de la DGAC

La base de données de la DGAC indique que 145 rapports d'incidents à déclaration obligatoire (ASR) d'équipages d'exploitants français relatifs à des déclenchements de l'alarme « *DUAL INPUT* » ont été enregistrés.

Les cas de double pilotage se décomposent majoritairement suivant les scénarios classés ci-dessous en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- 1 - lors de la phase d'approche finale ou lors de l'arrondi alors que le copilote est PF, dans de nombreux cas le copilote est en AEL ;
- 2 - en approche interrompue ;
- 3 - lors de turbulences ;
- 4 - action involontaire de l'un des membres d'équipage sur son mini-manche.

1.18.2.5 Etude pertes de contrôle de la trajectoire en phase d'approche lors de la remise de gaz

En 2013 le BEA a publié une étude sur les pertes de contrôle en phase d'approche lors d'une remise de gaz. Un aspect mentionné dans cette étude traite de l'information de vent fournie aux équipages⁽²⁰⁾.

1.18.2.6 Incident grave survenu à un avion exploité par Hermes Airlines

En novembre 2014, le BEA a publié un rapport sur l'incident grave survenu le 11 avril 2012, à Lyon Saint-Exupéry, Airbus A320 SX-BHV exploité par Hermes Airlines⁽²¹⁾.

⁽¹⁷⁾<http://www.bea.aero/docspa/2012/fze121016/pdf/fze121016.pdf>

⁽¹⁸⁾http://www.fomento.gob.es/NR/rdonrdonlyres/21313F00.98A2_4F14_A582_4D0A8FA188/2006.029.IN.ENG.pdf

⁽¹⁹⁾http://www.aairb.gov.uk/publications/bulletins/january_2013/airbus_a319_111__g_ezfv.cfm

⁽²⁰⁾<http://www.bea.aero/etudes/parg/parg.php>

⁽²¹⁾<http://www.bea.aero/docspa/2012/sx-v120411/pdf/sx-v120411.pdf>

1.18.3 Actions d'amélioration de la sécurité

1.18.3.1 Plan d'actions européen pour la prévention des sorties de piste

Un groupe de travail, coordonné par Eurocontrol et composé d'exploitants, de constructeurs et d'autorités, a défini un plan d'actions pour la prévention des sorties de piste (European Action Plan for the Prevention of Runway Excursions EAPPRE)⁽²²⁾. Publié en janvier 2013, ce plan contient des recommandations et des guides à l'attention des exploitants d'aérodromes, exploitants d'aéronefs, prestataires des services de la navigation aérienne, constructeurs d'aéronefs, des autorités de l'aviation civile et de l'AESA. Certaines de ces recommandations sont pertinentes dans le cas de la sortie de piste survenue à Lyon.

⁽²²⁾[http://www.skybrary.aero/index.php/European_Action_Plan_for_the_Prevention_of_Runway_Excursions_\(EAPPRE\)](http://www.skybrary.aero/index.php/European_Action_Plan_for_the_Prevention_of_Runway_Excursions_(EAPPRE))

Mesures opérationnelles pour la prévention des sorties de piste

1. « The aircraft operator must publish Company Criteria for stabilized approaches in their Operation Manual. Flight crew should go-around if their aircraft does not meet the stabilized approach criteria at the stabilization height or, if any of the stabilized approach criteria are not met between the stabilization height and the landing. Company guidance and training must be provided to flight crew for both cases. »
2. « The aircraft operator should publish a standard operating procedure describing the pilot non flying duties of closely monitoring the flight parameters during the approach and landing. Any deviation from company stabilized approach criteria should be announced to the pilot flying using standard call outs. »
3. « The aircraft operator must publish the company policy, procedure and guidance regarding the go-around decision. It should be clearly stated that a go-around should be initiated at any time the safe outcome of the landing is not assured. Appropriate training should be provided. »
4. «The aircraft operator should publish the standard operating procedure regarding a touchdown within the appropriate touchdown zone and ensure appropriate training is provided. »

Equipements embarqués

1. « The aircraft operator should consider equipping their aircraft fleet with technical solutions to prevent runway excursions. »
2. « On-board real time performance monitoring and warning systems that will assist the flight crew with the land/go-around decision and warn when more deceleration force is needed should be made widely available. »
3. « Develop rulemaking for the approval of on-board real-time crew alerting systems that make energy based assessments of predicted stopping distance versus landing distance available, and mandate the installation of such systems. »

D-ATIS

1. « Consider equipping for digital transmission of ATIS, as appropriate. »
2. « The aircraft operator should consider equipping their aircraft fleet with data-link systems (e.g. ACARS) to allow flight crews to obtain the latest weather (D-ATIS) without one pilot leaving the active frequency.»

Analyse des vols

1. « The aircraft operator should include and monitor aircraft parameters related to potential runway excursions in their Flight Data Monitoring (FDM) program. »
2. « Ensure aircraft operators as part of their Safety Management System identify and promote appropriate precursors for runway excursions that could be used from their flight monitoring data or safety data set as safety performance indicators that could be used to monitor the risk of a runway excursion. Encourage them to share safety related information based on agreed parameters. »

Le plan européen d'amélioration de la sécurité⁽²³⁾(EASP), géré par l'AESA, dans sa version 2013-2016, demande que les Etats examinent le plan :



European Aviation Safety Plan 2013-2016

New actions

Runway Excursions

Runway excursions

There are at least two runway excursions each week worldwide. ICAO (Global Runway Safety Symposium 2011) has noted that the rate of runway excursions has not decreased in more than 20 years. A wide array of aviation stakeholders have requested to address the risk of runway excursions.

The European Action Plan for the Prevention of Runway Excursions (EAPPRE) developed by the European Working Group for the Prevention of Runway Excursions (EWGPRES) under the aegis of ECAST is now available. The recommendations contained in the Plan stem from the findings of a Eurocontrol study of runway excursions in the European region. The study findings made extensive use of lessons from more than a thousand accident and incident reports.

Key findings:

- The risk of a runway excursion is increased by wet and contaminated runways in combination with gusts or strong cross or tail winds;
- Practices such as landing long and or late or ineffective deployment of braking devices are highly relevant to runway excursion risk;
- The majority of runway excursions occur on a dry runway;
- In the cases of both landing and take-off excursions, the primary opportunity to prevent a runway excursion is in the decision making of the flight crew to go around or, once at or approaching V1, continue a take-off.

Key enablers:

- Local Runway Safety Teams;
- Aeronautical Information publishers;
- Participation in lesson sharing;
- The uniform and consistent application of ICAO provisions and EU regulations;
- Training;
- Know your aircraft type performance limits for the aerodrome concerned;
- Communication of the recommendations and guidance materials contained in the European Action Plan for the Prevention of Runway Excursions to all operational staff.

Proposed action(s)

Two recommendations are proposed that encompass action at both Member States and Agency level.

- A. On one hand Member States should address the recommendations made by the EAPPRE via their State Safety Programmes in coordination with service providers and industry organisations.**



European Aviation Safety Plan 2013-2016

B. On the other hand EASA should study possibilities for mitigating the risk of runway excursions through regulation, starting by evaluating the proposals made by the EAPPRE.

It has to be noted that as part of the second extension of the Agency's remit to ATM and aerodromes there are proposals in the process of being adopted that will contribute to this effort.

New Safety Actions						
No.	Issue	Actions	Owner	Dates	Type	Deliverable (Measure)
AER1.9	Runway excursions	Member States should address the recommendations made by the EAPPRE via their SSPs in coordination with service providers and industry organisations	MS	Per Plan	SP	Report on progress
AER1.10	Runway excursions	EASA should study possibilities for mitigating the risk of runway excursions through regulation, starting by evaluating the proposals made by the EAPPRE	EASA	Per Plan	R	Report on progress

1.18.3.2 Amélioration de la formation des équipages

1.18.3.2.1 Implementation Pilot Training Group (IPTG)

L'AESA a également mis en place un groupe de travail (IPTG) visant à réduire les disparités du niveau de la formation des pilotes en Europe en renforçant la standardisation.

L'IPTG a, entre autres, défini huit axes prioritaires d'optimisation des lacunes suivantes :

- les disparités importantes dans la formation des inspecteurs OPS/FCL ;
- les différences significatives dans les critères de sélections des instructeurs en ligne ;
- le manque d'expérience pédagogique de base des SFE/TRE et leurs difficultés à établir de façon fiable les axes de progrès des stagiaires ;
- le manque de robustesse des processus de formation et de contrôle et la part trop importante des ressources dédiées aux contrôles par rapport à la formation ;
- les SOP inadéquats et des lacunes dans leur application par les équipages ;
- l'utilisation d'instructeurs extérieurs n'utilisant pas les SOP de la compagnie ;
- le manque de prise en compte de l'expérience réelle des stagiaires dans la formation et le décalage qui existe entre l'expérience réelle des stagiaires et l'expérience nécessaire dans l'environnement opérationnel de la compagnie.

1.18.3.2.2 Evidence Based Training (EBT)

L'analyse des données récentes de sécurité des vols met en évidence les points suivants :

- les facteurs humains, et plus particulièrement les compétences non techniques telles que le leadership/travail en équipage, la communication sont des facteurs déterminants dans la survenue d'événements indésirables. La qualité du pilotage manuel et la capacité à surveiller de façon adéquate les paramètres de vol sont régulièrement cités comme facteurs contributifs d'un grand nombre d'accidents et incidents graves sur les avions de quatrième génération ;

- ❑ le temps d'entraînement n'est pas forcément alloué aux sujets présentant les risques les plus fréquemment rencontrés en situation opérationnelle.

Un changement dans la manière d'aborder la formation initiale et récurrente a été jugée nécessaire par l'industrie au travers des initiatives de l'IATA.

L'Evidence Based Training (EBT) repris par l'OACI dans sa documentation en 2013 découle de l'initiative de l'IATA dans le domaine de la formation et d'évaluation des équipages (Projet ITQI). L'EBT vise à apporter une réponse à ces problématiques de formation et d'évaluation des équipages en :

- ❑ préconisant le développement chez les équipages d'un ensemble précis de compétences opérationnelles à la fois techniques et non techniques ;
- ❑ recommandant le choix de scénarios fondés sur des événements réels dont la source est issue de l'ensemble des événements rencontrés en opération et des risques qui leur sont associés. L'EBT propose notamment des programmes de formation initiale et récurrente à partir :
 - d'une analyse étendue des données de sécurité disponibles au niveau mondial : tous les sujets d'entraînement sont ainsi justifiés par un besoin d'atténuation d'un risque établi ;
 - d'une priorisation des risques identifiés par les systèmes de gestion de la sécurité (SGS) des compagnies en fonction de leurs conditions d'exploitation propres.

Ceci a pour objectif de s'assurer que les équipages ont la capacité d'être performants quand ils font face à des menaces réalistes, c'est-à-dire proche de celles qu'ils rencontrent en ligne.

L'EBT est donc un système global de formation et d'évaluation fondé sur des données opérationnelles. Ce système développe et évalue la capacité globale d'un pilote à mettre en œuvre un ensemble de compétences de base, plutôt que de mesurer la capacité individuelle à effectuer des manœuvres ou gérer des situations spécifiques.

Les conclusions du groupe IATA/IFALPA/OACI sont disponibles dans trois documents⁽²⁴⁾ :

- ❑ *Data report for Evidence-Based training (IATA) ;*
- ❑ *OACI doc 9995 « Manual of Evidence-Based training » ;*
- ❑ *Evidence-Based Training Implementation Guide.*

L'IATA dans le rapport « *Data Report for Evidence Based Training (EBT)* » indique notamment que :

■ 1 - Atterrissage

La phase d'atterrissage est très complexe et constitue la phase de vol qui présente statistiquement le plus grand nombre d'accidents. La tendance actuelle est à la hausse.

⁽²⁴⁾<http://www.iata.org/whatwedo/ops-infra/itqi/Documents/ebt-implementation-guide.pdf>

L'étude indique que les erreurs de pilotage lors de l'atterrissage ne sont pas à ce jour détectées de façon satisfaisante. Elle indique également que les capacités des pilotes à atterrir se construisent avec l'expérience, et qu'elles se détériorent sans pratique suffisante. Elle met en avant la nécessité d'améliorer la formation sur les effets environnementaux et aérodynamiques associés à l'atterrissage. Elle préconise que les conditions d'entraînement soient réalistes et mettent en évidence le moment et la bonne manière de décider et d'exécuter une approche ou un atterrissage interrompu.

■ 2 - Approches non stabilisées

Les approches non stabilisées constituent un problème global (3 à 4 % des approches). Elles conduisent statistiquement à des événements plus graves que ceux se produisant après une approche stabilisée. Les pilotes indiquent poursuivre ces approches notamment parce qu'ils pensent se mettre moins en danger que s'ils réalisent une remise de gaz.

Le rapport préconise de cibler l'entraînement de type « EBT » sur le renforcement de la stabilisation et sur la qualité de l'interruption de l'approche. Il recommande d'améliorer la rigueur dans l'application des procédures et la confiance des pilotes dans leurs capacités à remettre les gaz de façon satisfaisante.

■ 3 - Approche et atterrissage interrompus

La poursuite d'une approche non stabilisée est la troisième source la plus fréquente d'écart d'application des procédures. Le faible taux d'approche interrompu en raison d'une approche non stabilisée trouve généralement son origine dans une forme de surprise, des conditions défavorables et d'altitudes et de niveaux d'énergie différents de ceux rencontrés en entraînement.

Le rapport met en évidence que les autorités de l'Aviation Civile en général n'ont pas actuellement de stratégie concernant une forme d'adaptation des entraînements dans des conditions réalistes proches de l'exploitation

■ 4 - Gestion des erreurs

L'étude indique l'importance des capacités de surveillance (monitoring) et de détection des erreurs chez les équipages. Les capacités de gestion d'erreur se dégradent dans le temps. Ces formations sont globalement absentes de la formation en compagnie, et ne sont pas requises par les autorités de façon formelle.

L'AESA indique qu'elle va lancer en 2015 deux tâches réglementaires (RMT 0559 et 0600) relatives à l'EBT. Les résultats de ces tâches réglementaires devraient être connus en 2017.

1.18.3.3 Tâche réglementaire de l'AESA relative aux systèmes embarqués de prévention des sorties de piste

Des systèmes embarqués d'alarmes en cas de risque de sorties de piste sont déjà disponibles en option sur les avions Airbus A319/A320/A321 - A330/340 - A380.

Honeywell a également développé un système similaire appelé Smartlanding.

L'AESA a lancé une tâche réglementaire (NPA 2013-09 « *Reduction of runway excursions* » du 10 mai 2013)⁽²⁵⁾ dont l'objectif est de définir des standards de certification, et éventuellement des obligations d'emport de systèmes embarqués d'aide à l'atterrissage (Runway overrun-Awareness and Avoidance Systems, ROAAS) sur les avions existants utilisés en transport public (CS 25 et CS 26).

⁽²⁵⁾<http://easa.europa.eu/system/files/dfu/NPA%202013-09.pdf>

Le 16 avril 2015, l'AESA a publié les réponses à la NPA dans un document CRD⁽²⁶⁾(Comment-Response Document 2013-9 « *Reduction of runway excursions* »). Il est prévu de publier une nouvelle NPA. Les travaux de cette tâche réglementaire sont programmés pour se terminer en 2017.

⁽²⁶⁾<https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/http://www.bea.aero/docspa/2012/sx-v120411/pdf/sx-v120411.pdf>
[CRD%202013-09.pdf](https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/CRD%202013-09.pdf)

1.18.3.4 Concepts LOSA (Line Operations Safety Audit) et TEM (Threat and Error Management)

L'Université du Texas, en collaboration avec Continental Airlines, a élaboré un programme structuré d'observation des activités opérationnelles d'un exploitant (LOSA). Le programme repose sur des observateurs spécialement formés pour recueillir des données relatives aux comportements des navigateurs et aux contextes de vols ordinaires.

Lors des audits en vol, les observateurs enregistrent et codent les menaces possibles pour la sécurité, la façon dont ces menaces sont traitées, les erreurs qu'elles entraînent, la façon dont le personnel navigant y répond et les comportements particuliers habituellement associés aux accidents et aux incidents. Un audit LOSA permet notamment :

- d'identifier les menaces liées à l'environnement opérationnel et aux conditions d'exploitation ;
- d'évaluer l'influence de la formation sur l'exploitation ;
- de vérifier la qualité et la facilité d'utilisation des procédures ;
- d'identifier les éventuelles dérives des pilotes dans l'exploitation.

Ce programme permet ainsi de mettre en œuvre des mesures facilitant la gestion des erreurs humaines dans les contextes d'exploitation (TEM).

Le TEM est une philosophie qui doit notamment permettre aux équipages :

- d'identifier les menaces auxquelles ils sont exposés et identifier les erreurs pouvant être commises ;
- de déterminer une ou des stratégies adaptées aux menaces et erreurs identifiées ;
- de décider et mettre en œuvre la stratégie qui paraît la plus adéquate ;
- de modifier la stratégie si elle semble ne plus être adaptée.

Le briefing permet d'activer la mémoire à court terme. Il doit ainsi prendre en compte les menaces du jour et les stratégies pour les gérer.

En 1999, l'OACI a approuvé LOSA comme outil principal permettant de développer des contre-mesures pour gérer l'erreur humaine dans les opérations de l'aviation (*Doc 9803 - LOSA (line operations safety audit)*).

Le document intitulé « *LOSA Archive Report : 10 Target Areas for Evidence Based Training – IATA ITQI EBT Working Group report – April 2010* » traite, dans sa première section des approches non stabilisées.

Les statistiques issues de la base de données de LOSA et fondées sur 8 375 vols d'observations réalisés entre 2003 et 2010 montrent que 4 % des approches sont non stabilisées (selon les critères de l'exploitant). Or, les équipages ont décidé de poursuivre l'approche dans 97 % des cas :

Unstable Approach Outcomes

Event	Outcome of the Event
4% of flights in LOSA Archive have an Unstable Approach	87% continued the approach and landed without issue
	10% continued the approach and landed long, short, or significantly off centerline
	3% executed a missed approach (9 of 337 unstable approaches observed)

Les audits LOSA montrent que la majorité des équipages débutent très souvent une approche avec l'objectif d'être stabilisé à 1 000 ft mais qu'une certaine confusion peut s'installer dans le cockpit lorsque cet objectif n'est pas atteint :

- méconnaissance des définitions des conditions IMC ou VMC (choix des hauteurs de stabilisation 500 ou 1 000 ft) ;
- méconnaissance ou difficultés des équipages à se rappeler les critères de stabilisation ;
- difficultés des équipages à interpréter les procédures (SOP) lorsqu'elles leur permettent de poursuivre l'approche si les corrections d'écarts à entreprendre sont jugées « *acceptables* » ;
- absence de procédure établie par les exploitants ou méconnaissance des équipages de ces procédures lorsqu'elles existent dans le cas où l'approche devient non stabilisée après le passage des hauteurs de stabilisation (procédure d'atterrissage interrompue).

Les observations LOSA indiquent également que les approches non stabilisées sont principalement dues aux :

- prises en compte insuffisantes des conditions de vent (composante de vent arrière, cisaillement du vent, gradient de vent et turbulences) ;
- approche non conformes ANC : instructions ATC et acceptation de ces instructions par les équipages (contraintes altitudes ou de vitesses) ne leur laissant pas suffisamment de temps pour planifier, préparer et exécuter une approche stabilisée.

1.18.3.5 Mesures prises relatives aux comportements de l'A/THR

Airbus a été informé pour la première fois d'une augmentation non commandée de l'ATH/R en septembre 1996 par la compagnie Air Inter.

Une correction avait été apportée lors de l'introduction du nouveau standard⁽²⁷⁾ FMGC, en 2001. Cette évolution nécessite un changement d'équipements matériels.

En mai 1997, une lettre d'information (SIL22-039 R1) a été envoyée à tous les opérateurs.

⁽²⁷⁾Il s'agit du standard Flight Guidance (FG) de seconde génération (2G) « C8/18 ».

La dernière révision R4 date d'octobre 2011. Cette lettre énumère les différents standards de FMGC et fournit une description des évolutions fonctionnelles (matérielles et logicielles) de chaque standard. Il est notamment écrit que le nouveau standard résout le problème d'augmentation non commandée de l'A/THR en dessous de 150 ft lorsque l'avion est en situation de survitesse avec l'A/THR engagé et le pilote automatique désengagé : « *Addresses thrust increase issues occurring below 150 ft while aircraft is in overspeed situation, with autopilot off and Autothrust (A/THR) engaged* ».

Lorsque qu'un exploitant est intéressé par le remplacement de FMGC, Airbus lui adresse un bulletin de service. Aucun des précédents exploitants du SX-BHS (SwissAir et Air Méditerranée) n'avait effectué cette démarche. Hermes Airlines n'avait pas connaissance de l'existence de la lettre d'information (SIL22-039 R4) car l'exploitant précédent ne la lui avait pas retransmise.

Environ 385 aéronefs, utilisés par environ 90 exploitants répartis dans le monde entier, sont équipés du standard de FMGC susceptible de produire cette anomalie.

A la suite de l'accident, Airbus a publié le 31 juillet 2013 une lettre spécifique (**annexe 10**) à l'attention des exploitants dont les avions sont équipés des FMGC concernés. Cette lettre propose une offre commerciale afin de faciliter et encourager le remplacement des équipements.

En juin 2014, Airbus a informé le BEA que des exploitants étudiaient la proposition de remplacement. Cela concerne environ 250 aéronefs. 36 aéronefs ont été modifiés.



AESA

Le 14 novembre 2013, l'AESA a publié un bulletin d'information de sécurité (SIB n°2013-19) relatif au comportement de l'A/THR (**annexe 10**). Cette lettre d'information mentionne la proposition d'Airbus de remplacer les FMGC de première génération. La lettre fournit également des informations sur l'accident survenu à Lyon et précise que le comportement indésirable de l'A/THR a contribué à cet accident. L'AESA a émis les trois recommandations suivantes :

- ❑ les équipages doivent appliquer les procédures normales et anormales du manuel de vol (AFM) car elles prennent en compte les conditions qui peuvent avoir une influence sur l'atterrissage ;
- ❑ les équipages doivent se rappeler que la décision d'interrompre l'approche en cas de non stabilisation est la décision la plus sûre. Un atterrissage dans des conditions de survitesse excessive, de vent arrière et de piste contaminée est d'autant plus difficile ;
- ❑ les exploitants devraient effectuer le remplacement du FMGC d'ancienne génération afin d'éviter la survenue de l'anomalie identifiée du comportement de l'A/THR.

1.18.3.6 Actions entreprises par la DGAC

Le 18 septembre 2013, la DGAC a publié la lettre d'information Sécurité DGAC n° 2013/09.

 	<h2 style="text-align: center;">INFO SÉCURITÉ DGAC</h2> <h3 style="text-align: center;">N° 2013/09</h3>
<p><i>Une info sécurité est un document diffusé largement par la DGAC, non assorti d'une obligation réglementaire dont le but est d'attirer l'attention de certains acteurs du secteur aérien sur un risque identifié.</i> Cette info sécurité est disponible sur : http://www.developpement-durable.gouv.fr/info-securite-DGAC.html</p>	
Opérateurs concernés	<ul style="list-style-type: none">• Exploitants d'avions en transport aérien commercial• Prestataires de services de navigation aérienne
Sujet	Vitesse en approche finale
Objectif	<p>La DGAC :</p> <ul style="list-style-type: none">• attire l'attention des exploitants d'avions ainsi que des prestataires de services de navigation aérienne, sur les risques associés à une vitesse en finale trop élevée• recommande une vitesse maximale de 180kt en régression, à 8NM du seuil de la piste.
Contexte	<p>De nombreux accidents en approche, à savoir des sorties de piste longitudinales, des pertes de contrôle en courte finale, voire des CFIT¹ peuvent être mis en relation avec des vitesses élevées en début d'approche finale. Ces vitesses peuvent être notamment la conséquence :</p> <ul style="list-style-type: none">- d'un souhait de l'équipage de limiter au maximum un retard ;- en amont de l'approche finale, d'une mauvaise estimation par l'équipage ou par l'ATC des possibilités de résorption d'énergie de l'appareil ;- d'une demande ou d'une sollicitation de l'ATC de maintenir une vitesse élevée dans l'objectif d'augmenter la capacité instantanée. <p>La nécessité de fortement ralentir l'avion avant le plancher de stabilisation conduit à une importante diminution de la disponibilité des pilotes, favorable à la focalisation sur un paramètre en particulier. Les conséquences immédiates d'une telle situation sont principalement de deux ordres :</p> <p>1) Difficulté de résorption de l'énergie :</p> <p>Au-delà d'une certaine valeur, la réduction de vitesse devient délicate, la sortie des volets n'étant parfois plus possible au moment souhaité pour éviter un dépassement de vitesse maximale volets sortis (VFE). Cela est particulièrement vrai sur les avions modernes présentant une plus grande finesse. La nécessité de retarder certaines actions (sortie des volets...) et check-lists conduira ainsi à une approche d'autant plus précipitée que le temps disponible pour les réaliser sera plus court. La présence d'une composante de vent arrière en finale aggrave la situation.</p> <p>L'analyse de vol et les rapports d'incidents montrent que les critères de stabilisation² retenus par les exploitants ne sont pas toujours respectés, notamment lorsque la vitesse est en cours de régression vers la vitesse cible. Il convient donc de s'assurer que la gestion de la trajectoire en amont permettra de respecter ces critères de stabilisation : c'est l'objectif de cette info sécurité.</p> <p>Parmi les cas extrêmes, l'accident d'un Boeing 737-400, le 7 mars 2007 à Jogjakarta en Indonésie, illustre bien la problématique décrite dans ce paragraphe : au FAP, à 6,6NM du seuil de piste, la vitesse indiquée était de 254kt et la vitesse sol de 286kt, avec 950 pieds d'excès d'altitude. La suite de l'approche n'a pas permis de résorber cet excès initial de vitesse et l'avion est sorti de piste (voir lien en annexe).</p> <p>L'incident grave survenu à un A310 à Orly en 1994 (voir lien en annexe) est un autre exemple des conséquences possibles d'une approche initialement beaucoup trop rapide : la remise de gaz, initiée aux alentours de 1000 pieds sous une forte charge de travail, a conduit à un départ en chandelle puis à un décrochage récupéré de justesse.</p>

¹ CFIT : Controlled Flight Into Terrain

² La Consigne Opérationnelle n° F-2008-01 (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/GUIDEBPDBLEFR.pdf>) a rendu obligatoire pour les exploitants d'avions en transport aérien commercial la mise en place d'un plancher de stabilisation et d'une annonce positive au passage de celui-ci.

Toute remarque quant à la mise en œuvre des mesures proposées dans cette info sécurité DGAC est à adresser à : rex@aviation-civile.gouv.fr

1

Info Sécurité DGAC n° 2013/09 - Version n°1 du 18/09/2013

	<p>2) Passage sous la vitesse d'évolution :</p> <p>Une vitesse élevée en amont de l'approche finale nécessite l'utilisation de tous les moyens de décélération disponibles, et notamment le maintien des moteurs au régime ralenti de façon prolongée afin de ralentir vers la vitesse d'approche. Or, dans une phase favorable au phénomène de focalisation et pendant laquelle la charge de travail s'intensifie (sortie des volets, changements de fréquences, check-lists...), la surveillance de cette vitesse en cours de régression peut être perturbée, menant ainsi à un passage non détecté sous la vitesse d'approche. Compte tenu du temps nécessaire à la remise en puissance des moteurs (notamment sur les avions à réaction), une perte de contrôle de l'avion peut en découler.</p> <p>Pour l'illustrer, et bien qu'une analyse de l'accident du Boeing 777 à San Francisco, le 6 juillet 2013, ne soit pas disponible à la date de parution de cette info sécurité, les données préliminaires rendues publiques par le NTSB font notamment état :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'une demande par l'ATC de maintenir 180kt jusqu'à 5NM ; - de moteurs au régime ralenti ; - du passage à 500 pieds, 34 secondes avant l'impact, à 134 nœuds (la vitesse de référence était de 137kt) ; - de l'avancée des manettes 8 secondes avant l'impact, à 125 pieds et 112 nœuds. <p>De façon similaire, l'accident d'un Boeing 737 à Amsterdam en 2009 résulte en particulier d'une approche avec moteurs au ralenti pour résorber la vitesse initiale élevée (voir lien en annexe).</p> <p>Par la perturbation de l'enchaînement des actions et la diminution de la disponibilité des pilotes qu'il engendre, le maintien d'une vitesse élevée en début d'approche finale peut avoir de multiples conséquences que l'analyse des ASR reçus par la DGAC fait régulièrement apparaître.</p>
<p>Actions recommandées</p>	<p>En conséquence, la DGAC recommande</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ aux exploitants d'avions en transport aérien commercial : <ul style="list-style-type: none"> • d'établir des procédures et des limites opérationnelles en approche permettant de favoriser le respect des critères de stabilisation. La DGAC recommande un seuil de vitesse de 180kt à 8NM de la piste, <u>en régression</u> vers la vitesse d'approche. • d'adapter ces limites, notamment en cas de présence de composante de vent de face ou arrière significative ou d'approche exigeant une pente supérieure à 3° ; • de rappeler ces limites durant le briefing arrivée. ➤ aux prestataires de services de navigation aérienne : <ul style="list-style-type: none"> • pour un avion approchant à 3°, de considérer que toute clairance liée à la vitesse devrait être compatible avec un passage à 8NM du seuil à une VI maximale de 180kt <u>en régression</u> ; • en cas de présence de composante de vent arrière significative (10kt ou plus) durant la finale, de considérer ce même seuil pour la vitesse sol ; de même, en cas de vent de face significatif, ce même seuil sera acceptable pour la vitesse sol ; • de ne pas proposer de maintenir une vitesse élevée entre 8NM et la piste ; • pour une pente d'approche supérieure à 3°, de considérer que la gestion amont éventuelle de la vitesse par le contrôleur devrait permettre à l'équipage de pouvoir l'adapter à ses besoins à 8NM. <p>NB : le seuil proposé couvre la plupart des turboréacteurs et turbopropulseurs utilisés en transport commercial, mais les marges de décélération réelles sont fonction du type d'avion et de sa masse à l'atterrissage. La valeur recommandée est un compromis visant une conduite sûre de l'approche connue à la fois des pilotes et des contrôleurs.</p>
<p>Annexe</p>	<p>Accident survenu le 7 mars 2007 à l'atterrissage à Jogjakarta en Indonésie d'un B737-400 http://www.dephub.go.id/knkt/ntsc_aviation/baru/Final%20report%20PK-GZC%20Release.pdf</p> <p>Accident survenu le 25 février 2009 à l'approche d'Amsterdam Schiphol à un B737-800 http://www.onderzoeksraad.nl/en/onderzoek/1748/crashed-during-approach-boeing-737-800-amsterdam-schiphol-airport</p> <p>Incident grave survenu le 24 septembre 1994 pendant l'approche sur Paris Orly à un A310 http://www.bea.aero/docspa/1994/yr-a940924/pdf/yr-a940924.pdf</p>

Toute remarque quant à la mise en œuvre des mesures proposées dans cette info sécurité DGAC est à adresser à : rex@aviation-civile.gouv.fr

2

Info Sécurité DGAC n° 2013/09 - Version n°1 du 18/09/2013

Groupe local de sécurité piste de Lyon

Le groupe local de sécurité piste (LRST) est un groupe de travail constitué de représentants des services de la navigation aérienne, de l'exploitant d'aérodrome, des exploitants aériens et des services de Météo France. En 2013, le LRST de Lyon Saint-Exupéry a pris en compte les recommandations du plan EAPPRE. Le LRST n'est pas une instance décisionnelle et ne peut qu'émettre des propositions. Ses objectifs sont de :

- faire une analyse de risques ;
- faire le bilan des mesures réalisées depuis la dernière réunion ;
- faire un bilan des événements qui se sont produits depuis la réunion précédente ;
- proposer et mettre en place des mesures correctives.

Le 27 septembre 2013, l'introduction de l'EAPPRE a conduit le LRST de l'aérodrome de Lyon à s'intéresser aux excursions de pistes et, en amont, à la prévention des approches non stabilisées (ANS) et approches non conformes (ANC). Le compte-rendu de cette réunion a mentionné les points suivants :

- s'agissant de la prévention des approches non stabilisées ou non conformes (ANS/ANC), les dernières rencontres entre les services de la navigation aérienne et les exploitants ont mis en exergue l'importance du respect des 30 secondes de palier avant le FAP ;
- une nouvelle méthode de gestion des vitesses a été mise en place. L'AIP a été modifié en octobre 2014 demandant aux pilotes de s'attendre à une régulation de 160 kt jusqu'à 5 NM du seuil de piste.

Le chapitre des consignes particulières relatives aux procédures d'arrivée a été modifié et mentionne ainsi :

4 GESTION TACTIQUE DES VITESSES

Les vitesses à l'approche sont gérées par l'ATC pour assurer la sécurité et la fluidité du trafic, elles sont donc à suivre précisément.

Si les circonstances nécessitent une modification de vitesse pour des raisons de performance d'aéronef, les équipages doivent le signaler sans délai.

Au plus tard en début d'approche finale, les équipages doivent s'attendre à recevoir l'instruction de maintenir 160 kt jusqu'à 5 NM du seuil. Si des restrictions de vitesse ne sont pas nécessaires, il sera clairement indiqué par l'ATC : "Pas de restriction de vitesse".

4 TACTICAL MANAGEMENT OF AIRSPEEDS

Airspeeds on approach are managed by ATC to insure traffic safety and fluidity, they thus are to be strictly followed.

If circumstances require a modification or airspeed for reasons of performance of aircraft, crews have to say it immediately .

At the latest in the beginning of final approach, crews must expect to be asked to maintain 160 kt until 5 NM of the threshold.

If airspeeds restrictions are not necessary, it will be clearly indicated by ATC : "No airspeed restriction".

La DGAC en collaboration avec la DSNA, Météo-France et des compagnies aériennes a également créé un groupe de travail « *Vent arrière* ».

Deux expérimentations ont été réalisées sur les aérodromes de Marseille et Bordeaux entre février et août 2014. Ces expérimentations consistaient à fournir aux contrôleurs une estimation du vent arrière en finale à 2000 ft fondée sur un modèle mathématique élaboré par Météo-France. Cette information était ensuite diffusée sur l'ATIS et confirmée par des comptes-rendus d'équipage (PIREP) au moins une fois par heure si l'intensité du vent arrière était supérieure à 10 kt. C'est à partir de cette valeur de vent arrière, que les constructeurs d'avions estiment qu'il est plus difficile de garantir une décélération efficace.

La DGAC explique que ces expérimentations se sont révélées globalement positives et ont permis de montrer que le modèle défini par Météo-France était relativement fiable.

1.18.3.7 Hermes Airlines

A partir de mai 2012, Hermes Airlines a débuté la mise en œuvre de son système de gestion de la sécurité (SGS). Le manuel de SGS a été approuvé au début 2013 par la HCAA. Sa mise en place est planifiée sur quatre ans. L'exploitant précise que dans le cadre de l'implémentation de son SGS, il a l'intention :

- de mettre en œuvre le concept TEM (gestion des menaces et des erreurs) ;
- d'adapter le CRM aux spécificités de l'exploitation ;
- de mettre en place un contrôle LOSA ;
- d'utiliser une méthodologie d'évaluation des risques ;
- de mettre en œuvre un système de gestion des risques liés à la fatigue (SGS-RF) ;
- de partager son analyse des vols avec Air Méditerranée.

A la suite de l'accident, Hermes Airlines a distribué à tous ses équipages une consigne d'information relative à l'anomalie de comportement de l'A/THR.

Lors de l'enquête, le BEA a été informé que, sur la décision du dirigeant responsable, le Commandant de bord avait été licencié à la suite de l'accident sur fond d'informations échangées lors de l'enquête.

2 - ANALYSE

2.1 Scénario

Préparation de l'approche

En descente vers le FL 280, le PF a écouté l'ATIS avant la préparation du briefing approche. Il n'a pas compris le message indiquant la présence de vent arrière de 15 kt à 1 500 ft fondée sur des comptes-rendus d'équipages ayant atterri dans les trente minutes précédentes. Les informations enregistrées sur le FDR indiquent qu'au moment de l'approche du SX-BHS, les conditions réelles de vent étaient plus défavorables que celles fournies par l'ATIS (30 kt à 2 000 ft pour 15 kt annoncés).

Un meilleur niveau d'anglais aurait sans doute aidé le copilote à mieux comprendre le message. Par ailleurs, la présence d'un D-ATIS sur l'aérodrome de Lyon et d'un équipement ACARS à bord du SX-BHS aurait permis à l'équipage d'imprimer l'ATIS et aurait donc pu faciliter la prise de conscience de la présence du vent arrière et éviter l'erreur de calage altimétrique.

De nombreux pilotes utilisent les informations de vent affichées dans l'avion comme une aide à la décision. L'équipage du SX-BHS explique que, bien que ces informations aient été disponibles sur l'écran de navigation (ND), il ne les a pas consultées lors de l'approche. Les procédures opérationnelles des constructeurs ne prévoient pas l'utilisation systématique de ces valeurs affichées, en particulier à l'atterrissage, considérant qu'elles sont souvent assez imprécises.

Dans la publication de son étude « Pertes de contrôle de la trajectoire en phase d'approche lors de la remise de gaz (PARG) », le BEA avait soulevé ce problème d'information de vent fournie aux pilotes : « Le vent est un paramètre essentiel pris en compte dans le pilotage et les stratégies adoptées. Sans remettre en cause l'aspect réglementaire du vent ATC, le BEA estime que l'information de vent avion doit être la plus précise possible. Il est important que les équipages soient conscients du niveau de précision des informations présentées ».

L'écoute du CVR indique que les menaces qu'il convenait de prendre en compte pour la réalisation de cette approche n'ont pas été abordées lors du briefing. L'équipage n'a donc pas envisagé d'action particulière pour en atténuer les conséquences possibles, notamment à propos de :

- la gestion de la fatigue potentielle après un temps de service de vol proche de 15 heures ;
- l'utilisation prévue des automatismes (gestion de la vitesse en mode sélecté ou en mode managé) ;
- l'objectif d'altitude de stabilisation ;
- les performances atterrissage de l'avion sur piste mouillée ;
- l'éventualité d'une remise de gaz liée aux conditions météorologiques proches des minima.

Lors du briefing, le PF n'a pas clairement précisé s'il envisageait une approche ILS 36R Y ou Z (FAP respectivement à 10 NM/4 000 ft et 6,9 NM/3 000 ft). Il a néanmoins mentionné une altitude de 4 000 ft, ce qui semble indiquer qu'il projetait de réaliser une approche ILS 36R Y. Or, l'arrivée MEZIN 1D prévoit une approche ILS 36R Z. Cette confusion n'a pas entraîné de conséquence directe sur la gestion de l'approche, mais semble indiquer que le PF a préparé l'arrivée de façon inadéquate. Cette confusion n'a également pas été identifiée par le PM alors que le FMS de l'avion ne comportait que l'approche ILS 36R Z. Lors de ses échanges avec l'équipage, le contrôleur n'a pas précisé laquelle des deux approches devait être réalisée. Le BEA, dans une enquête précédente⁽²⁸⁾, avait déjà identifié ce risque et avait recommandé que le contrôleur annonce sans ambiguïté le type d'approche demandée. A la date de l'évènement, les mesures correctives n'avaient pas été mises en place. A la date de publication de ce rapport, le service de la navigation aérienne de Lyon a supprimé l'une des deux procédures.

En descente vers le FL140, l'équipage a été informé d'une dégradation des conditions météorologiques et de la mise en place de la procédure de faible visibilité (LVP), d'une visibilité de 1 100 mètres et de nuages morcelés à 100 ft.⁽²⁹⁾ Cette information a provoqué un doute chez le PM sur la possibilité d'atterrir mais ce dernier n'a pourtant pas remis en question la poursuite de l'approche. L'absence de confirmation de ce doute ainsi que l'erreur de calage altimétrique non détectée jusqu'à la fin du vol paraissent être des indices d'un état de fatigue significatif.

Tout au long de l'approche, les interrogations de l'équipage sont restées sans réponse et ne l'ont pas conduit à mettre en place de stratégie alternative telle que l'éventualité d'une approche interrompue et d'un déroutement.

⁽²⁸⁾Voir chapitre 1.18.2 Evènements antérieurs-Incident grave survenu le 7 septembre 2010 à Lyon(69) au Boeing 737-400 immatriculé TC-TLE exploité par Tailwind Airline. <http://www.bea.aero/docspa/2010/tc-e100907/pdf/tc-e100907.pdf>

⁽²⁹⁾La hauteur de décision d'une approche de CAT I est normalement de 200 ft soit une DA à Lyon de 1020 ft.

Une préparation lacunaire de l'arrivée n'a pas permis à l'équipage d'identifier les différents risques (menaces) qu'il pouvait rencontrer lors de l'approche. A la date de l'accident, Hermes Airlines ne demandait pas à ses équipages d'appliquer formellement le concept de la gestion des menaces et des erreurs (TEM).

Approche intermédiaire

Lorsque des conditions de faible visibilité prévalent sur l'aérodrome de Lyon, la procédure ATC demande au contrôleur de faire intercepter le Localizer à 160 kt et à 10 NM du seuil 36R au plus tard. Le jour de l'évènement, le contrôleur n'a pas appliqué cette consigne et l'avion a intercepté le Localizer à environ 12 NM à une vitesse de 220 kt. Le service de la navigation aérienne explique que cette contrainte de vitesse n'est utile que pour assurer l'espacement et la cadence des aéronefs. Dans la pratique, elle n'est pas prise en compte lorsque le trafic est faible.

Il demeure dans les attributions de l'équipage de gérer la vitesse de son avion. Néanmoins l'application de la régulation en vitesse de la procédure ATC par le contrôleur aurait offert à l'équipage l'opportunité d'anticiper la réduction de la vitesse lors de l'approche.

En septembre 2013, la DGAC a attiré l'attention des exploitants et des prestataires de services de la navigation aérienne sur les risques associés à une vitesse en finale trop élevée. Elle recommandait une vitesse maximale de 180 kt en régression, à 8 NM du seuil de la piste.

Après l'accident, une nouvelle méthode de gestion des vitesses a été mise en place à Lyon. En août 2014, l'AIP a été modifié et informe désormais les équipages qu'ils pourront avoir à maintenir une vitesse de 160 kt jusqu'à 5 NM du seuil. Cette gestion de la vitesse n'est cependant pas appliquée en permanence et dépend du trafic.

Cette méthode permet aux pilotes et aux contrôleurs de partager le même projet d'action. La recommandation de la DGAC n'est cependant toujours pas appliquée sur tous les aérodromes français dont le trafic nécessiterait cette méthode.

Lors du guidage radar de l'avion précédent (A319 Vol Air France AF-DD), le contrôleur a partagé ses doutes avec l'équipage sur la vitesse sol élevée de l'avion (250 kt). L'équipage avait alors répondu qu'il allait anticiper la sortie du train d'atterrissage.

Quatre minutes plus tard, l'équipage du SX-BHS s'est présenté en longue finale dans les mêmes conditions (4 000 ft, / 250 kt). Contrairement au vol précédent, le contrôleur n'a pas fait part de ses doutes, expliquant que cet aéronef était du même type que le précédent et que leurs performances devaient être identiques.

L'initiative du contrôleur de partager ses doutes avec l'équipage de l'Air France a pu aider à le sensibiliser sur les difficultés de décélération liées à sa vitesse sol importante. Cependant cet échange en langue française n'a pas pu être compris par l'équipage du SX-BHS. Celui-ci a ainsi été privé d'une possibilité de l'aider à prendre conscience des difficultés de décélération.

Approche finale

Les procédures normales du constructeur (FCOM) préconisent de s'assurer que la vitesse de l'avion diminue vers S sur le plan de descente (glideslope). L'avion doit atteindre S en configuration « *conf 1* » au plus tard lors du passage des 2 000 ft AGL. Si l'avion a une vitesse significativement supérieure à S sur le plan de descente, il est alors demandé de sortir le train d'atterrissage en priorité, avant le passage en configuration « *conf 2* ».

Peu avant l'interception du « *glide* » à 3 820 ft QNH, l'avion était à 217 kt soit S+20 kt (S=197 kt). Le PM a demandé au PF de garder les aérofreins et d'essayer de réduire la vitesse. Le PF a sélectionné une vitesse de 207 kt puis 205 kt. Cet écart de vitesse de 20 kt n'a pas suscité de réflexion chez l'équipage sur l'opportunité de sortir le train, les aérofreins étant déjà déployés, ni de passer en vitesse managée.

Les calculs réalisés par le constructeur à partir du modèle certifié de l'avion et dans des conditions similaires à celle de l'événement indiquent que la sortie du train dès l'interception du glideslope aurait permis la stabilisation en vitesse (Vapp+9 kt à 1 000 ft et Vapp +1 kt à 500 ft).

Après capture du « *glide* », la vitesse de l'avion a diminué et atteint la vitesse sélectionnée de 205 kt. Cette décélération, conforme à celle commandée par l'équipage, a pu le conforter dans sa représentation d'une gestion adéquate de la vitesse.

Seule la conscience de la présence d'un fort vent arrière (gradient de vent en augmentation de 20 vers 30 kt) aurait alors pu inciter l'équipage à anticiper de futures difficultés de réduction de vitesse et par conséquent d'anticiper la sortie du train avant la sélection de la « *conf 2* ».

A environ 1 600 ft AAL, le PF a sélectionné la configuration « *conf 2* » et sélectionné une vitesse cible de 180 kt mais la vitesse de l'avion n'a pas diminué. Cette situation était notamment liée à l'inversion du gradient de vent arrière et à la rentrée des aérofreins. La vitesse a commencé à diminuer 15 secondes plus tard lorsque la sortie du train d'atterrissage est commandée à 1 400 ft AAL.

Bien qu'ayant évoqué la difficulté à réduire la vitesse, le PM, n'a pas envisagé d'action corrective, ni remis en question l'intention d'atterrir, signe à nouveau évocateur d'un état de fatigue élevé.

Lors du passage des 1 000 ft AAL, la vitesse était significativement élevée (Vapp + 57 kt), l'avion n'était pas en configuration d'atterrissage et la vitesse verticale était supérieure à 1 000 ft/min. Les critères de stabilisation (IMC) n'étaient pas remplis.

Vers 900 ft AAL, le PM a demandé au PF d'engager le mode managé. Les différents changements de configuration (« *conf 3* » puis FULL) ont modifié les vitesses cibles et la décélération de l'avion a augmenté à 500 ft AAL, l'avion n'était cependant toujours pas stabilisé (Vapp + 38 kt).

Les procédures normales (SOP) demandent au PM de surveiller les paramètres de vol afin de s'assurer que l'approche est stabilisée au passage de la hauteur de 1 000 ft AAL en conditions IMC. Lorsque des écarts trop importants sont constatés, il est attendu que l'équipage interrompe l'approche. Dans le cas présent, la décision tacite de poursuivre l'approche indique que l'équipage n'a apparemment pas conscience des risques encourus ou qu'il ne se sent pas en mesure d'effectuer une approche interrompue. Les témoignages indiquent qu'ils n'ont jamais pensé ni évoqué la remise des gaz, excepté lors du briefing initial.

En dessous de 150 ft de hauteur radiosonde, l'anomalie de comportement de l'A/THR a entraîné une augmentation du régime des moteurs. L'équipage, préoccupé par l'acquisition de repères visuels extérieurs, n'a pas détecté cette augmentation non commandée.

Les calculs et simulations réalisés au cours de l'enquête ont montré que, comparativement à la décélération normale d'un avion, cette augmentation du régime des N1 contribue à une augmentation d'environ 5 kt de la vitesse de l'avion lors du passage des 50 ft et une augmentation de la distance de survol de la piste pouvant atteindre 500 mètres.

Phase d'arrondi

La technique de pilotage et la réduction tardive de l'A/THR n'ont pas permis au PF d'effectuer un atterrissage nominal. La perte des références visuelles extérieures et celle de la notion de distance restante dans les nappes de brouillard ont augmenté ses difficultés pour poser l'avion.

Les tentatives de reprise de contrôle par le PM n'ont pas été efficaces car, non annoncées, elles ont conduit à un phénomène de double pilotage qui a augmenté la distance de survol de la piste avant le toucher des roues.

L'application de la procédure normale « Take over priority » aurait permis au PM de reprendre les commandes en inhibant les actions du PF. Dans cette situation, l'avion aurait probablement touché la piste à une distance inférieure à celle de l'événement. Il est cependant impossible de déterminer avec certitude si, dans ces conditions, l'avion aurait pu s'arrêter sur la piste.

L'entraînement à la reprise des commandes ne s'effectue que lors de la formation initiale pour l'obtention de la qualification de type. En entraînement périodique, elle se limite au cas d'incapacité de l'un des pilotes. Ceci ne permet pas de garantir le maintien de compétences des équipages dans ce domaine.

Lors de l'enquête réalisée par le BEA sur l'incident grave survenu à l'Airbus A320 immatriculé SX-BHV en approche 36L de l'aérodrome de Lyon Saint-Exupéry le 11 avril 2012, un phénomène de double pilotage avait été également observé.

L'enquête a montré que la reprise des commandes entraînant un double pilotage survient le plus fréquemment lors de la phase d'approche finale ou lors de l'arrondi alors que le copilote est PF. Dans de nombreux cas, le copilote effectue un vol d'adaptation en ligne. Il apparaît donc que les scénarios de reprise des commandes lors des entraînements ne sont pas en adéquation avec les situations les plus fréquemment rencontrées en exploitation.

La distance de piste restante après le touché des roues s'est avérée insuffisante pour permettre l'arrêt de l'avion sur la piste malgré un freinage énergique de l'équipage.

A la date de l'accident, il n'existait pas de procédure d'interruption de l'atterrissage dans le FCOM du constructeur. Cet aspect était mentionné dans le FCTM et rappelait aux équipages qu'ils pouvaient effectuer une interruption de l'approche ou de l'atterrissage tant que les inverseurs de poussée n'étaient pas déployés. Le constructeur considérait que cette situation était couverte par l'association de la procédure « Go Around » du FCOM et l'information spécifique fournie dans le FCTM.

Néanmoins, une procédure spécifique est enseignée par le constructeur dans le cadre de la formation instructeur « Base Training ». Cette procédure, bien que pertinente en cas d'interruption de l'atterrissage après le touché des roues et jusqu'au déploiement des inverseurs de poussée, n'est pas systématiquement enseignée aux équipages.

Dans le cas de l'événement, il apparaît que l'équipage avait été entraîné à interrompre l'approche à 50 ft et qu'il ne l'avait jamais été lorsque l'avion était sur la piste. La perte partielle des références visuelles après le passage des 50 ft et la durée anormalement longue de la phase d'arrondi (18 secondes) sont des facteurs qui auraient pu inciter l'équipage à interrompre l'atterrissage. Or, le PM indique qu'il n'a jamais envisagé cette option en raison des conditions de visibilité dégradée, notamment au sol lorsqu'il a perdu la notion de la distance de piste restante.

En mars 2014, le constructeur a modifié sa documentation opérationnelle (FCOM et FCTM) pour introduire les particularités liées à une interruption de l'atterrissage.

Cette mise à jour attire l'attention des équipages sur le risque de touché de queue et préconise de limiter le taux de rotation. Cependant, contrairement à ce qui est enseigné aux instructeurs, elle ne fournit pas de valeur d'assiette à afficher ni de rappels sur la nécessité d'éviter le double pilotage.

La réaction de l'équipage lors de l'évènement souligne la nécessité d'un entraînement adapté à l'interruption à l'atterrissage de la phase d'arrondi jusqu'au déploiement des inverseurs de poussée, d'autant plus que l'introduction de systèmes ROAAS pourra conduire à l'augmentation du nombre de décisions de remise de gaz à l'atterrissage.

Immobilisation de l'avion

L'écoute du CVR indique que l'équipage était déstabilisé après l'immobilisation de l'avion. Cet état psychologique peut expliquer pourquoi il n'a pas déclenché la première phase de la procédure d'évacuation d'urgence consistant à sécuriser l'avion. L'intervention du contrôleur a incité l'équipage deux minutes plus tard à éteindre les moteurs. Le Commandant de bord a ensuite décidé d'allumer l'APU sans s'assurer de l'absence de risque associé à son démarrage (fuite, court-circuit).

Lors de la formation à la qualification de type et des entraînements périodiques, il est attendu que l'équipage applique la procédure d'évacuation de façon systématique en cas de panne grave de type feu moteur. Ces entraînements ne considèrent cependant pas le cas de la sortie de piste sans dommages apparents comme un déclencheur de la procédure d'évacuation d'urgence.

La combinaison de l'état psychologique de l'équipage après la sortie de piste et son manque d'entraînement à ce type de situation expliquent probablement pourquoi il n'a pas appliqué la procédure et en particulier les premiers items permettant d'assurer la sécurisation de l'avion.

Cette enquête montre :

- ❑ **L'importance d'une sensibilisation des équipages au fait qu'un état de choc lié à une sortie de piste peut les conduire à ne pas effectuer les premiers items de la procédure d'évacuation d'urgence qui consistent à sécuriser l'avion ;**
- ❑ **L'utilité de l'intervention d'une personne extérieure afin de rappeler aux équipages, qu'après une sortie de piste, ils doivent sécuriser l'avion et notamment éteindre les moteurs.**

2.2 Comportement de l'A/THR

Les simulations réalisées ont montré que l'augmentation non commandée du régime des N1 pouvait contribuer à augmenter la distance de la phase air jusqu'à une valeur d'environ 500 mètres. Néanmoins, il n'a pas été possible de déterminer avec précision l'influence du phénomène lors de l'événement car la technique d'arrondi du copilote, la réduction tardive de l'A/THR et le phénomène de double pilotage ont également contribué à augmenter cette distance.

Les simulations ont montré que l'application d'une technique d'arrondi standard et la réduction de l'A/THR au plus tard à 20 ft (annonce RETARD) limitent les effets de ce dysfonctionnement. Cependant, la variabilité inévitable des techniques d'arrondi et de l'instant de la réduction de l'A/THR expose les équipages non avertis à des effets plus importants de ce dysfonctionnement en cas d'approche à une vitesse excessive.

La lettre d'information de service publiée en 1997 par le constructeur proposait aux exploitants concernés le remplacement du FMGC ainsi que les détails des caractéristiques, évolutions et améliorations des différents standards disponibles. Seuls les exploitants ayant décidé d'effectuer la modification se voyaient adresser un bulletin de service dédié afin d'effectuer le remplacement.

Le caractère informatif de cette lettre de service n'a probablement pas suffisamment attiré l'attention des précédents opérateurs du SX-BHS. Lorsque l'avion a été pris en compte par Hermes Airlines, la compagnie n'avait pas connaissance de l'existence du document.

L'accident du SX-BHS ainsi que la sortie de piste à Bamako en 2011 (**voir annexe 9**) ont incité le constructeur à publier une lettre d'information en juillet 2013. Cette lettre, dédiée à l'anomalie de fonctionnement du FMGC concerné, a été adressée à tous les opérateurs (responsables des flottes, OSV et RDOA) exploitant des avions de la famille A320.

En novembre 2013, l'AESA a également publié un bulletin d'information (SIB 2013-19) adressé à toutes les aviations civiles des Etats membres de l'Union Européenne. Cette information recommande aux autorités de s'assurer que ses opérateurs sont effectivement sensibilisés à cette défaillance de FMGC et à la lettre du constructeur. Ce document est également le premier qui indique le lien entre le comportement de l'A/THR et le risque de sortie de piste.

A ce jour, malgré les publications du constructeur et de l'AESA, environ 350 aéronefs restent équipés de l'ancien standard de FMGC.

Le coût de l'équipement, assumé en partie par l'exploitant, a pu constituer un obstacle à son remplacement.

Le nombre important d'avions toujours équipés de ce type de FMGC montre l'impact limité des publications du constructeur et de l'AESA.

Les autorités nationales des aviations civiles n'ont pas systématiquement connaissance des standards de FMGC équipant les avions en service. Il est par conséquent difficile pour les autorités de s'assurer que les publications du constructeur sont bien prises en compte par leurs exploitants.

Par ailleurs, ce type de FMGC équipe également des avions d'opérateurs de pays hors union européenne. Les SIB émis par l'AESA n'alertent pas d'une façon aussi évidente qu'une AD sur des questions de sécurité. Ainsi, l'émission de ce SIB ne permet pas de s'assurer que l'information est réellement prise en compte par les opérateurs concernés.

2.3 Evaluation de la fatigue

Le temps de service de vol de l'équipage était proche de 15 heures au moment de l'événement. L'observation de sa performance révèle des altérations symptomatiques de la fatigue.

L'étude réalisée par l'Institut de Recherche Biomédicale des Armées (IRBA) sur les plannings de cet équipage n'a pas identifié d'altérations du cycle veille/sommeil susceptibles d'entraîner de la fatigue au cours de la journée de l'accident ou lors des jours précédents. L'accident est cependant survenu au moment du vol où la performance de l'équipage risquait d'être la plus faible.

D'autres études plus générales estiment que la fatigue, et le risque d'accident liés à la fatigue, augmentent significativement quand le temps de service de vol d'un équipage dépasse 13 heures.

La réglementation européenne autorise un temps de service de vol quotidien maximal de 13 heures mais elle prévoit de déroger à cette contrainte en cas de « circonstances imprévues » pendant les opérations de vol effectives.

L'AESA, ne fournit pas de définition des ces « *circonstances imprévues* ». Elle indique qu'il est de la responsabilité de l'exploitant, dans le cadre de son système de gestion, de considérer tous les aspects cités dans le paragraphe. L'OACI, dans le document FMRS – *Fatigue Risk Management Système (Doc 9966)* fournit la définition suivante : « *Circonstance opérationnelle imprévue. Événement non planifié — intempérie soudaine, anomalies de fonctionnement de l'équipement, retard dû au trafic aérien, etc. —, lorsqu'il est indépendant de la volonté de l'exploitant. Pour être considérées comme imprévues, ces circonstances doivent se produire ou se présenter à l'exploitant après le début du vol (c.-à-d. dès que l'avion commence à se déplacer pour se préparer au décollage)* ».

La veille du vol de l'évènement, le département des Opérations d'Air Méditerranée avait conseillé à Hermes Airlines de prévoir un équipage renforcé en raison de la possible prolongation de la durée du vol liée à une éventuelle escale technique. Cette escale était donc prévisible et l'utilisation de la dérogation pour circonstances imprévues est donc contestable.

La non prise en compte par le service de la planification des équipages d'Hermès Airlines des informations et conseils du département des opérations d'Air Méditerranée, qui avait plus d'expérience qu'Hermès sur cette liaison, a conduit à aggraver, de façon prévisible, le risque de fatigue sur cette rotation.

Selon le Commandant de bord, il avait refusé la veille du vol son remplacement par un autre équipage sur le vol aller car cette solution lui semblait improvisée.

L'enquête a cependant montré qu'il avait dû gérer, sans repos récupérateur, une situation de vol nécessitant une attention soutenue dans les domaines suivants :

- la supervision d'un jeune copilote inexpérimenté, situation s'apparentant à de l'instruction en ligne ;
- la réalisation d'un vol à la limite de l'autonomie de l'avion, nécessitant un suivi pointilleux du carburant pendant le trajet aller ;
- la gestion d'une escale à Dakar avec un retard et la programmation d'une escale à Agadir, augmentant le temps de service ;
- l'arrivée à Lyon, de nuit, par conditions météorologiques dégradées.

Un refus du supplément de charge marchande au départ de Dakar pour éviter l'escale à Agadir, aurait par ailleurs exposé la compagnie à une augmentation des coûts d'exploitation que le Commandant de bord a pu craindre de se voir reprocher. Les entretiens avec les personnels d'Hermès Airlines indiquent qu'ils avaient le souci de limiter les coûts au maximum. Il apparaît que certains craignaient même de perdre leur emploi en cas d'erreur imputant des surcoûts importants. La décision du dirigeant responsable de licencier le Commandant de bord après l'accident n'est d'ailleurs pas de nature à réduire la perception de ce risque par les salariés. Les décisions du Commandant de bord ont été prises dans un contexte de pression économique défavorable.

L'encadrement d'Hermès Airlines semblait accepter, voire privilégier cette technique de dérogation pour circonstances imprévues permettant de porter le temps de service de vol à 15 h pour éviter d'avoir recours à des équipages renforcés, solution économiquement plus onéreuse.

L'événement montre qu'un exploitant peut ainsi invoquer de raisons opérationnelles mineures pour étendre abusivement le temps de service de vol.

La réglementation en vigueur stipule que l'utilisation de l'extension du temps de services de vol jusqu'à 15 heures demeure, en dernier ressort, de la responsabilité du commandant de bord. Néanmoins, cet accident montre que ce dernier n'est pas toujours dans une position lui permettant de prendre la décision adéquate.

L'entrée en vigueur de l'IR-OPS part ORO.FTL. 205 en 2016 imposera aux exploitants d'établir des procédures spécifiques à l'attention des commandants de bord afin de leur permettre d'utiliser l'extension de TSV en cas de circonstances imprévues pouvant entraîner de la fatigue significative. Il sera également demandé à l'autorité de surveillance de s'assurer que ces procédures spécifiques prennent en compte un certain nombre de facteurs opérationnels et environnementaux pouvant influencer le niveau de fatigue de l'équipage. Néanmoins, il sera toujours de la responsabilité du commandant de bord de décider de son utilisation.

2.4 Performance de l'équipage

L'enquête a montré que la performance de l'équipage le jour de l'accident était en deçà des standards attendus pour une approche ou un atterrissage.

Les difficultés observées dans cet événement ont contribué à dégrader la performance globale de l'équipage. Il apparaît que la préparation inadéquate de l'approche, l'application et la connaissance partielle des procédures, les difficultés de communication et la gestion inadaptée de la charge de travail ont fortement perturbé la surveillance du vol par l'équipage. Ce dernier semble n'avoir jamais eu une conscience précise de la situation dans laquelle il se trouvait. Il a ainsi poursuivi une approche non stabilisée et s'est exposé au risque de sortie de piste.

Les facteurs suivants ont influencé défavorablement cette performance :

- un niveau d'expérience faible des deux pilotes à la fois sur le type d'avion et dans leurs fonctions ;
- un faible nombre d'heures de vol du copilote ;
- un stage d'adaptation à l'exploitant et notamment une adaptation en ligne insuffisante pour compenser la très faible expérience du copilote lors de son embauche par Hermes Airlines ;
- la longue interruption⁽³⁰⁾ de l'adaptation en ligne du copilote qui a vraisemblablement perturbé le processus normal d'acquisition de compétences ;
- la non adaptation des entraînements aux simulateurs aux risques spécifiques de cette exploitation par ailleurs identifiés par l'organisation de sécurité des vols de la compagnie (double pilotage, approche non stabilisée, réduction tardive de l'A/THR, atterrissage long) ;
- un enseignement du CRM éloigné des conditions spécifiques de l'exploitation et qui n'a pas été suffisant pour sensibiliser l'équipage aux risques potentiels ;
- la fatigue, liée à un temps de travail particulièrement long le jour de l'événement.

⁽³⁰⁾La future réglementation (IR-OPS) ne permettra plus cette situation sauf si les compétences du copilote sont évaluées avant la reprise de son AEL.

2.5 Facteurs organisationnels

2.5.1 Difficultés rencontrées par l'exploitant

La compagnie Hermes Airlines a été créée en mai 2011. Elle exploitait alors un Boeing 737. Au premier trimestre 2012, la flotte s'est fortement accrue à la suite du transfert sur son CTA de quatre Airbus précédemment exploités par Air Méditerranée.

Les témoignages des membres de l'équipe dirigeante indiquent qu'ils ont rencontrés des difficultés pour gérer cette augmentation rapide, notamment en ce qui concerne le recrutement et la formation d'équipages sur Airbus. Ils ajoutent, qu'en raison du profil « à bas coût » retenu pour cette exploitation, le recrutement de jeunes copilotes inexpérimentés était économiquement plus intéressant. Ainsi, dans les premières années d'exploitation, environ la moitié des copilotes recrutés ne disposaient que d'un CPL et ne totalisaient qu'une moyenne de 200 heures de vol sur avions à moteurs à pistons. L'équipe dirigeante explique qu'elle pensait que le recrutement de commandants de bord expérimentés permettrait de palier l'inexpérience de leurs copilotes. Cependant l'expérience de la majorité des commandants de bord recrutés avait été acquise sur Boeing en tant que copilotes.

Durant la période initiale d'exploitation, les équipages pouvaient être composés d'un copilote inexpérimenté sur Airbus et d'un commandant de bord à la fois inexpérimenté sur Airbus et nouveau dans ses fonctions.

L'analyse des vols identifie une récurrence du phénomène de double pilotage caractéristique d'une inexpérience sur Airbus. L'OSV explique que la non application de la procédure de reprise des commandes par les équipages provenait probablement de la longue expérience des commandants de bord sur Boeing 737 pour lesquels cette procédure n'existe pas. Une simple mise en garde verbale avait été transmise lors des entraînements périodiques. Il ajoute que le nombre de copilotes en adaptation en ligne a augmenté la récurrence du phénomène.

Cette situation avait également été identifiée lors de l'enquête réalisée par le BEA sur l'incident grave survenu à l'Airbus A320 de la même compagnie immatriculé SX-BHV en approche 36L sur l'aérodrome de Lyon Saint-Exupéry le 11 avril 2012. Le BEA avait alors déterminé que le Commandant de bord en formation ne cumulait que 25 heures de vol sur Airbus et que le faible niveau d'expérience sur type des deux membres d'équipage avait contribué à l'événement.

Hermes Airlines ne dispose que d'un seul examinateur de Qualification de Type TRE. Pour assurer ses besoins de formation, la compagnie fait donc appel à des instructeurs contractuels employés par des ATO basés à Athènes et au Royaume-Uni. Elle ne possède pas de simulateur en Grèce et, plus généralement, ne dispose pas d'une vision complète et fiable sur la formation et l'évaluation des compétences de ses équipages.

De plus, l'activité de vols charters impose à l'exploitant une activité saisonnière. En période creuse, le nombre réduit de vols ne permet pas toujours d'assurer la continuité de l'adaptation en ligne des copilotes. Ainsi, celui du vol de l'événement n'avait suivi aucun entraînement particulier durant la longue interruption de son AEL.

La formation CRM dispensée aux équipages d'Hermes Airlines est similaire à celle qui était dispensée chez Olympic Airways, opérateur historique exploitant des lignes régulières. Bien que réglementaire, elle était donc peu représentative des risques encourus par un jeune exploitant employant des équipages multiculturels souvent inexpérimentés sur Airbus ou dans leurs nouvelles fonctions. Les risques d'exploitation détectés par l'analyse des vols n'étaient pas non plus intégrés (atterrissages longs, double pilotage) dans le cours CRM.

Les témoignages de l'équipage et les données extraites de l'analyse des vols (réduction tardive de l'A/THR, double pilotage, absence d'approche interrompue) semblent également pointer des lacunes de formation.

2.5.2 Organisation de la sécurité chez l'exploitant

A la date de l'événement, Hermes Airlines avait débuté la mise en œuvre de son Système de Gestion de la Sécurité (SGS). Le manuel SGS avait été approuvé par la HCAA au début de l'année 2013. Sa mise en œuvre était planifiée sur une durée de quatre ans.

L'OSV explique que le nombre réduit de rapports transmis par les équipages en 2012 et 2013 révèle que ces derniers étaient peu enclins à rapporter des faits négatifs. L'objectif principal de l'OSV était alors d'établir la confiance afin de créer une culture de la sécurité au sein de l'exploitant.

La dispersion géographique des équipages ne leur permet pas de se retrouver sur une base commune pour y recevoir et échanger des informations de sécurité ou discuter de faits de vol. La majorité des informations circulent par courrier électronique et l'OSV explique qu'il n'est pas toujours facile de s'assurer que les équipages les ont bien pris en considération.

Par ailleurs, la décision du dirigeant responsable de licencier le Commandant de bord après l'accident en s'appuyant sur certains éléments de l'enquête n'est pas de nature à favoriser le développement d'une culture juste de la sécurité au sein de la compagnie.

La mise en place de l'analyse des vols en 2012 a nécessité de nombreux ajustements et paramétrages. L'OSV a été en mesure d'identifier des tendances, par exemple, le nombre important de copilotes en formation, la récurrence de phénomène de double pilotage et d'approches non stabilisées mais, faute de données suffisantes, l'OSV ne pouvait pas clairement évaluer le niveau de performance global de la compagnie.

En faisant le bilan annuel de 2012, l'équipe dirigeante d'Hermes Airlines avait identifié que les priorités en termes d'actions de formation et d'entraînement étaient la prévention des approches non stabilisées et le phénomène de double pilotage. En mars 2013, l'OSV avait adressé une lettre aux centres de formations afin d'inciter les instructeurs à mettre l'accent sur la prévention des atterrissages longs et les réductions tardives d'A/THR. Lors d'un audit réalisé en avril 2013, la HCAA avait demandé à Hermes Airlines de mettre plus rapidement en place les actions correctives en réponse aux risques détectés par l'analyse des vols.

Il apparaît donc que Hermes Airlines n'avait pas suffisamment pris en compte les risques identifiés par l'OSV et n'avait pas été en mesure de mettre en place les mesures préventives associées en termes de formation avant l'accident.

A la date de l'événement, l'organisation de la sécurité se fondait principalement sur le très faible retour d'expérience des équipages et sur une analyse des vols incomplète.

Lors de ses premières années d'exploitation ou lorsqu'il fait face à un changement important de taille, un exploitant peut rencontrer des difficultés pour mettre en place de tels moyens de mesure. Cette enquête met en évidence le fait qu'un système de gestion de la sécurité uniquement fondé sur un faible retour d'expérience et l'analyse des vols incomplète n'est pas suffisant pour appréhender pleinement les questions de sécurité propres aux spécificités de son exploitation.

Les conditions d'exploitation alors qu'elle débutait son exploitation exposaient simultanément la compagnie Hermes Airlines aux difficultés suivantes :

- le recrutement de copilotes avec une expérience initiale correspondant au minimum réglementaires et leur formation initiale en ligne parfois discontinuée, se limitant de surcroît au minimum prescrit par la réglementation ;*
- l'exploitation de lignes à la limite des TSV max et des autonomies des avions ;*
- la formation et le contrôle des équipages, en partie externalisée, reprenant des contenus existants pas toujours adaptés aux spécificités de l'exploitant ;*
- la croissance rapide de la flotte ;*
- la nature saisonnière de l'activité ;*
- une organisation de la sécurité fondée sur des rapports d'équipages peu nombreux et une analyse des vols ne reflétant pas les performances réelles de l'exploitation.*

D'une manière générale, bien que conformes à la réglementation en vigueur, les choix de management de se limiter à une conformité a minima à la réglementation en vigueur ont exposé la compagnie aérienne à un risque accru d'accident. Ce type de difficultés a déjà été identifié par l'OACI, dans son Manuel de Gestion de la sécurité (doc 9859 chapitre 2.7 « Le dilemme de la gestion »).

Hermes Airlines indique que la mise en œuvre du SGS devrait permettre d'améliorer la situation d'ici 2017 notamment par :

- la mise en œuvre du TEM (gestion des menaces et des erreurs) ;*
- l'adaptation du CRM aux spécificités de l'exploitation ;*
- la réalisation d'un audit LOSA ;*
- l'utilisation d'une méthodologie d'évaluation des risques (analyse et cartographie des risques) ;*
- la mise en œuvre d'un système de gestion des risques liés à la fatigue (SGS-RF) ;*
- La sensibilisation des responsables de la compagnie à l'influence que peut avoir le pilotage économique sur la performance de sécurité.*

2.6 Autorité de l'aviation civile et AESA

En 2012, l'autorité de surveillance avait délivré un CTA à Hermes Airlines sans mettre en place le programme de surveillance adapté qui aurait pu lui permettre de détecter les faiblesses d'exploitation. Il apparaît pourtant que les conditions de recrutement, la formation externalisée, l'activité saisonnière et la croissance rapide de la compagnie auraient dû inciter la HCAA à mettre en place un programme de surveillance adapté.

L'AESA avait détecté des insuffisances lors du contrôle de l'autorité de tutelle en 2012, notamment liées à ses capacités à assurer efficacement son rôle de surveillance de ses exploitants en raison d'une diminution du personnel et d'une augmentation de la charge de travail.

2.7 Prévention des sorties de pistes

Le rapport de sécurité publié par l'IATA en avril 2014 indique que la sortie de piste est la catégorie d'accidents la plus fréquente. La prévention de cette catégorie d'évènement apparaît donc comme une priorité au sein des instances internationales en charge de la sécurité. Les études et statistiques menées par ces instances indiquent également que l'interruption de l'approche ou de l'atterrissage, barrière ultime de récupération de cette catégorie d'évènement, est rarement mise en oeuvre. Le BEA a montré dans son étude « *Pertes de contrôle de la trajectoire en phase d'approche lors de la remise de gaz* »⁽³¹⁾ que cette manœuvre peut elle-même poser des questions de sécurité.

L'accident du SX-BHS confirme les limites et les défaillances des barrières de sécurité actuellement mises en place pour prévenir une sortie de piste résultant d'une approche non stabilisée. La dernière barrière repose sur la décision de l'équipage d'interrompre l'approche lorsqu'il prend conscience que son aéronef n'est pas stabilisé à une altitude de décision de 1 000 ou 500 ft selon les conditions météorologiques.

De nombreux travaux (études statistiques, vols d'observation) et le nombre significatif de rapports d'accident relatifs à des sorties de pistes consécutives à des approches non stabilisées confirment la fragilité de cette barrière de sécurité. Ainsi les observations en vols effectuées par LOSA ont montré que près de 97 % des approches non stabilisées étaient poursuivies par les équipages.

Ainsi les observations LOSA indiquent que la poursuite d'approches non stabilisées pouvait notamment s'expliquer par le fait que de nombreux équipages :

- ne connaissaient pas ou oubliaient les critères de stabilisation lors de l'approche ;***
- décidaient de façon consciente de continuer l'approche malgré les écarts détectés ;***
- pensaient être stabilisés avant l'atterrissage ;***
- n'avaient pas confiance dans leur capacité de remettre les gaz dans des conditions différentes de celles dans lesquelles ils avaient été entraînés.***

⁽³¹⁾<http://www.bea.aero/etudes/parg/parg.php>

Les études indiquent également que les approches non stabilisées sont principalement dues aux :

- prises en compte insuffisantes des conditions de vent (composante de vent arrière, cisaillement du vent, gradient de vent et turbulences) ;
- instructions ATC et acceptation de ces instructions par les équipages (contraintes altitudes ou de vitesses) ne leur laissant pas suffisamment de temps pour planifier, préparer et exécuter une approche stabilisée (approche non conformes ANC).

Il apparaît donc nécessaire de mettre en place des barrières de sécurité supplémentaires et plus efficaces.

Le plan européen de prévention des sorties de pistes (EAPPRE) publié en janvier 2013 propose des recommandations qui s'adressent à l'ensemble des acteurs aéronautiques. Un nombre important de ces mesures aurait vraisemblablement permis d'éviter l'accident du SX-BHS. Elles sont principalement liées à l'amélioration de la conscience de la situation de l'équipage et à une meilleure intégration de la contribution des services de la navigation aérienne dans la stabilisation des aéronefs lors des approches.

Formation et entraînement des équipages

Parallèlement à l'EAPPRE, « l'Implementation Training Group (IPTG) » a identifié les défaillances de la formation actuelle et a pour objectif de réduire les disparités du niveau de la formation des pilotes en Europe. L'enquête a montré que les faiblesses identifiées au sein de la formation dispensée au personnel navigant d'Hermes Airlines, sont caractéristiques de tendances générales identifiées par l'IPTG au niveau Européen chez certains exploitants :

- SOP inadéquats et des lacunes dans leur application par les équipages ;
- formation externalisée avec des instructeurs ne volant pas pour l'exploitant ;
- manque de prise en compte de l'expérience réelle des stagiaires.

Les scénarios prévus par l'EBT constituent des supports élaborés pour permettre de développer et d'évaluer la performance de l'équipage sur un ensemble de neuf compétences jugées pertinentes. Cette formation permet aux instructeurs d'identifier plus facilement les causes d'échec ou de réussite et de permettre un suivi plus individualisé et efficace des stagiaires.

Les trames de scénarios d'entraînement sont proposées dans le « *Manual of evidence-based training* » doc 9995 de l'IATA et portent notamment sur les points suivants :

- renforcement respect des critères de stabilisation en approche ;
- entraînement à l'exécution et au management de la remise de gaz, dont remise de gaz avec N moteurs pendant l'arrondi et jusqu'à la sortie des reverses (rejected landing) ;
- renforcement des capacités à détecter le vent arrière même quand il n'est pas annoncé par l'ATC ;
- capacité à faire de façon adéquate le lien entre l'assiette, la vitesse et la poussée.

L'ensemble des plans européens et internationaux ont ainsi déjà identifié les défaillances liées aux sorties de piste et proposé des mesures correctrices. L'accident du SX-BHS confirme le besoin de mettre en oeuvre ces mesures.

3 - CONCLUSIONS

3.1 Faits établis par l'enquête

- ❑ l'équipage possédait les licences et qualifications requises en état de validité ;
- ❑ Hermes Airlines détenait un CTA valide ;
- ❑ le SX-BHS avait un certificat de navigabilité en état de validité ;
- ❑ les conditions météorologiques étaient LVP (faible visibilité) ;
- ❑ L'ATIS « *Charlie* » de 19 h 36 contenait des informations relatives à la présence de vent arrière du 180° pour 15 kt à 1 500 ft. Cette information n'a pas été comprise ou assimilée par l'équipage ;
- ❑ en conditions LVP, il est demandé aux contrôleurs d'assurer aux aéronefs une interception du LOCALIZER au plus tard à 10 NM du seuil de piste, avec une convergence maximale de 30° et une vitesse maximum de 160 kt ;
- ❑ l'avion a intercepté le LOCALIZER à une vitesse de 217 kt à 12,5 NM ;
- ❑ l'équipage n'a pas réalisé de palier de stabilisation entre l'IF et le FAP ;
- ❑ à la hauteur de stabilisation de 1 000 ft en IMC, l'avion n'était pas stabilisé. Sa vitesse était supérieure de 57 kt à la vitesse d'approche (VAPP=141 kt) ;
- ❑ au cours de l'approche, aucune annonce d'écart n'a été faite par le PM ;
- ❑ une anomalie, connue du constructeur et inconnue de cet exploitant, du comportement de l'A/THR lorsque la vitesse de l'avion est supérieure de plus de 10 kt à la VAPP est survenue en dessous de 150 ft et a contribué à allonger le survol de la piste ;
- ❑ l'équipage a indiqué qu'au passage du seuil de piste, il a perdu la notion de distance de piste restante en raison de la présence d'une nappe de brouillard localisée au niveau du seuil de piste opposé ;
- ❑ l'excès d'énergie de l'avion à l'arrondi et les actions du PF ont prolongé la phase d'arrondi avant le toucher ;
- ❑ après neuf secondes de survol de la piste, le PM a repris les commandes sans appliquer la procédure de reprise des commandes. Le PF a continué à appliquer des actions sur son mini-manche et un phénomène de double pilotage est apparu pendant neuf secondes supplémentaires ;
- ❑ l'équipage a désengagé l'A/THR tardivement après le déclenchement de l'annonce « *RETARD* » ;
- ❑ le train principal a touché la piste à environ 1 600 mètres du seuil de piste. La vitesse sol de l'avion était de 154 kt. La distance restante ne permettait plus à l'équipage de s'arrêter avant la fin de la piste ;
- ❑ l'avion est sorti de la piste à une vitesse de 75 kt et s'est immobilisé 300 mètres après le seuil ;
- ❑ au moment de l'événement, l'équipage avait accumulé une durée de temps de service de vol de près de 15 heures ;
- ❑ Hermes Airlines est un jeune exploitant et la taille de sa flotte a augmenté significativement au cours de l'année précédant l'accident ;
- ❑ avant l'accident, l'exploitant avait identifié des faiblesses de sécurité qui ont contribué à l'accident (commandants de bord et copilotes peu expérimentés sur type et dans la fonction, double pilotage, approches non stabilisées), mais n'avait pas adapté la formation et les entraînements à ces risques et ne disposait pas encore des outils nécessaires pour déterminer réellement la performance de sécurité de son exploitation.
- ❑ La HCAA n'avait pas mis en place de surveillance spécifique à la situation particulière d'Hermes Airlines.

3.2 Causes de l'accident

La poursuite d'une approche en dessous de la hauteur de stabilisation avec une vitesse significativement supérieure à la vitesse d'approche indique que l'équipage n'avait pas une conscience adéquate de la situation bien qu'il ait évoqué à plusieurs reprises ses doutes sur les conditions météorologiques marginales et sur ses difficultés à réduire la vitesse de l'avion.

La poursuite de cette approche non stabilisée à vitesse excessive a déclenché en dessous de 150 ft une augmentation non commandée de la poussée des moteurs. La réduction tardive de l'A/THR par l'équipage en dessous de 20 ft n'a pas permis à l'avion de résorber suffisamment sa vitesse pendant environ 15 secondes après le passage du seuil.

Après le passage des 20 ft, la technique d'arrondi inadaptée du PF et le phénomène de double pilotage provoqué par les actions du PM ont allongé significativement la phase d'arrondi. La distance de piste restante après le touché ne permettait plus à l'avion de s'arrêter avant la fin de la piste.

Les facteurs suivants ont contribué à la poursuite d'une approche non stabilisée et à un arrondi long :

- ❑ une durée de temps de service de vol proche de 15 heures qui a vraisemblablement entraîné de la fatigue au sein de l'équipage ;
- ❑ une préparation incomplète de l'approche qui n'a pas permis à l'équipage de prendre conscience des menaces du jour (vent arrière, piste mouillée) ;
- ❑ la non application des procédures ATC qui demande aux contrôleurs d'assurer aux aéronefs une interception du LOCALIZER au plus tard à 10 NM du seuil de piste, avec une convergence maximale de 30° et une vitesse maximum de 160 kt ;
- ❑ l'application partielle des procédures normales (SOP), un partage des tâches altéré et un CRM dégradé qui n'ont pas permis à l'équipage de gérer de façon optimale la décélération de l'avion. Ces facteurs ont contribué à une détérioration progressive de la conscience de la situation qui n'a pas permis d'envisager l'interruption de l'approche et de l'atterrissage ;
- ❑ l'anomalie de fonctionnement de l'A/THR qui a maintenu l'avion à un niveau élevé d'énergie pendant la phase d'atterrissage ;
- ❑ une procédure de reprise des commandes inadéquate à l'origine d'un phénomène de double pilotage.

Les facteurs organisationnels suivants ont contribué à la faible performance de l'équipage :

- ❑ le choix de profils de recrutement de personnel navigant de l'exploitant, motivé par des considérations économiques, et une adaptation à la compagnie insuffisante, qui ont conduit à exploiter les avions avec des équipages relativement inexpérimentés sur type et dans leurs fonctions de commandant de bord ou de copilote ;
- ❑ une utilisation abusive et inappropriée des dispositions réglementaires qui permettent d'étendre la durée de service de vol en cas de « *circonstances imprévues* » sans prendre en compte le risque prévisible de fatigue excessive de l'équipage ;
- ❑ l'absence de surveillance initiale adaptée qui n'a pas permis à la HCAA de se focaliser sur les fragilités potentielles prévisibles de l'exploitation d'Hermes Airline.

4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

4.1 Amélioration de la conscience de la situation des équipages en approche

4.1.1 Diffusion des messages ATIS à l'aide du Data-Link

L'une des recommandations du plan européen traite de l'implémentation du D-ATIS. La réception et l'impression de l'ATIS à l'aide du Data-Link permettent à un équipage d'éviter les mauvaises interprétations et les omissions d'informations importantes notamment lors des phases de vol critiques nécessitant une charge de travail importante.

Un D-ATIS aurait probablement permis à l'équipage du SX-BHS de prendre conscience de la présence d'un vent arrière important.

En conséquence le BEA recommande que, conformément aux recommandations du plan européen EAPPRE :

- **la DGAC accorde une priorité importante au déploiement du D-ATIS sur les aérodromes accueillant un trafic important en transport aérien commercial. [Recommandation FRAN-2015-020]**

4.1.2 Gestion de la vitesse en approche

Cette enquête met en évidence la relation étroite qui existe entre le risque de sortie longitudinale de piste et une vitesse élevée en approche initiale ou intermédiaire. La DGAC dans sa publication de septembre 2013 (Info Sécurité DGAC n° 2013/09) recommande :

- aux exploitants d'avions en transport aérien commercial :
 - d'établir des procédures et des limites opérationnelles en approche permettant de favoriser le respect des critères de stabilisation. La DGAC recommande un seuil de vitesse de 180 kt à 8 NM de la piste, en régression vers la vitesse d'approche ;
 - d'adapter ces limites, notamment en cas de présence de composante de vent de face ou arrière significative ou d'approche exigeant une pente supérieure à 3° ;
 - de rappeler ces limites durant le briefing arrivée.

- aux prestataires de services de navigation aérienne :
 - pour un avion approchant à 3°, de considérer que toute clairance liée à la vitesse devrait être compatible avec un passage à 8NM du seuil à une VI maximale de 180 kt en régression ;
 - en cas de présence de composante de vent arrière significative (10 kt ou plus) durant la finale, de considérer ce même seuil pour la vitesse sol ; de même, en cas de vent de face significatif, ce même seuil sera acceptable pour la vitesse sol ;
 - de ne pas proposer de maintenir une vitesse élevée entre 8 NM et la piste ;
 - pour une pente d'approche supérieure à 3°, de considérer que la gestion amont éventuelle de la vitesse par le contrôleur devrait permettre à l'équipage de pouvoir l'adapter à ses besoins à 8 NM.

En conséquence le BEA recommande que :

- **l'AESA en coopération avec les prestataires des services de la navigation aérienne favorise la diffusion en Europe de procédures et limites opérationnelles en approche initiale ou intermédiaire permettant de faciliter le respect des critères de stabilisation en approche finale, dans l'esprit du document publié par la DGAC. [Recommandation FRAN-2015-021]**

4.1.3 Assistance à l'équipage

Après la sortie de piste du SX-BHS, il apparaît que seule l'intervention du contrôleur a permis à l'équipage de le sortir de son état de stupeur et lui a permis d'initier les premières actions afin de sécuriser l'aéronef notamment en éteignant les moteurs.

En conséquence le BEA recommande que :

- **la DGAC étudie les modalités de l'intervention d'une tierce personne (contrôleur, agent SSLIA) afin de rappeler aux équipages qu'ils doivent sécuriser l'avion, après une sortie de piste. [Recommandation FRAN-2015-022]**

4.2 Formations et entraînement des équipages

L'enquête a identifié des faiblesses au niveau de la formation et de l'entraînement des équipages au sein d'Hermes Airlines compte tenu notamment des profils de recrutement adoptés. Il apparaît par ailleurs que ce type de défaillances a déjà été identifié par de nombreuses instances internationales au sein de la formation des équipages en général au niveau européen.

Plus particulièrement, l'enquête a montré que les équipages ne sont pas formés ni entraînés d'une manière adéquate à des procédures spécifiques telles que l'interruption de l'atterrissage en dessous de 50 ft ou l'évacuation d'urgence. En effet, les enseignements dispensés ne sont pas en adéquation avec les situations opérationnelles rencontrées en service.

La mise en œuvre d'une formation et d'entraînement incluant les principes de l'EBT (Evidence-based-training) devrait permettre de corriger ces défaillances en définissant des programmes plus adaptés aux risques rencontrés en opérations.

En conséquence le BEA recommande que :

- **l'AESA en coordination avec les groupes de travail internationaux en charge de la mise en œuvre de l'EBT s'assure que les futurs programmes de formation et d'entraînements périodiques permettent aux équipages d'être capable de mieux gérer les situations suivantes :**
 - gestion de l'énergie lors de la transition entre la phase d'approche initiale et d'approche finale ;
 - interruption de l'atterrissage de la phase d'arrondi jusqu'au déploiement des inverseurs de poussée ;
 - évacuation d'urgence (réalisations des premiers items afin de sécuriser l'avion).
[Recommandation FRAN-2015-023]

4.3 Entraînement à la prise de priorité sur avions équipés de manches non conjugués

L'enquête a montré que l'entraînement à la reprise des commandes sur manches non conjuguées tel qu'il est effectué actuellement lors de la formation initiale et en entraînement périodique ne permet pas de garantir le maintien de compétence des équipages dans ce domaine.

Il apparaît alors nécessaire, dans le cadre des OSD de prendre en compte les procédures spécifiques relatives à la reprise de commandes sur les aéronefs équipés de manches non conjugués.

En conséquence le BEA recommande que:

- **l'AESA, en coordination avec les constructeurs, s'assure que les futurs programmes définis dans le cadre des OSD comportent une formation initiale et des entraînements périodiques à la prise de priorité sur avions équipés de manches non conjugués. [Recommandation FRAN-2015-024]**

4.4 Comportement de l'A/THR

Le constructeur a publié une lettre d'information en juillet 2013. Cette lettre, dédiée à l'anomalie de fonctionnement de certains FMGC qui conduit à une augmentation de poussée commandée par l'A/THR lorsque la vitesse d'approche est supérieure à Vapp + 10 kt en dessous de 150 ft, a été adressée à tous les opérateurs (responsables des flottes, OSV et RDOA) exploitant des avions de la famille A320. En novembre 2013, l'AESA a également publié un bulletin d'information (SIB 2013-19) adressé à toutes les aviations civiles des Etats membres de l'Union Européenne. Cette information recommande aux autorités de s'assurer que ses opérateurs sont effectivement sensibilisés à cette défaillance de FMGC et à la lettre du constructeur. Cette publication est également la première à identifier l'anomalie de comportement de l'A/THR en facteur contributif à une sortie de piste.

A la date de publication de ce rapport, environ 350 aéronefs sont toujours équipés de l'ancien standard de FMGC susceptible de comporter cette anomalie. Le nombre important d'avions toujours équipés de ce type de FMGC montre l'inefficacité relative des publications de nature purement informative du constructeur et de l'AESA.

Les autorités nationales des aviations civiles n'ont pas connaissance des standards de FMGC équipant les avions en service. Il leur est par conséquent difficile de s'assurer que les publications du constructeur sont bien prises en compte par leurs exploitants. Cette difficulté est d'autant plus grande pour les autorités hors zone européenne puisqu'elles ne sont pas destinataires du bulletin d'information publié par l'AESA.

En conséquence le BEA recommande que :

- **L'AESA, en coordination avec le constructeur, s'assure que toutes les autorités de l'aviation civile dont les compagnies aériennes sont susceptibles d'exploiter les avions concernés soient effectivement informées de l'anomalie de fonctionnement de l'A/THR. [Recommandation FRAN-2015-025]**

Afin de garantir une évolution positive de cette situation, le BEA recommande que :

- **L'AESA, en coordination avec le constructeur, définisse une période au terme de laquelle elle vérifie l'efficacité des actions entreprises. Sans retour des exploitants sur leur décision de remplacement des FMGC concernés, elle pourrait alors envisager l'émission d'une consigne de navigabilité. [Recommandation FRAN-2015-026]**

4.5 Surveillance d'un exploitant par son autorité

L'enquête a mis en évidence que les conditions d'exploitation dans lesquelles Hermes Airlines a débuté son activité de transporteur aérien l'ont exposé simultanément à des difficultés dans le recrutement, la formation et le contrôle des compétences de ses équipages. Ces difficultés ont également été accentuées par la croissance rapide de la flotte et la nature saisonnière de l'activité. L'exploitant avait identifié des faiblesses de sécurité qui ont contribué à l'accident (commandants de bord et copilotes peu expérimentés sur type et dans la fonction, double pilotage, approches non stabilisées), mais n'avait pas adapté la formation et les entraînements à ces risques et ne disposait pas encore des outils nécessaires pour déterminer réellement la performance de sécurité de son exploitation.

La HCAA n'a pas su mettre en place de programme de surveillance qui se focaliserait sur les fragilités potentielles prévisibles de l'exploitation d'Hermes Airlines.

En conséquence le BEA recommande que :

- **Hermes Airlines dans le cadre de la mise en place de son système de gestion des risques prenne les mesures adéquates afin de corriger les faiblesses identifiées lors de l'enquête, notamment dans le cadre du recrutement et de la formation du personnel navigant et du risque lié à la fatigue de ses équipages. [Recommandation FRAN-2015-027]**
- **La HCAA mette en œuvre un programme de surveillance d'Hermes Airlines adapté, fondé notamment sur les risques identifiés lors de l'enquête. [Recommandation FRAN-2015-028]**

Liste des annexes

annexe 1

Systemes et procedures Airbus A321

annexe 2

Transcription CVR

annexe 3

Planches de parametres FDR

annexe 4

Approche ILS 36R (IAF ARBON) apres une STAR MEZIN 1D

annexe 5

Manual of EBT - Airbus competencies

annexe 6

IRBA

annexe 7

Manuels d'exploitations Hermes Airlines

annexe 8

Analyse des vols par Hermes Airlines

annexe 9

Evènements anterieurs

annexe 10

Airbus information letter et SIB EASA

annexe 1 Systèmes et procédures Airbus A321

Gestion de la vitesse en mode sélectionné ou mode managé lors d'une approche

En mode Approche, avec l'A/THR engagée, la gestion de la vitesse consiste à fournir une vitesse cible à l'A/THR. Cette vitesse cible peut être :

- ❑ managée quand la cible de vitesse est calculée par le FMGS ;
- ❑ sélectionnée quand la cible de vitesse est manuellement sélectionnée au FCU par l'équipage.

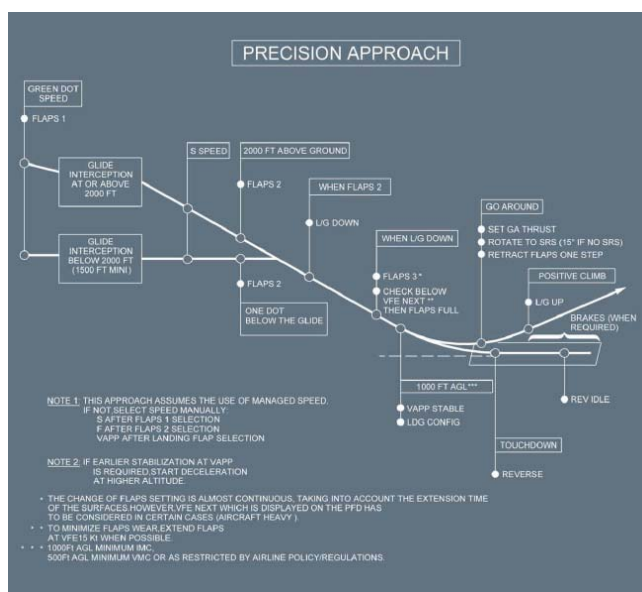
Dans les conditions du jour de l'événement (masse de 72 tonnes), les cibles de vitesses caractéristiques étaient les suivantes :

- ❑ Green dot pour la « *conf 0* » = 218 kt ;
- ❑ S pour la « *conf 1* » = 197 kt ;
- ❑ F pour la « *conf 2* » et la « *conf 3* » = 153 kt ;
- ❑ Vapp pour la « *conf FULL* » = 141 kt.

Dans le cas d'une gestion de la vitesse en mode managé lors d'une approche, le FMGS va successivement et automatiquement changer de vitesse cible à chaque changement de configuration.

Dans le cas d'une gestion de la vitesse en mode sélectionnée, le constructeur recommande de sélectionner manuellement la vitesse S après la sélection de la « *conf 1* » puis F après la sélection de la « *conf 2* » puis Vapp après la sélection de la configuration atterrissage « *conf 3* » ou « *conf FULL* ».

Dans certaines circonstances (vent arrière fort ou masse importante), le taux de décélération peut être insuffisant. Dans ce cas, le constructeur recommande de sortir le train d'atterrissage à une vitesse inférieure à 220 kt mais avant la sélection de la « *conf 2* ».



Le constructeur recommande lors d'une approche de précision d'utiliser le mode managé pour la gestion de la vitesse. Une fois le mode Approche engagé, le mode A/THR gère la vitesse de l'avion.

Interruption de l'approche en dessous des minimums - Interruption de l'atterrissage

A la date de l'accident, Il n'existait pas de procédure « *Rejected Landing* » publiée dans le FCOM du constructeur. Il existait cependant un paragraphe « *Rejected Landing* » publié dans le FCTM qui indiquait qu'un équipage pouvait à tout moment interrompre l'atterrissage tant que les inverseurs de poussée n'étaient pas déployés. Ce paragraphe ne faisait pas l'objet d'une procédure spécifique et supplémentaire dans le FCOM car le constructeur considérait qu'un atterrissage interrompu n'était qu'une approche interrompue « *Go Around* » dans une phase de vol spécifique. D'après le constructeur, cette opération particulière était donc couverte par l'association de la procédure « *Go Around* » du FCOM et l'information spécifique à la phase de vol décrite dans le FCTM.

REJECTED LANDING
<small>Ident.: NO-130-00005598.0001001 / 24 APR 08 Applicable to: ALL</small>
<p>A rejected landing is defined as a go-around manoeuvre initiated below the minima. Once the decision is made to reject the landing, the flight crew must be committed to proceed with the go-around manoeuvre and not be tempted to retard the thrust levers in a late decision to complete the landing. TOGA thrust must be applied but a delayed flap retraction should be considered. If the aircraft is on the runway when thrust is applied, a CONFIG warning will be generated if the flaps are in conf full. The landing gear should be retracted when a positive climb is established with no risk of further touch down. Climb out as for a standard go-around. In any case, if reverse thrust has been applied, a full stop landing must be completed.</p>

En novembre 2013, la documentation opérationnelle du constructeur a été modifiée. Le constructeur explique que le paragraphe FCTM « *Rejected Landing* » a été modifié et amendé en paragraphe « *Consideration about Go Around* » avec une sous partie « *Go Around near the Ground* ». La procédure FCOM « *Go Around* » a aussi été amendée en mars 2014 en introduisant une note courte et spécifique au Go Around près du sol.



A318/A319/A320/A321
FLIGHT CREW TRAINING MANUAL

NORMAL OPERATIONS

GO AROUND

PREFACE

Ident.: NO-180-00005592.0001001 / 28 MAR 08

Applicable to: ALL

Failure to recognize the need for and to execute a go-around, when required, is a major cause of approach and landing accidents. Because a go-around is an infrequent occurrence, it is important to be "go-around minded". The decision to go-around should not be delayed, as an early go-around is safer than a last minute one at lower altitude.

CONSIDERATION ABOUT GO-AROUND

Applicable to: ALL

Ident.: NO-180-A-00005593.0001001 / 08 NOV 13

1 DECISION MAKING

A go-around must be considered if:

- There is a loss or a doubt about situation awareness
- If there is a malfunction which jeopardizes the safe completion of the approach e.g. major navigation problem
- ATC changes the final approach clearance resulting in rushed action from the crew or potentially unstable approach
- The approach is unstable in speed, altitude, and flight path in such a way that stability will not be obtained by 1 000 ft IMC or 500 ft VMC.
- Any GPWS, TCAS or windshears alert occur
- Adequate visual references are not obtained at minima or lost below minima.

3 Ident.: NO-180-A-00015224.0001001 / 22 OCT 13


GO-AROUND NEAR THE GROUND

If the PF initiates a go-around, the flight crew must complete the go-around maneuver. The PF must not initiate a go-around after the selection of the thrust reversers.

If the flight crew performs a go-around near the ground, they should take into account the following:

- The PF should avoid excessive rotation rate, in order to prevent a tailstrike
- A temporary landing gear contact with the runway is acceptable. For more information *Refer to NO-170 TAIL STRIKE AVOIDANCE*
- In the case of bounce, the flight crew must consider delaying flap retraction
- The PF should order landing gear retraction when the aircraft reaches and maintains positive climb with no possibility of subsequent touchdown.

Extrait du FCTM de novembre 2013

 A318/A319/A320/A321 FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	PROCEDURES NORMAL PROCEDURES STANDARD OPERATING PROCEDURES - GO-AROUND
	GO AROUND WITH FD
<small>Identi: PRO-NOR-SOP-20-A-00011578.0001001 / 04 MAR 14 Applicable to: MSN 0686</small>	

- 1 Apply the following three actions simultaneously:
- THRUST LEVERS..... TOGA
- If TOGA thrust is not desired, set the thrust levers to TOGA detent then retard the thrust levers as required. This enables to engage the GO-AROUND phase, with associated AP/FD modes. The flight crew may use CL detent to have benefit of ATHR.*
- Note: *If the thrust levers are not set briefly to TOGA detent :*
- The FMS does not engage the GO-AROUND phase, and flying over, or close to the airport will sequence the Destination waypoint in the F-PLN.
 - When descending at minimum speed with AP and ATHR engaged, the speed may go below VLS if APPR mode is deselected, and/or if OP CLB or V/S mode is engaged.
- ROTATION..... PERFORM
- Initiate rotation towards 15 ° of pitch with all engines operative (approximately 12.5 ° if one engine is out) to get a positive rate of climb, then follow the SRS Flight Director pitch bars orders. When near the ground, avoid excessive rotation rate in order to prevent a tail strike.*
- GO AROUND ANNOUNCE
 FLAPS lever..... SELECT AS RQRD
- Retract one step of flaps.*
- FMA..... ANNOUNCE
- The following modes are displayed: MAN TOGA / SRS / GA TRK / ATHR (in blue).*
- POSITIVE CLIMB ANNOUNCE
 L/G UP ORDER
 L/G..... SELECT UP
 NAV or HDG mode..... AS RQRD
- Reselect NAV or HDG, as required (minimum height 100 ft).*
- AP..... AS RQRD
- Note: *Go-around may be flown with both autopilots engaged. Whenever any other mode engages, AP 2 disengages.*

Procedure FCOM - Go Around du 4 mars 2014

Nouveau programme de formation du constructeur associé à la mise à jour du FCOM

Lors de la formation initiale à la qualification de type, le programme du constructeur inclut la réalisation d'une approche interrompue avec les conditions suivantes :

- nuit en conditions VMC ;
- piste mouillée ;
- Engine Anti Ice on ;
- AP off ;
- FD/ATHR engagés ;
- Go around initié sous 50 ft.

Le constructeur ajoute également que dans son nouveau programme d'entraînement périodique inclut dans le cadre des cinq scénarios habituels, les exercices de « *Go Around near the ground* » suivants :

- piste bloquée à 100ft ;
- soit windshear vers 300/400ft ;
- soit incursion de piste ;
- soit LVO failure ou météo dégradée en CAT II/III.

Par ailleurs, la procédure d'interruption de l'atterrissage après le touché des roues « *immediate go from touch* » est enseignée par le constructeur dans le cadre de la formation instructeur FLIGHT FIF SESSION GUIDE « *base training* » Airbus pilot instruction course « *Airborne phase* » E F11. Elle indique :

- que la reprise des commandes par l'instructeur doit être effectuée sans ambiguïté (« *I have control* », et appui sur le P/B instinctive disconnect du mini-manche) ;
- d'afficher TOGA ;
- de maintenir la configuration (en ignorant l'alarme de non configuration au décollage) ;
- d'afficher une assiette de 10° jusqu'à une altitude sûre ;
- de sélectionner la configuration 3 au dessus de la vitesse VLS puis de continuer avec la procédure de remise de gaz standard.

Le constructeur a également publié les deux documents suivants :

- FOBN (Flight Operations Briefing Notes – Being prepared for Go-Around)

« *Go-Around below the Minimums When the need for go-around is identified, the decision should not be delayed. Go-around can be decided until the selection of the reverse thrust. If the go-around has been initiated, it must be completed. Reversing a go-around decision can be hazardous (e.g. F/O initiating a late go-around; Captain overriding and trying to land the aircraft). Also refer to the Flight Operations Briefing Note Bounce Recovery, for expanded information* ».

Training recommendations:

- Go-around below minimums not called by ATC ;
 - Destabilization of the approach ;
 - Loss of appropriate visual references ;
 - Runway incursion.
- Safety first The Go-Around publié en juillet 2011

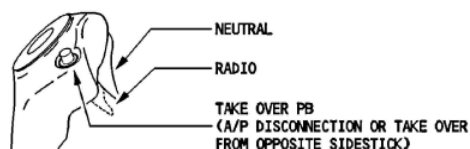
« *Go Around Close to the Ground If you are close to the ground, initiate a standard Go Around* », and avoid rapid rotation and excessive pitch. This low Go Around may result in a runway contact, If it does, continue with the standard Go Around.

Conclusion

We must train for different Go Arounds.

Description du fonctionnement des mini-manches, procédure et formation associées

Les deux mini-manches sont utilisés pour le pilotage manuel en assiette et en roulis. Chaque mini-manche dispose, entre autres, d'un bouton poussoir qui permet de désengager le pilote automatique et/ou de prendre la priorité sur l'autre mini-manche.



Quand un pilote agit sur le mini-manche, ses ordres sont envoyés aux calculateurs de commandes de vol. Quand les deux pilotes agissent sur leur mini-manche, dans le même sens ou dans des sens opposés, les ordres sont algébriquement ajoutés et envoyés aux calculateurs⁽¹⁾.

Le pilotage simultané est détecté lorsque des déflexions de plus de 2° sont appliquées sur chacun des deux mini-manches pendant un laps de temps appelé temps de confirmation. Les deux voyants « *SIDE STICK PRIORITY* » s'illuminent en vert et le message vocal « *DUAL INPUT* » est généré. Il peut se passer environ deux secondes entre la détection des déflexions simultanées dépassant 2° et la génération de l'alarme « *DUAL INPUT* ». Ceci est dû au temps de confirmation et au temps de calculs inter-calculateurs.



En appuyant sur le bouton du mini-manche, un pilote prend la priorité des commandes le temps de la pression. Quand le commandant de bord prend la priorité, le voyant « *SIDE STICK PRIORITY* » s'illumine en vert devant lui, et la flèche s'illumine en rouge du même voyant en face du copilote. Le message vocal « *PRIORITY LEFT* » est généré.

Le pilote qui prend les commandes doit respecter l'annonce suivante : « *I have control* ». L'autre pilote accepte en annonçant « *you have control* » avant de laisser les commandes.

Enseignement de la prise de priorité

L'enseignement de la reprise des commandes s'effectue en plusieurs phases uniquement lors de la qualification de type. Le stagiaire acquiert d'abord la connaissance théorique du fonctionnement du système et de la procédure, puis en voit la démonstration de façon analytique au simulateur. Il la met ensuite en pratique lors de deux autres séances.

⁽¹⁾La somme est limitée à l'équivalent d'un ordre plein manche à cabrer d'un seul pilote.

Enseignement théorique

Les principes de design, de logique de priorité et de reprise des commandes sont exposés en deux phases. La première en cours au sol le premier jour de la qualification de type. La deuxième lors de l'apprentissage des systèmes (formation sur ordinateur CBT (Computer Based Training)). Les documents à disposition du stagiaire sont le FCOM et le FCTM.

Enseignement pratique

Lors de la première séance de simulateur (séance 1), l'exercice est conduit au FL120, en vol en palier AP/FD OFF et A/THR ON. L'instructeur indique au stagiaire les interfaces (takeover P/B sur le manche, indications visuelles avec flèches et couleurs associées). Il indique notamment l'addition algébrique des entrées manche. L'objectif est de démontrer au stagiaire qu'un seul pilote doit agir sur les commandes à la fois et l'importance de la reprise de priorité par appui continu sur le « *disconnect P/B* » associé à l'annonce « *I have control* ».

Lors des deux autres séances (séances 5 et 6), la reprise des commandes est enseignée lors d'un exercice simulant une incapacité d'un pilote. Seul l'un des deux stagiaires est briefé sur la nature de l'erreur à commettre afin de générer un effet de surprise adéquat pour l'autre. L'objectif est de pratiquer la reprise des commandes lors d'une phase dynamique et critique du vol. L'exercice est pratiqué au décollage, l'un des deux pilotes cabre de façon excessive lors de la 5^{ème} séance et oublie d'effectuer la rotation lors de la 6^{ème} séance. Dans les deux cas, l'autre stagiaire doit alors reprendre les commandes de façon adéquate. Le constructeur indique que lors de ces exercices, environ 75 % des stagiaires réalisent correctement la procédure dès la première fois.

Procédure évacuation d'urgence

La procédure « *EMERGENCY EVACUATION* » est une procédure d'urgence présente dans le FCOM, le FCTM et la QRH du constructeur et de l'exploitant.

Cette procédure s'effectue en deux temps. La première phase n'engage pas formellement l'équipage à procéder à l'évacuation. Elle permet à l'équipage d'effectuer les premiers items nécessaires à la mise en sécurité de l'appareil (notamment couper les moteurs et l'APU et informer les PNC et l'ATC de la situation). La deuxième phase indique la procédure à suivre après la prise de décision de l'équipage de faire évacuer ou non l'avion.

Enseignement au simulateur

Lors de la qualification de type, la procédure est enseignée durant une séance de simulateur (FFS 6). Le scénario prévoit un décollage interrompu (RTO), suivi d'une procédure d'évacuation.

Lors de l'entraînement périodique, la procédure d'évacuation fait généralement suite chez les exploitants :

- à un arrêt du décollage suite à une panne grave de type feu moteur ;
- à un atterrissage avec notamment un feu moteur ou APU non maîtrisé ou un exercice de feu/fumées à bord.

Les scénarios d'entraînement à l'évacuation n'incluent pas le cas de la sortie de piste comme déclencheurs de la procédure d'évacuation d'urgence.

annexe 2

A321-SX-BHS-29 mars 2013 Rpt V09

```

=====
TRANSCRIPTION CVR
-----
05/06/2013
TRANSCRIPTION FINALE
-----
DOCUMENT RESERVE A L'ENQUETE DE SECURITE
CONFIDENTIEL
-----
A321 / SX-BHS / Sortie de piste à l'atterrissage / Aéroport Lyon Saint-Exupéry / 29
mars 2013

```

 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 manœuvres de sélecteurs ou à des alarmes.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'enregistrement et la transcription d'un CVR ne constituent qu'un reflet partiel des événements et de l'atmosphère d'un poste de pilotage. En conséquence, l'interprétation d'un tel document requiert la plus extrême prudence. Les voix des membres d'équipage sont placées dans des colonnes séparées par souci de clarté. Deux autres colonnes sont dédiées aux autres voix, bruits et alarmes également entendus.

 GLOSSAIRE

```

-----
Temps FSK Temps obtenu à partir d'un temps UTC enregistré au format FSK sur le CVR
Temps UTC Temps Universel Coordonné
(F/) Mots ou groupes de mots prononcés par le copilote
(C/) Mots ou groupes de mots prononcés par le commandant de bord
(E/) Mots ou groupes de mots prononcés par le mécanicien navigant
(G/) Mots ou groupes de mots prononcés par l'équipe technique au sol
(O/) Mots ou groupes de mots prononcés par un autre intervenant (ATC, PNC, autre avion, ...)
(?) Locuteur non identifié
(*) Mots ou groupes de mots non compris
( ) Les mots ou groupes de mots placés entre parenthèses n'ont pu être établis avec certitude
(...) Mots ou groupes de mots n'ayant pas de lien avec la conduite du vol
(!) Interjection, juron
(@) Bruit, alarme
(>) Communication en direction du contrôle, du sol ou du PNC par l'interphone
(VS) Voix synthétique.
(xxx) Mots ou groupes de mots prononcés en langue native

```

 Page p

four zero, and the squawk one zero five two
 17 h 58 min 31,904 C/>Squawking one zero five two, Méditerranée seven eight one seven
 17 h 58 min 39,174 F/One zero five two (selected)
 18 h 02 min 24,086 @/Bruit
 18 h 02 min 25,390 @/Bruit de sélecteurs
 18 h 02 min 29,779 @/Bruit de sélecteur
 18 h 04 min 28,740 @/Bruit
 18 h 04 min 36,998 @/Bruit de sélecteur
 18 h 05 min 09,927 C/(*)
 18 h 05 min 37,040 @/Bruit
 18 h 05 min 43,041 @/Bruit de sélecteur
 18 h 06 min 27,992 @/Bruit de sélecteur
 18 h 06 min 38,175 @/Bruit de sélecteur
 18 h 07 min 00,885 @/Bruit
 18 h 07 min 47,019 @/Bruit de sélecteur
 18 h 08 min 13,998 @/Sonnerie poste pilotage
 18 h 08 min 17,739 C/Vers PNC/>(XXX) (Remarque: conversation en grec)
 18 h 08 min 18,292 P/(XXX)
 18 h 08 min 34,154 @/(Remarque: fin de conversation)
 18 h 08 min 41,160 @/Bruit
 18 h 08 min 43,685 @/Bruit
 18 h 09 min 59,307 C/(...) (Remarque: conversation non relative à la conduite du vol)
 18 h 10 min 00,472 F/(...)
 18 h 11 min 50,705 C/(*)
 18 h 11 min 55,141 F/No
 18 h 11 min 56,230 C/One six four five
 18 h 11 min 58,450 F/One six four five, yes
 18 h 12 min 01,492 @/Bruit de sélecteur
 18 h 12 min 32,701 F/(So)
 18 h 12 min 35,576 C/We (*) thirty five minutes (*)
 18 h 12 min 44,061 @/Bruit
 18 h 12 min 59,742 F/(...) (Remarque: conversation non relative à la conduite du vol)
 18 h 15 min 04,492 @/Sonnerie
 18 h 15 min 05,980 F/(...) (Remarque: conversation non relative à la conduite du vol)
 18 h 15 min 06,799 C/(...)
 18 h 16 min 24,756 O/SEV ENR/Méditerranée seven one eight seven, call now (*) one three two six seven
 five, adios
 18 h 16 min 31,255 C/>Three two six seven five, Méditerranée seven eight one seven, adios
 18 h 16 min 37,726 F/(*)
 18 h 16 min 42,339 C/It's heu...
 18 h 16 min 43,811 F/Sevilla
 18 h 16 min 44,844 C/>Sevilla control, buenas tardes, Méditerranée seven eight one seven, flight level
 three four zero
 18 h 16 min 49,844 O/SEV ENR/Méditerranée seven eight one seven, buenas tardes, identified
 18 h 16 min 59,563 F/(...) (Remarque: conversation non relative à la conduite du vol)

18 h 19 min 25,793
 18 h 22 min 05,510
 18 h 22 min 12,998
 18 h 22 min 22,692
 18 h 25 min 01,101
 seven five five
 18 h 25 min 06,018

18 h 25 min 22,132
 three four zero
 18 h 25 min 27,627
 18 h 25 min 33,260
 18 h 25 min 37,469
 18 h 28 min 13,290
 18 h 28 min 13,928
 18 h 28 min 36,530
 18 h 30 min 21,679

=
 18 h 30 min 27,430
 18 h 30 min 31,176
 18 h 30 min 37,962

18 h 30 min 44,045
 18 h 30 min 45,867
 18 h 30 min 47,632
 18 h 30 min 51,285
 one three three decimal two
 18 h 31 min 01,582
 seven five five, right now
 18 h 31 min 19,652
 level three four zero. =
 18 h 31 min 29,497
 four zero.
 18 h 31 min 33,718

18 h 31 min 41,052
 18 h 31 min 42,925
 18 h 31 min 44,215
 18 h 31 min 45,780
 18 h 31 min 47,110
 18 h 31 min 50,691
 why (*)
 18 h 34 min 43,124
 18 h 35 min 04,712
 give us a negative weather
 18 h 35 min 17,796

@/Appe1 PNC
 @/Appe1 PNC
 F/(...) (Remarque: conversation non relative à la conduite du vol)
 C/(...)
 O/SEV ENR/Méditerranée seven eight one seven, Madrid on one three three decimal
 C/>Three three seven five five, Méditerranée seven eight one seven, adios
 C/>Madrid Control, buenas tardes, Méditerranée seven eight one seven, Flight Level
 O/?/Méditerranée seven zero one eight (*)
 C/(*)
 F/(...) (Remarque: conversation non relative à la conduite du vol)
 @/Buit de sélecteur
 @/Buit de sélecteur
 F/(*)
 O/?/Méditerranée seven eight one seven, Madrid calling on one two one decimal five,
 O/?/=Méditerranée seven eight one seven, do you read?
 C/>Yes, hear you five five five
 O/?/Méditerranée seven eight one seven, Madrid calling on one two one decimal five
 C/>(*)
 O/?/(*)
 C/>(*)
 O/?/Méditerranée seven eight one seven, call Madrid on one three three decimal two,
 C/>Ok, one three three decimal two, but we have contact with one three three decimal
 C/>Madrid, buenos dias, buenas tardes, Méditerranée seven eight one seven, flight
 C/>Madrid, buenas tardes, Méditerranée seven eight one seven, flight level three
 O/MAD ENR/Méditerranée seven eight one seven, buenas tardes, radar contact
 C/why... why (they hear) two hundred decimal five?
 F/I don't know why
 C/But we had (*) to that.
 F/Yes
 C/(*)
 F/They heu...they had going to (call out), they are (stupid) so (*) I don't know
 C/One hundred knots (*)
 F/I think they...they have (something in the weather in Dakar) because they don't
 C/(*)

18 h 35 min 33,133 F/Yeah
 18 h 35 min 38,915 @/Bruit de sélecteur
 18 h 36 min 03,478 C/(*) (Lyon)
 18 h 36 min 06,910 F/Heu...
 18 h 36 min 08,105 C/(*)
 18 h 36 min 11,412 F/(*)
 18 h 36 min 11,910 C/Yes
 18 h 36 min 15,425 F/(*)
 18 h 36 min 39,648 O/MAD ENR/Méditerranée seven eight one seven, call Madrid on one three two decimal
 nine eight zero, bye
 18 h 36 min 47,000 C/>Three two decimal eight zero, Méditerranée seven eight one seven
 18 h 36 min 50,769 O/MAD ENR/One three two nine eight zero, one three two nine eight zero, please.
 18 h 36 min 55,729 C/>Three two nine eight zero, Méditerranée seven eight one seven, bye
 18 h 36 min 58,583 O/MAD ENR/Bye
 18 h 37 min 08,694 C/>Madrid Control, buenas tardes, Méditerranée seven eight one seven, flight level
 three four zero
 18 h 37 min 14,042 O/MAD ENR/Méditerranée seven eight one seven, buenas tardes, radar contact
 18 h 37 min 22,367 F/Heu (!) six, six degrees.
 18 h 37 min 28,269 C/(*)
 18 h 37 min 29,517 F/No
 18 h 38 min 25,600 F/(...) (Remarque: conversation non relative à la conduite du vol)
 18 h 38 min 33,985 C/(...)
 18 h 40 min 09,943 F/You remember where we'll find the... the one three and two point five, (*) two
 point five, yeah, where do you find it?
 18 h 40 min 22,761 C/Heu...
 18 h 40 min 30,377 F/Because (*) the limitations, (*) limitation
 18 h 40 min 52,121 F/(*) one point three left, two point five, right
 18 h 40 min 56,206 C/(*)
 18 h 40 min 57,987 F/Two point five left
 18 h 40 min 58,687 @/Sonnenie
 18 h 40 min 59,374 F/one point three right
 18 h 41 min 04,357 C/Vers PNC/>(XXX) (Remarque: conversation en Grec)
 18 h 41 min 05,085 P/(XXX)
 18 h 42 min 00,392 @/(Remarque: fin de conversation)
 18 h 42 min 02,639 @/Bip
 18 h 43 min 10,513 O/MAD ENR/Méditerranée seven eight one seven, Madrid
 18 h 43 min 14,641 C/>Go ahead
 18 h 43 min 16,125 O/MAD ENR/Méditerranée seven eight one seven, call Madrid one one nine decimal six
 three zero
 18 h 43 min 21,838 C/>One one nine six three zero, Méditerranée seven eight one seven, adios
 18 h 43 min 31,173 C/Six three zero
 18 h 43 min 32,257 F/Six three zero
 18 h 43 min 39,981 C/>Madrid Control, buenas tardes, Méditerranée seven eight one seven, flight level

three four zero
 18 h 43 min 44,962 O/MAD ENR/Méditerranée seven eight one seven, Madrid, buenas tardes, identified at
 three four zero, continue as cleared
 18 h 43 min 58,200 C/(*)
 18 h 45 min 05,013 C/You release the (*) now
 18 h 45 min 07,317 F/Ok
 18 h 45 min 07,868 C/(*)
 18 h 45 min 08,688 F/No (*) Limitations... (*) (CAT) two, (CAT) three
 18 h 45 min 22,971 @/Bruit de sélecteur
 18 h 45 min 38,573 C/(Five) (*)
 18 h 45 min 40,767 @/Bruit
 18 h 45 min 41,981 F/(why)
 18 h 45 min 43,954 C/(*)
 18 h 45 min 44,359 F/Why..., why
 18 h 45 min 45,832 C/(why)
 18 h 45 min 46,047 F/Why you will asking me) (*)
 18 h 45 min 47,600 C/(*)
 18 h 45 min 49,501 F/Ah yes (*)
 18 h 45 min 55,498 C/(*)
 18 h 45 min 57,735 F/Yeah (*)
 18 h 46 min 05,077 F/(*)
 18 h 48 min 59,512 @/Bruit
 18 h 49 min 03,325 O/MAD ENR/Méditerranée seven eight one seven, Madrid, one two seven decimal two two
 five, adios
 18 h 49 min 09,976 C/>Two seven two two five, Méditerranée seven eight one seven, adios.
 18 h 49 min 21,636 C/Madrid
 18 h 49 min 22,537 F/Yeah
 18 h 49 min 23,554 C/>Madrid control, buenas tardes, Méditerranée seven eight one seven, flight level
 three four zero
 18 h 49 min 29,403 O/MAD ENR/Méditerranée seven eight one seven, buenas tardes, radar contact at zero
 three four zero.
 18 h 49 min 48,189 F/(*)
 18 h 53 min 17,011 @/Bruit de sélecteur
 18 h 54 min 37,373 @/Bruit
 18 h 54 min 52,685 C/(*) one one (wide) (*)
 18 h 55 min 31,430 F/(Three) (*)
 18 h 55 min 54,410 C/(*)
 18 h 56 min 50,231 @/Bruit de sélecteur
 18 h 59 min 21,986 O/MAD ENR/Méditerranée seven eight one seven, contact Bordeaux one two one three
 four zero, good day
 18 h 59 min 29,068 C/>Two one three four zero, Méditerranée seven eight one seven, adios
 19 h 00 min 38,385 C/>Bordeaux Contrôle bonjour, Méditerranée seven eight one seven, flight level three
 four zero on cruise for (LATIC)
 19 h 00 min 43,823 O/BDX ENR/Méditerranée seven eight one seven, maintain three four zero, Mike Echo
 November
 19 h 00 min 50,043 F/Mike Echo November, direct
 Page p

19 h 00 min 51,480
 seven
 19 h 01 min 17,384
 19 h 03 min 35,779
 19 h 03 min 39,703
 eighty, eighty three, eighty five, eighty nine
 19 h 03 min 54,033
 19 h 03 min 55,180
 19 h 03 min 57,727
 19 h 03 min 59,132
 19 h 04 min 00,343
 19 h 04 min 24,117
 19 h 04 min 27,654
 19 h 04 min 28,983
 19 h 04 min 48,910
 19 h 04 min 51,910
 19 h 04 min 59,735
 C/>Direct Mike Echo November, level three four zero, Méditerranée seven eight one
 F/(Mike Echo November) (*)
 @/Sonnerie PNC
 C/Look, (*) (pressure), maximum take off weight, thirty eight,
 eighty five, eighty nine
 F/Nine
 C/Ninety three, ninety three point five
 F/Yes
 C/(*)
 F/Yeah (*) (it depends on what you pay) (*)
 C/(*..)
 F/Ok
 C/(*..)
 C/Ninety three point five, maximum take off weight
 F/Ninety three point five
 C/That's why you haven't to calculate the (sum) ninety one, ninety three...
 F/Yeah
 C/Ninety one
 F/Yeah, it's not... it's not possible avoid the (*)
 C/Did you have the schedule (*)?
 @/Bruit
 VS: (*)
 @/Double bip
 @/Bip
 @/Sonnerie PNC
 F/Yeah, almost the top of the cloud (*)
 C/on top
 F/Yeah
 C/(*)
 F/Yeah
 C/(*)
 F/Thank you (*)
 F/(*..)
 C/(*..) (Remarque: l'équipage cherche à savoir si Marseille Radio diffuse l'ATIS de
 Lyon)
 C/Marseille, one two seven decimal four
 F/Two seven decimal four
 O/Marseille Radio/Visibility, more than ten thousand meters,
 F/(*)
 O/Marseille Radio/Few cloudy at three six zero zero feet, temperature one four (*)
 C/You have the same (data) on this (*)
 O/Marseille Radio/Visibility eight thousand meters, (light) rain, cloud scattered at
 two zero zero feet =

19 h 09 min 05,053
 19 h 09 min 11,717
 zero zero feet =
 19 h 09 min 18,672
 19 h 09 min 20,037
 19 h 09 min 20,873
 19 h 09 min 22,672
 19 h 09 min 27,016
 visibility three five zero zero
 meters =
 19 h 09 min 36,046
 broken at thousand
 feet, =
 19 h 09 min 45,432
 19 h 09 min 51,991
 zero knots =
 19 h 09 min 59,665
 feet, =
 19 h 10 min 05,784
 point minus four, Q N H one zero zero six
 19 h 10 min 16,523
 knots, visibility more than ten
 thousand mete
 19 h 10 min 27,316
 point one two =
 19 h 10 min 34,087
 19 h 10 min 38,573
 visibility three thousand meters, light drizzle =
 19 h 10 min 48,202
 feet, temperature six, due point five =
 19 h 10 min 56,796
 19 h 11 min 01,023
 one two knots (*)
 19 h 11 min 23,669
 seven knots =
 19 h 11 min 32,365
 thousand feet =
 19 h 11 min 38,633
 four
 19 h 11 min 45,880
 19 h 11 min 50,591
 four knots =
 19 h 11 min 58,988
 zero zero feet (*)
 19 h 12 min 17,147
 knots =
 19 h 12 min 25,383
 zero zero feet

F/(*)
 O/Marseille Radio/=cloud broken at one eight zero zero feet, cloud broken at six six
 C/(*)
 O/Marseille Radio/=temperature eight, due point seven
 F/(*)
 O/Marseille Radio/Q N H one zero zero four
 O/Marseille Radio/Geneva one eight five zero, (bearing) wind zero two knots,
 meters =
 O/Marseille Radio/=light rain, mist, cloud scattered at four zero zero feet, cloud
 O/Marseille Radio/=temperature three, due point two, Q N H one zero zero five
 O/Marseille Radio/De Gaulle, one nine zero zero, wind zero five zero degrees, one
 O/Marseille Radio/=visibility eight thousand meters, few cloudy at four thousand
 O/Marseille Radio/=cloud scattered at one three thousand feet, temperature two, due
 point minus four, Q N H one zero zero six.
 O/Marseille Radio/Roma one eight five zero, wind one six zero degrees, zero eight
 thousand mete
 O/Marseille Radio/=few cloudy at one two zero zero feet, temperature one four, due
 point one two =
 O/Marseille Radio/=0 N H one zero zero nine.
 O/Marseille Radio/Milano one eight five zero, (bearing) wind zero two knots,
 visibility three thousand meters, light drizzle =
 O/Marseille Radio/=cloud scattered at thousand feet, cloud broken at three thousand
 feet, temperature six, due point five =
 O/Marseille Radio/=0 N H one zero zero five
 O/Marseille Radio/Palma de Majorqua one eight three zero, wind two zero degrees,
 one two knots (*)
 O/Marseille Radio/Barcelona one eight three zero, wind two two zero degree, zero
 seven knots =
 O/Marseille Radio/=visibility more than ten thousand meters, few cloudy at three
 thousand feet =
 O/Marseille Radio/=temperature one six, due point one three, Q N H one zero zero
 four
 O/Marseille Radio/All station this is Marseille Radio
 O/Marseille Radio/Marseille one nine zero zero, wind one four zero degrees, zero
 four knots =
 O/Marseille Radio/=visibility more than ten thousand meters, few cloudy at two three
 zero zero feet (*)
 19 h 12 min 17,147
 knots =
 19 h 12 min 25,383
 zero zero feet

19 h 12 min 32,527
 O/Marseille Radio/=temperature one four, due point one one, Q N H one zero zero two.
 19 h 12 min 41,017
 meters, light rain =
 19 h 12 min 50,912
 zero zero feet =
 19 h 12 min 58,205
 point five
 19 h 13 min 03,449
 19 h 13 min 05,231
 19 h 13 min 08,847
 19 h 13 min 09,539
 19 h 13 min 11,399
 19 h 14 min 03,069
 19 h 14 min 07,870
 19 h 14 min 14,811
 broken at (nine) thousand feet, =
 19 h 14 min 26,728
 19 h 14 min 33,012
 19 h 14 min 33,859
 hundred feet =
 19 h 14 min 40,817
 19 h 16 min 56,733
 landing three six right, =
 19 h 17 min 02,648
 Runway is wet. =
 19 h 17 min 08,902
 19 h 17 min 11,894
 zero degrees, one five knots. =
 19 h 17 min 18,353
 meters, =
 19 h 17 min 24,917
 19 h 17 min 27,379
 19 h 17 min 33,865
 19 h 17 min 40,092
 19 h 17 min 54,445
 zero initially
 19 h 17 min 58,338
 19 h 18 min 01,714
 19 h 18 min 07,938
 19 h 18 min 15,306
 19 h 18 min 20,117
 R V R above two thousand meters =
 19 h 18 min 28,838
 O/Marseille Radio/=temperature one four, due point one one, Q N H one zero zero two.
 O/Marseille Radio/Catana one nine zero zero, wind (*), visibility eight thousand
 O/Marseille Radio/=cloud scattered at two zero zero feet, cloud broken at one eight
 O/Marseille Radio/=cloud broken at six six zero zero feet, temperature eight, due
 O/BDX ENR/Méditerranée seven eight one seven, say mach number.
 O/Marseille Radio/Q N H one zero zero four
 C/>Point seven six, Méditerranée seven eight one seven
 O/Marseille Radio/(*) one eight five zero
 O/BDX ENR/Copied
 F/(*)
 C/(*)
 F/So Marseille it's heu... one one zero, four knots, ten kilometers or more (*)
 =
 F/=and (*) two hundred. And heu...Lyon (wind)... wind calm, eight kilometers
 C/Eight kilometers
 F/Yes it's heu...some rain but little... just few rain, broken at one thousand eight
 F/=scattered two hundred and heu... (*) eight degrees
 O/ATIS Lyon/U T C, good evening. Approach I L S three six right, runway in use
 O/ATIS Lyon/=take off three six left, standard departure four November, Echo, Romeo.
 O/ATIS Lyon/=Transition level six zero. =
 O/ATIS Lyon/=Caution wind at one thousand five hundred feet is reported one eight
 O/ATIS Lyon/=wind one four zero degrees, three knots, visibility four hundred
 O/ATIS Lyon/=R V R are above two thousand meters, light wind and fog
 O/BDX ENR/Méditerranée seven eight one seven, (*) level two eight zero
 F/>(*) flight level two eight zero Méditerranée seven eight one seven
 F/Two eight zero (*)
 O/BDX ENR/Méditerranée seven eight one seven, I confirm, descend level two eight
 C/>Two eight zero initially, Méditerranée two zer...seven eight one seven
 O/BDX ENR/Roger, I think... your read back was cut by an other traffic
 F/we have to check the... we have to check the ATIS... of Lyon
 O/ATIS Lyon/...is reported one eight zero degrees, one five knots. =
 O/ATIS Lyon/=wind one four zero degrees three knots, visibility four hundred meters,
 =
 O/ATIS Lyon/=(slight) wind and fog, scattered two thousand, correction scattered two

hundred, =
 19 h 18 min 35,004
 feet
 19 h 18 min 39,955

 19 h 18 min 42,560
 available on ground frequency =
 19 h 18 min 50,029
 19 h 18 min 54,325
 C, good evening. =
 19 h 18 min 59,248
 take off three six left
 19 h 19 min 05,132
 transition level six zero. =
 19 h 19 min 07,826
 two eighty knots maximum
 19 h 19 min 12,590
 zero degrees, one five knots. =
 19 h 19 min 15,334
 seven eight one seven
 19 h 19 min 20,376
 R V R are above two thousand meters =
 19 h 19 min 29,011
 19 h 19 min 33,080
 19 h 19 min 35,581
 19 h 19 min 36,445
 19 h 19 min 38,318
 19 h 19 min 41,376
 19 h 19 min 42,786
 19 h 19 min 45,404
 expected, =
 19 h 19 min 53,533
 one...one five zero eighteen knots =
 19 h 20 min 01,626
 19 h 20 min 03,665
 19 h 20 min 04,740
 four hundred meters =
 19 h 20 min 13,560
 19 h 20 min 17,025
 19 h 20 min 19,289
 19 h 20 min 22,586
 19 h 20 min 23,402
 hundred broken also
 19 h 20 min 31,968
 19 h 20 min 35,277
 19 h 20 min 35,850

 O/ATIS Lyon/=broken one thousand eight hundred feet, broken six thousand six hundred
 O/ATIS Lyon/=temperature plus eight degrees, due point plus eight degrees, =
 O/ATIS Lyon/=Québec Novembre Hotel, one zero zero four, Québec Fox-Trot Echo
 O/ATIS Lyon/=acknowledge information Alpha first contact.
 O/ATIS Lyon/This is Lyon saint-Exupéry information Alpha record one nine one two U T
 O/ATIS Lyon/=Approach I L S three six right, runway in use landing three six right,
 O/ATIS Lyon/=standard departure four November, Echo, Romeo, runway is wet,
 O/BDX ENR/Méditerranée seven eight one seven, at level two eight zero, you will take
 O/ATIS Lyon/=Caution wind at one thousand five hundred feet is reported one eight
 C/>At flight level two eight zero, two eighty knots maximum speed, Méditerranée
 O/ATIS Lyon/=wind one four zero degrees three knots, visibility four hundred meters,
 meters =
 O/ATIS Lyon/=(slight) wind and fog.
 F/Ok I'm with you
 C/Yes
 F/I'm with you
 C/(*) flight level two eight zero, speed two eight zero knots
 F/Ok check
 C/So we have speed set at two eight zero
 F/Check. Hey... after the... the I...I L S landing three six right (who is)

 F/=(that is said that), flight level one eight zero, (it's gonna) to be windy so
 F/=at flight level one eight zero
 C/Eighteen?
 F/(Eighty), pass..., aft..., passing (*) one four zero three knots and the visibility

 F/=and the R V R is two kilometers, two thousand meters
 C/Ah it's heu...low visibility
 F/Yeah and it's foggy, rain, (*) and (local mist)
 C/Raining?
 F/And (*) little, and it's broken one thousand eight hundred and six thousand six

 F/Local temperature and due point, eight, eight
 C/Eight
 F/Eight eight

19 h 20 min 36,630
 19 h 20 min 37,821
 the CAT two (*) (CAT one)
 19 h 20 min 47,186
 19 h 20 min 48,789
 19 h 20 min 52,216
 19 h 20 min 54,242
 19 h 20 min 55,349
 19 h 20 min 56,166
 19 h 20 min 58,817
 (five thousand fifty) (*)
 19 h 21 min 42,461
 19 h 21 min 47,073
 19 h 21 min 53,683
 checked, four knots, heu... notams checked, =
 19 h 22 min 17,903
 but we waiting for that, (*)=
 19 h 22 min 33,600
 flight level one four zero (*),
 19 h 22 min 48,236

 19 h 23 min 02,884
 19 h 23 min 09,119
 19 h 23 min 09,676
 (ARBON)...(ARBON), after that (thirty) (D M E) Lima Sierra E
 19 h 23 min 20,422
 five (*) =
 19 h 23 min 32,228
 19 h 23 min 35,426

 19 h 23 min 44,168
 19 h 23 min 53,732
 19 h 24 min 15,802
 one thousand two hundred and right =
 19 h 24 min 22,376
 Lima Sierra Echo(*)
 19 h 24 min 28,733
 19 h 24 min 31,770
 19 h 24 min 35,220
 19 h 24 min 35,437
 19 h 24 min 37,593
 19 h 24 min 38,265
 (maximum)
 19 h 24 min 43,872
 19 h 24 min 45,168
 19 h 24 min 52,928

 C/Eight eight, that's why that's...
 F/That's foggy yeah, and we are in the Limits, four hundred meters, the Limits for

 C/(*) what is (the visibility)
 F/Heu... the visibility, four hundred meters
 C/we don't care about visibility, we care about the R V R
 F/R V R sorry, yes
 C/(*)
 F/Heu... two thousand meters
 C/Visibility (*) five thous...heu... eight thousand meters, if you have R V R it's

 F/So runway is three six
 C/So... runway, runway is three six
 F/Yeah the three six right (*).Short briefing, the weather is checked, status
 checked, four knots, heu... notams checked, =
 F/=(elevation is) (*) eight hundred feet on Lima, (*) MEZIN one Delta, (*) to Bravo
 F/=after MEZIN, we go to Lima Sierra Echo forty five, two fifty (flight level) (*)
 =
 F/=and heu after that, NELEN (*) at flight level one two zero (*) after that ROLIR

 F/And then to (*) at Lima Sierra Echo (*)
 C/OK
 F/Maximum two two zero knots, (the) speed (constraint). After that
 after that (thirty) (D M E) Lima Sierra E
 F/=maximum two hundred. And then for the I L S heu... three six right (*) three five

 F/= (this is the (*)) eleven five five =
 F/=and it said it's heu... four thousand feet (*) one one one point five at (*) =

 F/= Lima Sierra November (waiting) (*) and the minimal
 C/what they (said)? (*)
 F/Lima Sierra Echo (above the place) (*) (missed approach) is going to the (head) to
 one thousand two hundred and right =
 F/=maximum one hundred fifty five knots to intercept and follow radial zero two zero

 C/Zero two zero
 F/And heu... climbing up to five thousand
 C/(well)
 F/(*) five thousand
 C/Yes
 F/And after twenty seven D M E, Lima Sierra Echo turn right to join holding

 C/OK
 F/And the missed approach (it's here...) (*) and then (they said) (*)
 O/BDX ENR/Méditerranée seven eight one seven, report speed to Marseille one three

two decimal three six five, bye
 19 h 24 min 59,678 C/>Three two three six five with speed, Méditerranée seven eight one seven bye

19 h 25 min 06,284 F/(*)
 19 h 25 min 13,406 C/>Marseille Contrôle bonjour, Méditerranée seven eight one seven, flight level two
 eight zero, speed two eight zero O/MAR ENR/Méditerranée seven eight one seven bonjour, identified
 19 h 25 min 20,853 F/(*) (Lima Fox) (*) and it's three six eight (*) minimal descent altitude (*) M D A
 19 h 25 min 30,127 one thousand twenty one = F/=config full, auto brake low, gross weight seventy two tonnes, below maximum
 19 h 25 min 43,928 landing weight = F/=(*) the approach is one four one, (fuel) five point seven =
 19 h 25 min 51,506 F/=and destination with two point three (that's extra), fifty three minutes. The
 19 h 25 min 57,509 secondary... nothing (*) = F/=Hey... we expect to vacate heu... via...heu
 19 h 26 min 08,329 C/(*)
 19 h 26 min 15,229 F/Whisky four...not whisky four Bravo four, Bravo three =
 19 h 26 min 16,221 F/=heu... cross the runway at...Alpha three or Alpha four and then heu Tango
 19 h 26 min 20,626 Charlie, Tango Bravo, Tango Delta=
 19 h 26 min 28,129 F/= to the Bravo something (*)
 19 h 26 min 30,285 C/(Where we stay for this time?)
 19 h 26 min 33,185 F/(After) also we have heu...runway three six eight, we have heu... =
 19 h 26 min 44,801 F/=high intensity in the center line, no, high intensity in runway light and center
 line. we have heu... have PAPI, no. Yes =
 19 h 27 min 00,786 F/=That's it.
 19 h 27 min 04,260 @/Bruit de sélecteur
 19 h 27 min 06,898 F/Anything else?
 19 h 27 min 09,616 @/Bruit
 19 h 27 min 10,595 @/Bruit
 19 h 27 min 41,071 F/(*) have to maintain two eight zero?
 19 h 27 min 58,372 C/I don't get it, we have this guy here
 19 h 28 min 00,584 F/Yeah
 19 h 28 min 00,757 C/(*) descend
 19 h 28 min 02,780 F/Hum hum
 19 h 28 min 02,951 C/(You know) (*)
 19 h 28 min 05,285 F/Yeah
 19 h 28 min 26,629 O/MAR ENR/Méditerranée seven eight one seven, descend level two zero zero, indicated
 airspeed two height zero knots or less C/>Descending flight level two zero zero, indicated speed two eight zero or less,
 19 h 28 min 34,490 Méditerranée seven eight one seven F/Ok, two eight zero speed, thrust idle, descend flight level two zero zero
 19 h 28 min 42,910

19 h 28 min 47,359 C/(Right) check (Remarque:test micro)
 19 h 28 min 51,269 F/I hear you really well (*)
 19 h 29 min 34,447 VS:(*)
 19 h 29 min 49,824 F/So we are twenty five (*) open descent
 Page p

19 h 30 min 05,898
two five, au revoir.
19 h 30 min 12,017
19 h 30 min 15,434
19 h 30 min 17,776
19 h 30 min 26,734
zero zero, speed two eight zero
19 h 30 min 36,349
19 h 30 min 39,520
19 h 31 min 13,976
19 h 31 min 16,621
19 h 31 min 17,062
19 h 31 min 19,402
19 h 31 min 23,177
19 h 32 min 05,272
19 h 32 min 08,138
19 h 32 min 15,731
19 h 32 min 18,949
19 h 32 min 45,373
19 h 32 min 49,049
19 h 32 min 54,669
19 h 32 min 56,256
19 h 32 min 59,115
19 h 33 min 03,013
19 h 33 min 04,001
19 h 33 min 06,281
19 h 33 min 08,512
19 h 33 min 12,666
seven
19 h 34 min 35,220
19 h 34 min 37,953
19 h 34 min 41,961
seven, au revoir.
19 h 34 min 49,748
19 h 34 min 51,996
19 h 35 min 10,526
zero, information Alpha
19 h 35 min 16,990

O/MAR ENR/Méditerranée seven eight one seven, contact Marseille one two eight three
C/>>One two three two five, Méditerranée seven eight one seven, bye
O/MAR ENR/One two eight three two five
C/>>Two eight three two five, Méditerranée seven eight one seven, bye
C/>>Marseille Contrôle bonjour Méditerranée seven eight one seven, descending two knots
O/MAR ENR/Méditerranée seven eight one seven bonjour, descend two zero zero
C/>>Descending two zero zero, Méditerranée seven eight one seven.
@/Sommerie poste pilotage
C/Vers PNC/Yes
P/(*) for landing
C/Vers PNC/(XXX) (Remarque: conversation en Grec)
P/(XXX)
@/(Remarque: fin de conversation)
F/(*)
F/We have heu... to maintain two eighty? No hein?
C/(Reduce)
O/MAR ENR/Méditerranée seven eight one seven, descend level one six zero
C/>>Descending flight level one six zero, Méditerranée seven eight one seven
C/(*)
F/Alpha
O/MAR ENR/Méditerranée seven eight one seven, descend level one six zero
C/>>Descending one six zero, Méditerranée seven eight one seven
F/(Five) thousand, open descent flight level one six zero blue
C/Check
O/MAR ENR/Méditerranée seven eight one seven, descend level one six zero
C/>>Did you copy descending flight level one six zero, Méditerranée seven eight one seven
O/MAR ENR/Méditerranée seven eight one seven, descend level one four zero, =
O/MAR ENR/=contact Lyon Approche, one three six zero seven five, au revoir.
C/>>Descending one four zero, three six zero seven five, Méditerranée seven eight one seven, au revoir.
F/Checked, flight level one four zero blue.
C/>>Lyon Approche bonjour Méditerranée seven eight one seven, descending one four zero, information Alpha
O/APP/Méditerranée seven eight one seven bonjour, descend level seven zero heu... =

A321_SX-BHS_29 Mars 2013_Transcript V09

19 h 35 min 24,156
19 h 35 min 26,977
eight one seven
19 h 35 min 31,452
eight one seven
19 h 35 min 36,738
information Bravo =
19 h 35 min 40,783

19 h 35 min 46,007
one seven.
19 h 36 min 02,437
19 h 36 min 06,193
19 h 36 min 23,631
19 h 36 min 27,977
U T C, good evening.
19 h 36 min 33,962

19 h 36 min 37,810
runway is wet =
19 h 36 min 43,429
reported southerly one five knots =
19 h 36 min 52,058
knots, =
19 h 36 min 56,336
broken one hundred
19 h 37 min 04,582

19 h 37 min 08,000
19 h 37 min 12,768
19 h 37 min 16,203
decimal deux cent vingt cinq, au revoir
19 h 37 min 25,696
decimal deux cent vingt cinq, au revoir
19 h 37 min 30,458
19 h 37 min 32,542
zero decimal two two five, bye bye
19 h 37 min 38,389
19 h 37 min 48,457

19 h 37 min 53,269
19 h 37 min 57,117
to flight level one zero zero
19 h 38 min 04,000
localizer three six right
19 h 38 min 09,845

O/APP/=and vectoring I L S three six right, =
O/APP/=correction descend level one hundred, Méditerranée seven one seven, seven
C/>ok descending one hundred, vector for runway three six right, Méditerranée seven
O/APP/Méditerranée seven eight one seven, continue present heading and it's
O/APP/=low visibility procedures in progress due to heu... due to cloud.
C/>Roger descending heu ...one zero zero, present heading, Méditerranée seven eight
F/So heading, flight level one zero zero (blue)
C/Check
C/This ATIS information Bravo ?
O/ATIS Lyon/Lyon Saint-Exupéry information Charlie, recorded at one nine three five
O/ATIS Lyon/=Approach I L S three six right, runway in use landing three six right, =
O/ATIS Lyon/=take off three six left, standard departure four November, Echo, Romeo,
O/ATIS Lyon/=transition level six zero, wind at one thousand five hundred feet
O/ATIS Lyon/=low visibility procedures in force, wind one four zero degrees, four
O/ATIS Lyon/= visibility one thousand one hundred meters, light wind and mist,
C/why we have low visibility in force? with one thousand one hundred meters.
F/Yes
C/So... we cannot go there.
O/APP/Méditerranée soixante dix-huit dix-sept, contactez Lyon radar, cent vingt
O/APP/Méditerranée soixante dix-huit dix-sept, contactez Lyon radar, cent vingt
C/>Did you call, Méditerranée seven eight one seven?
O/APP/Méditerranée seven eight one seven, correction, contact Lyon Radar one two
C/>Two zero two two five Méditerranée seven eight one seven, bye
C/We will down (*) on the way to the I L S so descent as fast as possible
F/Yeah that's what I'm doing
C/>Lyon bonjour, Méditerranée seven eight one seven, heading zero seven zero, down
O/LYON/Seven eight one seven bonjour, turn left heading zero three zero, intercept
C/>Left heading zero three zero, intercept localizer three six right, Méditerranée

Pge p

seven eight one seven.
 19 h 38 min 17,316
 19 h 38 min 18,965
 19 h 38 min 19,235
 19 h 38 min 22,381
 19 h 38 min 24,393
 19 h 38 min 26,270
 19 h 38 min 30,116
 19 h 38 min 44,121
 to avoid weather
 19 h 38 min 49,418
 feet, one zero zero four
 19 h 38 min 54,840
 deviation approved thank you
 19 h 39 min 04,926
 19 h 39 min 08,876
 19 h 39 min 10,282
 19 h 39 min 11,429
 19 h 39 min 12,151
 in force
 19 h 39 min 15,734
 19 h 39 min 17,484
 19 h 39 min 18,000
 19 h 39 min 19,000
 19 h 39 min 22,796
 19 h 39 min 25,952
 19 h 39 min 26,565
 19 h 39 min 27,507
 19 h 39 min 29,262
 19 h 39 min 32,900
 19 h 39 min 34,070
 19 h 39 min 36,134
 19 h 39 min 36,646
 19 h 39 min 38,118
 19 h 39 min 39,600
 19 h 39 min 41,000
 19 h 39 min 42,160
 19 h 39 min 43,788
 19 h 39 min 48,287
 19 h 39 min 52,580
 19 h 39 min 54,140
 19 h 39 min 57,840
 19 h 39 min 58,236
 19 h 39 min 59,133
 C/well, it's going to shake
 F/Yeah
 C/Be prepared. Anti ice ON
 F/Checked, speed alt star.
 C/Yes
 F/ Intercept the localizer, four thousand checked, we have to be prepared
 C/ok
 C/>Lyon for Méditerranée seven eight one seven, requesting ten degrees to the left
 O/LYON/Méditerranée seven eight one seven, that's approved, descend five thousand
 C/>Five thousand with one zero zero four, Méditerranée seven eight one seven,
 C/One zero one four... one zero one four
 F/One zero one four
 C/One zero one four
 F/(*)
 O/LYON/Méditerranée seven eight one seven for information, low visibility procedures
 F/One zero one four
 O/LYON/The ceiling is broken one hundred
 F/One... ten thousand now
 O/LYON/And heu...latest R V R, more than two thousand meters everywhere
 C/>Thank you
 C/So
 C/>Copied
 C/Vers PNC/>Cabin crew prepare for landing
 C/So Q N H one zero one four, passing nine thousand six hundred now
 F/Cross check
 C/Approach checklist, briefing
 F/Confirm
 C/(ECAM status)
 F/(ECAM status) checked
 C/Seat belt
 F/ON
 C/Baro ref
 F/Baro ref, one zero one four set
 C/One zero one four set and minimums?
 F/One thousand twenty one set
 C/One thousand twenty one set and engine mode selector?
 F/Normal
 C/(Procedure) completed
 F/Thank you very much

A321_SX-BHS_29 Mars 2013_Transcript v09

C/We are clear for the approach, yes?
F/Yes
C/>Lyon for Méditerranée seven eight one seven, can we intercept localizer with that heading?
O/LYON/Seven eight one seven, that's approved, reduce speed two two zero knots.
19 h 40 min 04,285
19 h 40 min 05,766
19 h 40 min 09,210
19 h 40 min 14,352

C/>Two two zero knots, we have already, Méditerranée... seven eight one zero, clear for the approach runway three six right
O/LYON/Seven eight one seven, descend four thousand feet and you're cleared I L S = eight one seven.
19 h 40 min 18,486
19 h 40 min 24,808

F/We're cleared I L S, right?
O/LYON/=three six right, leave four thousand feet on the glide.
C/>Ok, four thousand, clear for the I L S and (leave them on) the glide,
Méditerranée seven
C/Yes
F/(CAT) two
F/Auto (pilot), plus two
C/Four thousand
F/Four thousand sorry... descending four thousand feet
C/Checked
F/Four thousand to blue
C/Ok
F/So (*)
C/It was a bit yellow, that's why I'm making the left turn just to avoid because we heading in
19 h 40 min 27,540
19 h 40 min 27,662
19 h 40 min 30,421
19 h 40 min 36,200
19 h 40 min 36,253
19 h 40 min 36,704
19 h 40 min 39,445
19 h 40 min 40,178
19 h 40 min 43,740
19 h 40 min 44,253
19 h 40 min 45,876
19 h 40 min 48,160
19 h 40 min 48,798

F/So... I don't want this....
F/So activate approach phase
C/Activate approach phase, you can do something else
C/You can use flaps
F/Yes
C/Flap one
F/Flap one, yes
C/Speed check, flap one
F/Thanks you very much
C/With speed two two zero
F/Thank you very much
C/It's increasing the rate
F/After maintain two twenty, CAT three (dua1)
C/Yes
F/But we can reduce our speed
C/Why?
F/Right?
F/No after (*) maintain two two zero
C/Leave it like this, you need to (have) a high rate of descent
F/No, (I L S approach) because we need that yes (we have) (glide slope) is above
19 h 41 min 05,328
19 h 41 min 05,484
19 h 41 min 05,832
19 h 41 min 06,637
19 h 41 min 08,826
19 h 41 min 08,986
19 h 41 min 10,571
19 h 41 min 11,025
19 h 41 min 13,623
19 h 41 min 17,189
19 h 41 min 18,102
19 h 41 min 19,572
19 h 41 min 19,832
19 h 41 min 20,566
19 h 41 min 23,838
19 h 41 min 28,275

19 h 43 min 17,412
 19 h 43 min 18,102
 19 h 43 min 18,252
 19 h 43 min 20,553
 19 h 43 min 37,584

19 h 43 min 42,504

19 h 43 min 46,140
 19 h 43 min 53,513
 19 h 44 min 00,600
 six right
 19 h 44 min 14,471
 19 h 44 min 15,111
 right, =
 19 h 44 min 19,543
 19 h 44 min 24,300
 19 h 44 min 27,757
 19 h 44 min 28,510
 19 h 44 min 29,306
 19 h 44 min 32,629
 19 h 44 min 35,828
 19 h 44 min 36,505
 19 h 44 min 37,317
 19 h 44 min 42,979
 19 h 44 min 44,010
 19 h 44 min 45,113
 19 h 44 min 49,684
 19 h 44 min 51,310
 19 h 44 min 54,914
 19 h 44 min 56,707
 19 h 44 min 59,543
 19 h 45 min 01,532
 19 h 45 min 05,323
 19 h 45 min 06,299
 19 h 45 min 07,035
 19 h 45 min 10,304
 19 h 45 min 10,430
 19 h 45 min 12,339
 19 h 45 min 12,645
 19 h 45 min 13,541
 19 h 45 min 13,897
 19 h 45 min 15,427
 19 h 45 min 16,733
 19 h 45 min 18,053
 19 h 45 min 19,238

C/Glide slope
 F/Glide slope
 C/This approach is five thousand
 F/Check (*) five thousand is put, reducing to two zero five
 C/Established on the ILS three six right, Méditerranée seven eight one seven
 O/LYON/Ok seven eight one seven, call tower one two zero four five bye bye
 C/One two zero four five, Méditerranée seven...eight one seven bye
 F/Flap two when you can
 C/ Tower bonjour Méditerranée seven eight one seven, six miles final runway three
 C/Speed checked, flaps two
 O/TWR/Méditerranée seven eight one seven bonjour, clear to land runway three six
 O/TWR/=wind one three zero degrees, six knots, report on ground.
 C/We'll report on ground Méditerranée seven eight one seven
 F/Landing gear down, yeah, I want to reduce speed
 @Bruit de sortie du train
 O/TWR/Confirm, clear to land three six right, Méditerranée seven eight one seven
 C/Clear to land three six right, Méditerranée seven eight one seven
 C/Vers PNC/>Oui allô?
 P/>Cabin secured for landing
 C/Vers PNC/>Thank you
 C/(*)
 F/Yes
 C/(It's your turn)
 C/You cannot reduce the speed. Look!
 F/No
 C/Managed speed
 F/Thank you very much. Flaps three, (heu no) (*)
 C/Speed checked, flaps three
 F/In the limits...
 C/Speed checked
 F/Flaps full
 C/Flaps full, last checklist
 F/Yes
 C/Heu...cabin crew
 F/Advised
 C/Auto thrust
 F/Speed
 C/Auto brake
 F/Heu...
 VS:(Four hundred)
 F/Auto brake low
 C/ECAM memo

19 h 45 min 20, 070	F/Land...landing no blue
19 h 45 min 21, 229	VS:Three hundred
19 h 45 min 22, 157	C/(*) is completed (one hundred above)
19 h 45 min 24, 530	F/(*)
19 h 45 min 24, 684	C/(No that's not yet)
19 h 45 min 26, 932	F/(*) disconnect auto pilot?
19 h 45 min 28, 381	C/Yes
19 h 45 min 28, 816	VS:Two hundred
19 h 45 min 29, 304	F/Auto pilot OFF
19 h 45 min 30, 501	@/Cavalry charge
19 h 45 min 31, 223	F/Single
19 h 45 min 32, 459	C/Yes
19 h 45 min 33, 105	@/Triple click
19 h 45 min 34, 433	F/(CAT) one ?
19 h 45 min 35, 560	C/Yes
19 h 45 min 38, 328	VS: One hundred
19 h 45 min 43, 060	F/Pull down
19 h 45 min 44, 958	VS: Fifty
19 h 45 min 46, 041	VS: Forty
19 h 45 min 46, 943	VS: Thirty
19 h 45 min 49, 690	C/(We are too high)
19 h 45 min 50, 670	F/Yes
19 h 45 min 50, 822	VS: Twenty
19 h 45 min 51, 379	VS:Retard
19 h 45 min 52, 521	VS:Retard
19 h 45 min 53, 526	VS:Retard
19 h 45 min 55, 411	C/Come on
19 h 45 min 56, 250	F/Come on
19 h 45 min 56, 540	C/Leave it
19 h 45 min 58, 235	VS:Ten
19 h 46 min 00, 143	VS:Dual input
19 h 46 min 00, 950	C/Lea... leave it!
19 h 46 min 02, 165	@/Bruit de Vibrations
19 h 46 min 04, 459	@/Bruit similaire au toucher des roues
19 h 46 min 05, 443	F/(!)
19 h 46 min 07, 884	@/Bruit similaire aux reverses en fonction
19 h 46 min 14, 355	C/(*) (1)
19 h 46 min 15, 900	F/Sorry
19 h 46 min 16, 841	C/(*)
19 h 46 min 17, 377	F/(...) sorry (...)
19 h 46 min 27, 248	F/Sorry
19 h 46 min 28, 201	C/Where are we going ?
19 h 46 min 30, 403	F/(...) (*)
19 h 46 min 34, 461	O/TWR/Mediterrannée seven eight one seven?
19 h 46 min 36, 951	F/>(Yeah we stop) (*) Mediterranée seven eight one seven
19 h 46 min 40, 251	O/TWR/Yeah, you still on the runway?

19 h 46 min 41,421 C/No!
 19 h 46 min 41,649 F/>Heu no we are not...
 19 h 46 min 42,049 C/Negative
 19 h 46 min 42,569 F/>Negative, we are not on the runway
 19 h 46 min 44,528 O/TWR/Ok we're calling the firemen
 19 h 46 min 46,272 F/>Ok
 19 h 46 min 48,198 F/(*..*)
 19 h 46 min 50,110 C/(*..*)
 19 h 46 min 51,120 F/Sorry (*..*)
 19 h 46 min 53,168 C/Contact the crew, they remain seated
 19 h 46 min 56,155 O/TWR/Mediterrannée seven eight one seven any injuries or problems with the engines?

 19 h 46 min 57,983 C/(Stop it)
 19 h 47 min 01,896 C/>Actually we're...run out of the runway... we didn't pass the runway
 19 h 47 min 08,841 O/TWR/Any problems with passengers or technical problems?
 19 h 47 min 10,994 C/>Negative we don't have technical problems but we are out of the runway =

 19 h 47 min 14,659 C/>=probably we have prob...problems with the airbrakes here
 19 h 47 min 18,507 O/TWR/Ok the firemen will be here in about heu... one or two minutes
 19 h 47 min 27,123 C/That's it (!) ...and we are above the...we have... we were exceeded... we exceeding the (*..*) =
 19 h 47 min 35,780 C/=why you do that? why?
 19 h 47 min 38,278 F/No this is not my fault
 19 h 47 min 39,735 C/why? why... why... why you did that? why?
 19 h 47 min 42,482 VS:(*)
 19 h 47 min 43,555 F/This is... (*..*)
 19 h 47 min 45,414 C/why you did that?
 19 h 47 min 46,410 F/we still...
 19 h 47 min 46,590 C/we are above the...the... the limits you know what I mean?
 19 h 47 min 50,163 @/Appel PNC
 19 h 47 min 50,907 F/Yes
 19 h 47 min 51,315 C/That mean we would lose... we lo... we lost our licence
 19 h 47 min 55,888 F/(*..*) (is landing), (*..*) (is landing)
 19 h 48 min 05,562 P/(*..*)
 19 h 48 min 05,589 @/Appel PNC
 19 h 48 min 07,903 P/(XXX)
 19 h 48 min 08,978 C/(XXX)
 19 h 48 min 10,167 P/(XXX)
 19 h 48 min 14,813 O/TWR/Mediterrannée seven eight one seven, have you switch off the engines?

 19 h 48 min 17,933 @/sonnerie d'accès porte cockpit
 19 h 48 min 19,696 C/>I was shutting down the engine now... we shutting down the engines now

 19 h 48 min 25,831 O/TWR/Ok roger
 19 h 48 min 28,880 P/(XXX) (Remarque :conversation en background avec le captain)

A321_SX-BHS_29 Mars 2013_Transcript V09

C/(XXX) (Remarque :conversation en background avec le capitain)
O/TWR/Méditerranée seven eight one seven, if possible, give me number of souls on board

C/>Heu one seventy four
O/TWR/one seventy four with... crew included?
C/>Heu plu... negative, one seventy four plus seven
O/TWR/ok one seventy four plus seven thank you
O/TWR/Méditerranée seven eight one seven any dangerous goods on board?

C/>Say again
O/TWR/dangerous goods on board?
C/>Everybody is well, no...no injured what we are on the grass after the runway =

C/>=and we need stairs or something like that to evacuate
O/TWR/ok you need stairs, all right, ok... we... we'll thing of you for further @/ discussions entre le capitain et la chef de cabine jusqu'à 19:49:55
O/TWR/Méditerranée seven eight one seven, how many liters of fuels on board?

C/>Six thousand kilos
O/TWR/ok thank you
F/(*) apologize for this (strategy)
C/You don't have to apologize, now it's (*)
@/Appel PNC
C/Why (you did) that why?
C/Vers PNC/>Yes?
P/(XXX)
C/Vers PNC/>(XXX)
@/(Remarque: fin de conversation)
O/TWR/Méditerranée seven eight one seven, an other question please
C/>Yes
O/TWR/ok heu...would... do you like the passengers to depart heu... as soon as possible or can they stay on board =
O/TWR/=heu...as soon as the stairs arrives?
C/>we can stay on board, we can... can wait because actually without... =

C/>=we don't have any problems with fire or something like that.
O/TWR/ok, they can stay heu... on board the aircraft...ok =
O/TWR/=the stairs heu... we have called for stairs for the passengers and heu... ok

F/sorry again, sorry
C/>Could you check the fire brigade any...any fire or something like that, because we can't see anything, to confirm
P/Vers les passagers/(*) pour le débarquement merci, mais restez assis s'il vous plait, merci.
O/TWR/ok they... they going to make a visual check of the aircraft

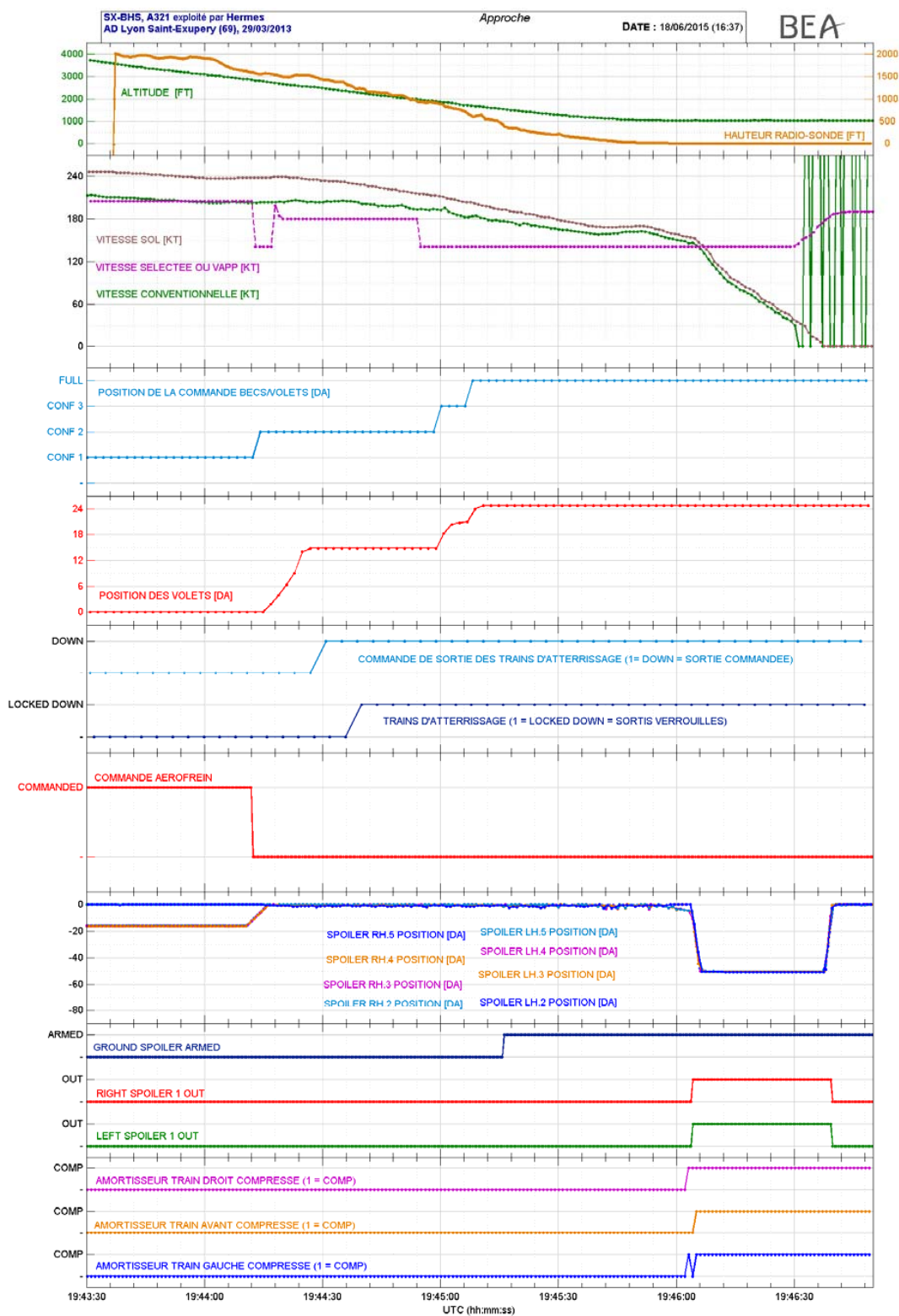
Page p

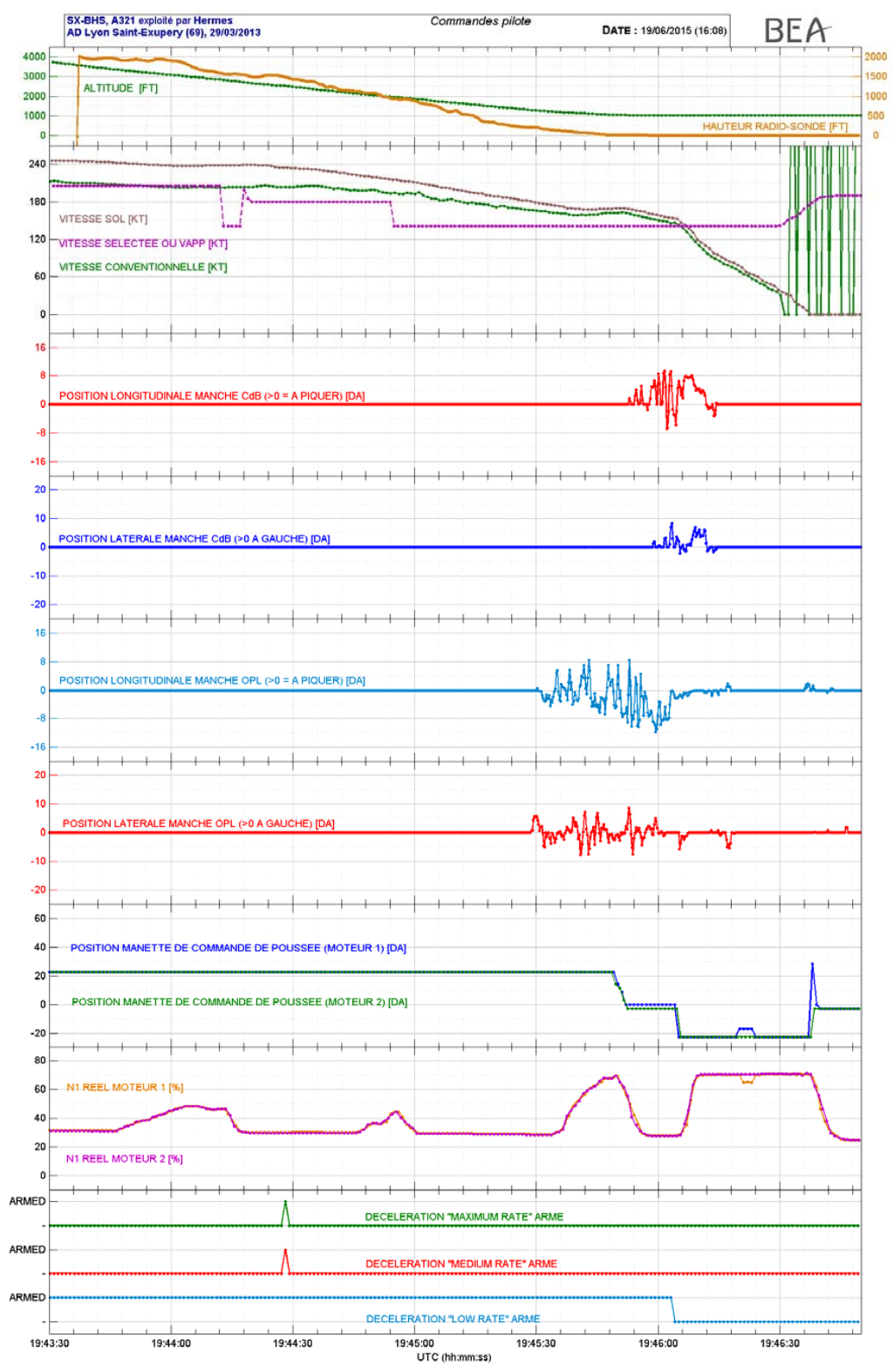
A321_SX-BHS_29 Mars 2013_Transcript V09

19 h 52 min 47,508 F/(...) (Remarque: conversation non relative à la conduite du vol)
19 h 52 min 58,113 C/I made a mistake, we should make a go around.
19 h 52 min 58,874 O/TWR/Méditerranée seven one seven, the firemen heu... just only heu....=
19 h 53 min 02,548 O/TWR/=there is no problem visually with the aircraft, no problem at all.
19 h 53 min 08,691 C>Thank you very much Sir
19 h 53 min 12,838 F/(...) (Remarque: conversation non relative à la conduite du vol)
19 h 53 min 16,598 P/Vers les passagers/Restez assis s'il vous plaît avec vos ceintures attachés.
19 h 53 min 22,331 F/Can I put the flaps on (*)?
19 h 53 min 23,448 C/No no no no no don' t touch anything
19 h 53 min 37,306 @/Single chime
19 h 53 min 42,128 Fin de transcription

DOCUMENT RESERVE A L'ENQUETE DE SECURITE
CONFIDENTIEL

annexe 3 Planches de paramètres FDR



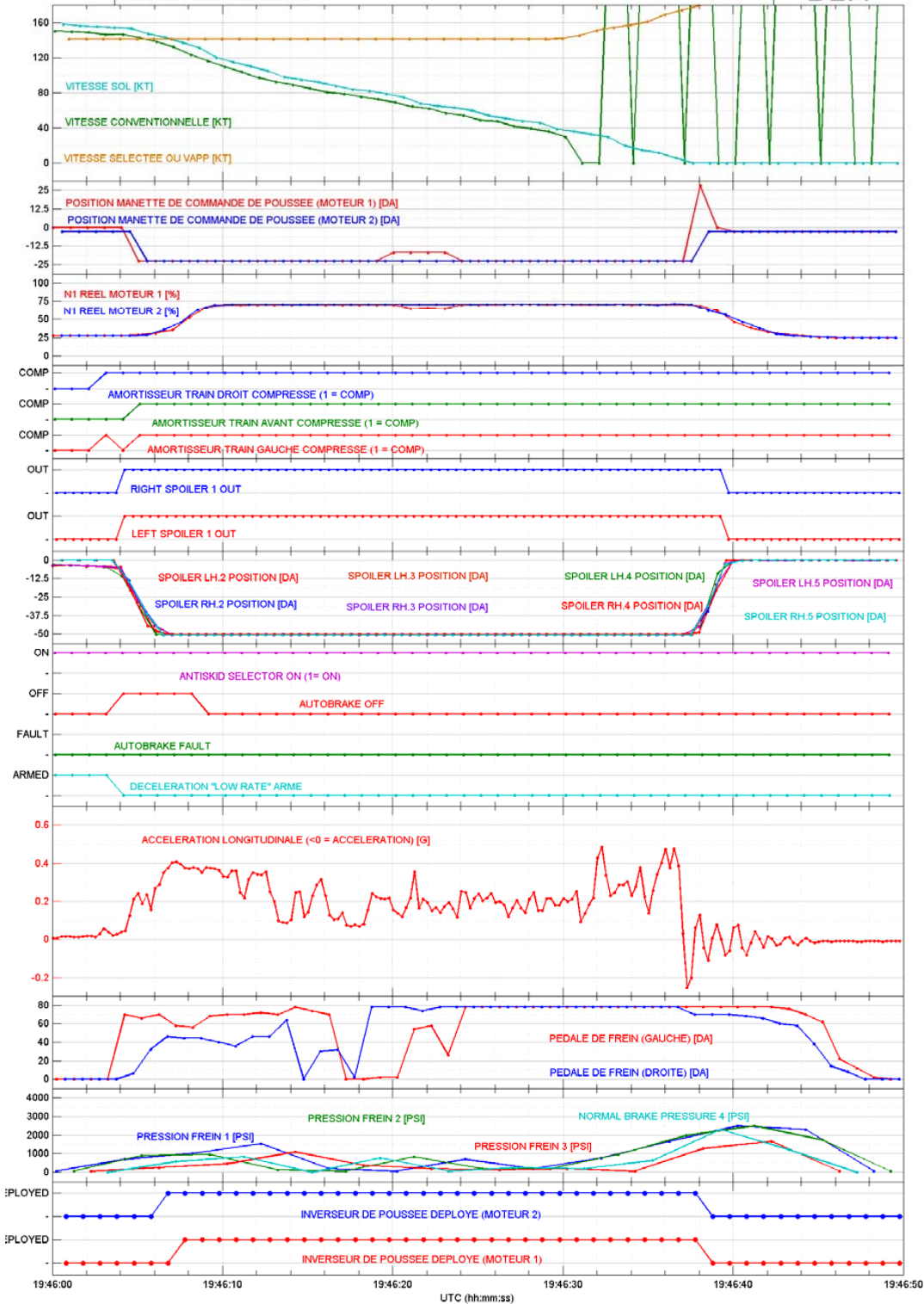


SX-BHS, A321 exploitée par Hermes
AD Lyon Saint-Exupéry (69), 29/03/2013

Atterrissage

DATE : 19/06/2015 (16:25)

BEA

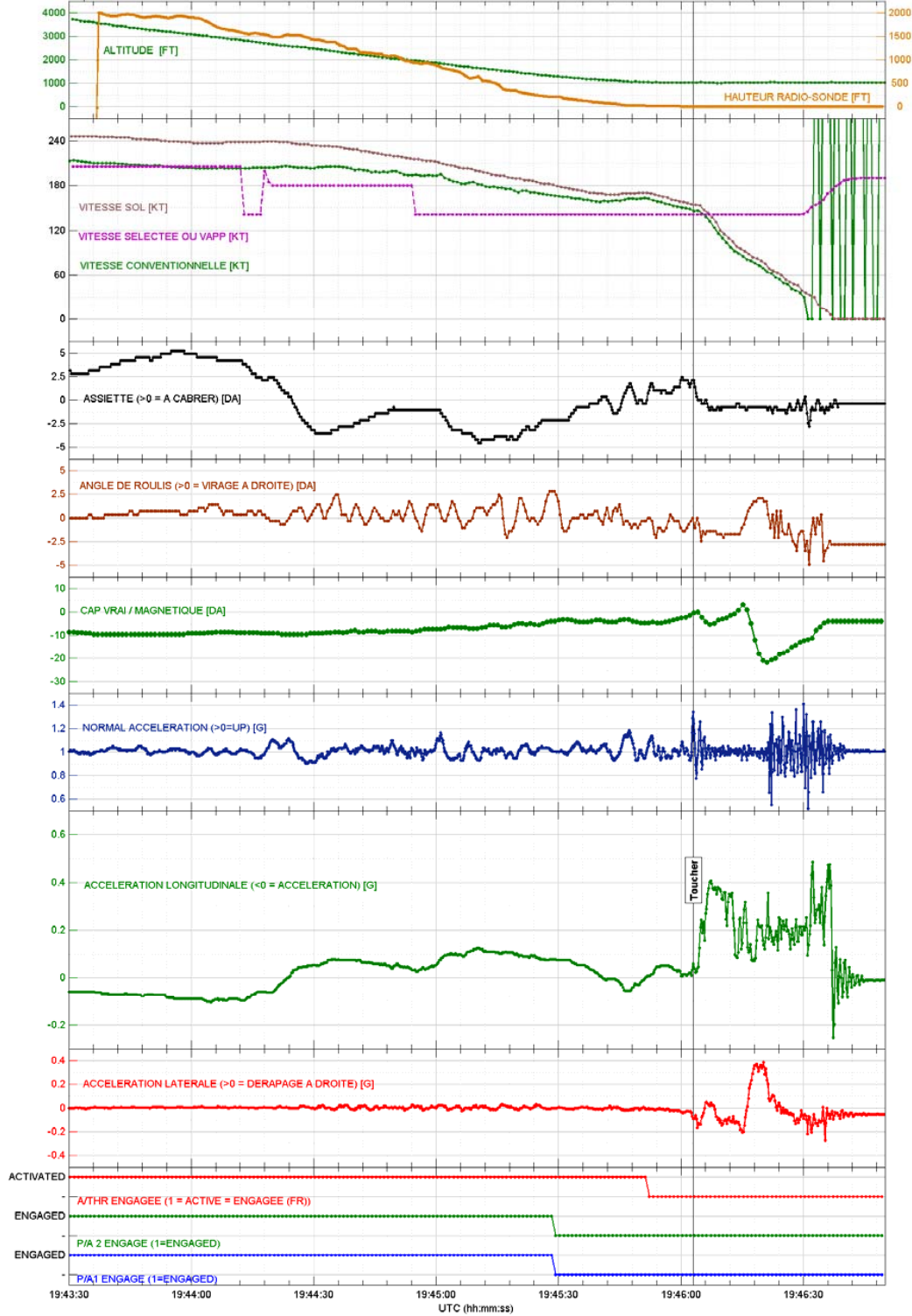


SX-BHS, A321 exploitée par Hermes
AD Lyon Saint-Exupéry (69), 29/03/2013

General

DATE : 18/06/2015 (15:55)

BEA

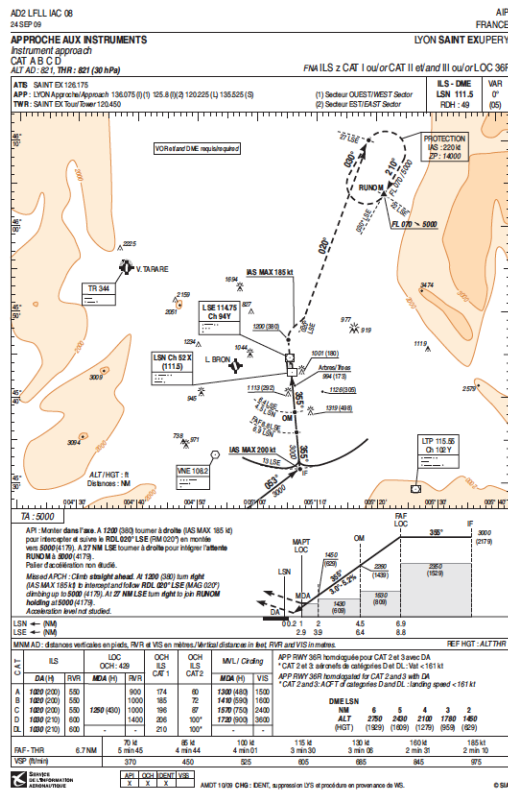
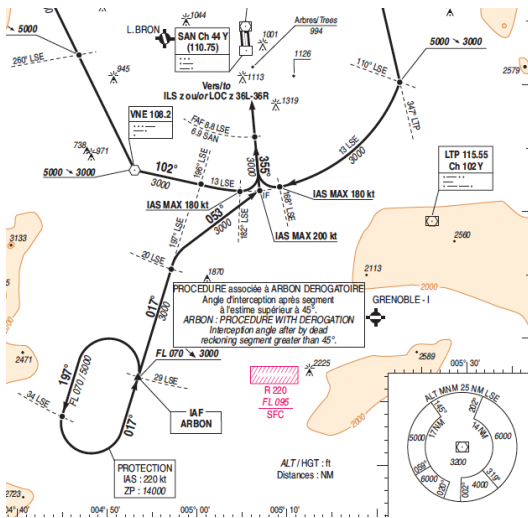


annexe 4 Approche ILS 36R (IAF ARBON) après une STAR MEZIN 1D

Les informations ci-après sont fondées sur le manuel d'exploitation Tour-Approche de Lyon Saint-Exupéry et sur l'entretien réalisé avec le responsable de la qualité de service du service de la navigation aérienne de l'aérodrome.

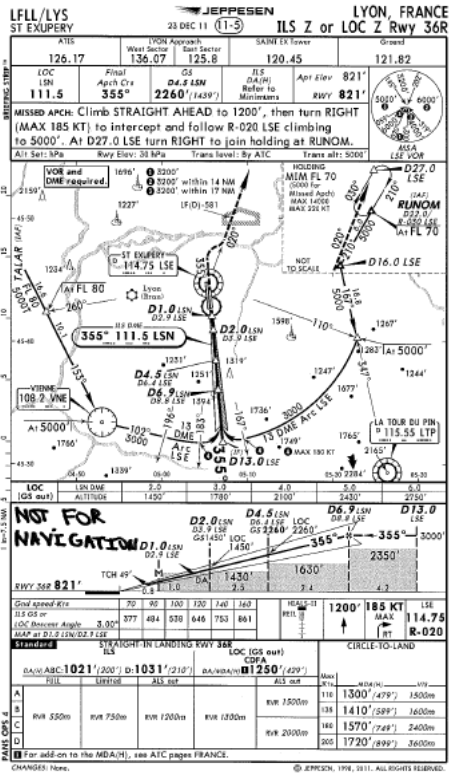
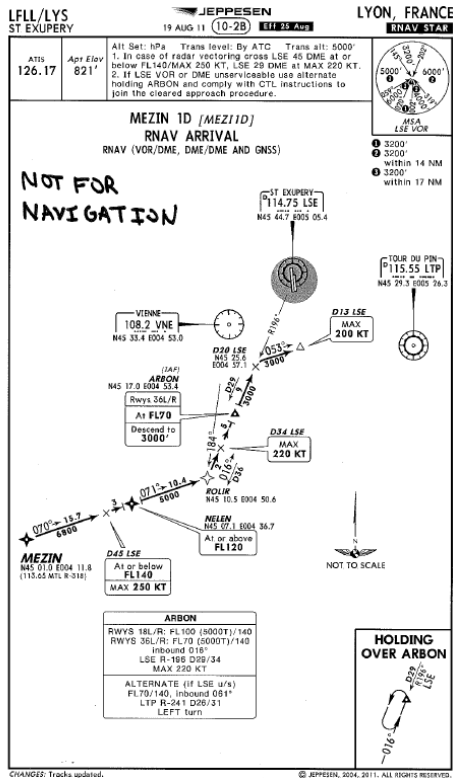
Approche ILS 36R (IAF ARBON) après une STAR MEZIN 1D

La fiche AD2 LFLL IAC 03 de l'AIP France décrit les trajectoires pour rejoindre l'axe d'approche depuis le repère d'approche initial ARBON. Cette approche initiale est suivie d'une approche intermédiaire et finale ILS Z ou LOC 36 R.



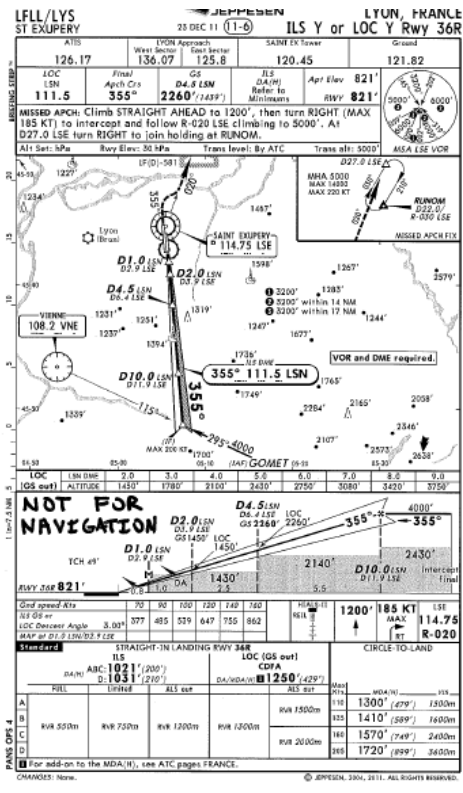
Le FAF utilisé lors d'une approche par ARBON (en guidage radar ou en procédure normale) est le FAF de l'approche ILS 36R Z situé à 6,9 NM / 3 000 ft.

Note: seules les approches par GOMET (approche ILS 36R Y) utilisent le FAF situé à 10 NM / 4 000 ft. Il est prévu à court terme que le FAF pour l'approche par GOMET soit également positionné à 3 000 ft (FAF unique pour toutes les approches).



Cartes Jeppesen en vigueur et à disposition de l'équipage du SX-BHS

L'écoute du CVR indique que le briefing du PF reprend la trajectoire telle que décrite sur les fiches Jeppesen. Il mentionne uniquement une altitude de 4 000 ft ce qui semble indiquer que l'équipage n'utilise pas la bonne carte d'approche et prévoit une approche ILS 36R Y dont le FAP est à 10 NM et 4 000 ft (au lieu de la carte d'approche ILS 36R Z).



annexe 5
Manual of EBT - Airbus competencies

APPENDIX 1

CORE COMPETENCIES AND BEHAVIOURAL INDICATORS

Note.— Demonstration of the competencies can be assessed using the behavioural indicators, which should meet the required level of performance, as established by the operator for its specific operation.

<i>Competency</i>	<i>Competency description</i>	<i>Behavioural indicator</i>
Application of Procedures	Identifies and applies procedures in accordance with published operating instructions and applicable regulations, using the appropriate knowledge.	<ul style="list-style-type: none"> Identifies the source of operating instructions Follows SOPs unless a higher degree of safety dictates an appropriate deviation Identifies and follows all operating instructions in a timely manner Correctly operates aircraft systems and associated equipment Complies with applicable regulations. Applies relevant procedural knowledge
Communication	Demonstrates effective oral, non-verbal and written communications, in normal and non-normal situations.	<ul style="list-style-type: none"> Ensures the recipient is ready and able to receive the information Selects appropriately what, when, how and with whom to communicate Conveys messages clearly, accurately and concisely Confirms that the recipient correctly understands important information Listens actively and demonstrates understanding when receiving information Asks relevant and effective questions Adheres to standard radiotelephone phraseology and procedures Accurately reads and interprets required company and flight documentation Accurately reads, interprets, constructs and responds to datalink messages in English

<i>Competency</i>	<i>Competency description</i>	<i>Behavioural indicator</i>
		<p>Completes accurate reports as required by operating procedures</p> <p>Correctly interprets non-verbal communication</p> <p>Uses eye contact, body movement and gestures that are consistent with and support verbal messages</p>
Aircraft Flight Path Management, automation	Controls the aircraft flight path through automation, including appropriate use of flight management system(s) and guidance.	<p>Controls the aircraft using automation with accuracy and smoothness as appropriate to the situation</p> <p>Detects deviations from the desired aircraft trajectory and takes appropriate action</p> <p>Contains the aircraft within the normal flight envelope</p> <p>Manages the flight path to achieve optimum operational performance</p> <p>Maintains the desired flight path during flight using automation whilst managing other tasks and distractions</p> <p>Selects appropriate level and mode of automation in a timely manner considering phase of flight and workload</p> <p>Effectively monitors automation, including engagement and automatic mode transitions</p>
Aircraft Flight Path Management, manual control	Controls the aircraft flight path through manual flight, including appropriate use of flight management system(s) and flight guidance systems.	<p>Controls the aircraft manually with accuracy and smoothness as appropriate to the situation</p> <p>Detects deviations from the desired aircraft trajectory and takes appropriate action</p> <p>Contains the aircraft within the normal flight envelope</p> <p>Controls the aircraft safely using only the relationship between aircraft attitude, speed and thrust</p> <p>Manages the flight path to achieve optimum operational performance</p> <p>Maintains the desired flight path during manual flight whilst managing other tasks and distractions</p> <p>Selects appropriate level and mode of flight guidance systems in a timely manner considering phase of flight and workload</p> <p>Effectively monitors flight guidance systems including engagement and automatic mode transitions</p>

<i>Competency</i>	<i>Competency description</i>	<i>Behavioural indicator</i>
Leadership and Teamwork	Demonstrates effective leadership and team working.	<p>Understands and agrees with the crew's roles and objectives.</p> <p>Creates an atmosphere of open communication and encourages team participation</p> <p>Uses initiative and gives directions when required</p> <p>Admits mistakes and takes responsibility</p> <p>Anticipates and responds appropriately to other crew members' needs</p> <p>Carries out instructions when directed</p> <p>Communicates relevant concerns and intentions</p> <p>Gives and receives feedback constructively</p> <p>Confidently intervenes when important for safety</p> <p>Demonstrates empathy and shows respect and tolerance for other people¹</p> <p>Engages others in planning and allocates activities fairly and appropriately according to abilities</p> <p>Addresses and resolves conflicts and disagreements in a constructive manner</p> <p>Projects self-control in all situations</p>
Problem Solving and Decision Making	Accurately identifies risks and resolves problems. Uses the appropriate decision-making processes.	<p>Seeks accurate and adequate information from appropriate sources</p> <p>Identifies and verifies what and why things have gone wrong</p> <p>Employ(s) proper problem-solving strategies</p> <p>Perseveres in working through problems without reducing safety</p> <p>Uses appropriate and timely decision-making processes</p> <p>Sets priorities appropriately</p> <p>Identifies and considers options effectively.</p>

Competency	Competency description	Behavioural indicator
		<p>Monitors, reviews, and adapts decisions as required</p> <p>Identifies and manages risks effectively</p> <p>Improvises when faced with unforeseeable circumstances to achieve the safest outcome</p>
Situation Awareness	Perceives and comprehends all of the relevant information available and anticipates what could happen that may affect the operation.	<p>Identifies and assesses accurately the state of the aircraft and its systems</p> <p>Identifies and assesses accurately the aircraft's vertical and lateral position, and its anticipated flight path.</p> <p>Identifies and assesses accurately the general environment as it may affect the operation</p> <p>Keeps track of time and fuel</p> <p>Maintains awareness of the people involved in or affected by the operation and their capacity to perform as expected</p> <p>Anticipates accurately what could happen, plans and stays ahead of the situation</p> <p>Develops effective contingency plans based upon potential threats</p> <p>Identifies and manages threats to the safety of the aircraft and people.</p> <p>Recognizes and effectively responds to indications of reduced situation awareness.</p>
Workload Management	Manages available resources efficiently to prioritize and perform tasks in a timely manner under all circumstances.	<p>Maintains self-control in all situations</p> <p>Plans, prioritizes and schedules tasks effectively</p> <p>Manages time efficiently when carrying out tasks</p> <p>Offers and accepts assistance, delegates when necessary and asks for help early</p> <p>Reviews, monitors and cross-checks actions conscientiously</p> <p>Verifies that tasks are completed to the expected outcome</p> <p>Manages and recovers from interruptions, distractions, variations and failures effectively</p>

KNOWLEDGE (Source : Airbus technical competencies)

Competency description

Knowledge and understanding of relevant information, operating instructions, aircraft systems, and the operating environment

Performance indicators

- Demonstrates practical and applicable knowledge of limitations and systems and their interaction;
- Demonstrates required knowledge of published operating instructions;
- Demonstrates knowledge of the physical environment, the air traffic environment including routings, weather, airports and the operational infrastructure;
- Demonstrates knowledge of the applicable legislation;
- Knows where to source required information.

annexe 6 IRBA



Service de santé des armées
Direction Centrale du Service de Santé des Armées

Institut de Recherche Biomédicale des Armées



Pôle Facteurs Humains
Département Neurosciences & contraintes opérationnelles (NCO)
Unité Fatigue et Vigilance

Rapport d'expertise

Titre

Etude « Fatigue – BEA » accident A321 SX-BHS

Rédacteurs du rapport :
MP SAUVET Fabien, M. CHENNAOUI Mounir

DIFFUSION RESTREINTE





Service de santé des armées
Direction Centrale du Service de Santé des Armées

Institut de Recherche Biomédici



Pôle Facteurs Humains
Département Neurosciences & contraintes opérationnelles (NCO)
Unité Fatigue et Vigilance

Rapport d'expertise

Titre

Etude « Fatigue – BEA » accident A321 SX-BHS

Rédacteurs du rapport :

MP SAUVET Fabien, M. CHENNAOUI Mounir

LE DIRECTEUR DE L'IRBA

*Le Médecin général inspecteur Didier LAGARDE
Directeur
de l'Institut de recherche biomédicale des armées*

LE CHEF DE LA DIVISION RECHERCHE

SYNTHÈSE

ORGANISME	DEPARTEMENT	N° DE L'ÉTUDE
IRBA Brétigny sur Orge	NCO, Unité Fatigue et Vigilance	2014/DRS/NCO/Vigilance/01
RESPONSABLE SCIENTIFIQUE	CLASSIFICATION	
M. Mounir CHENNAOUI (IRBA/NCO/Fatigue et Vigilance) Institut de recherche biomédicale des armées BP 73 91223 Brétigny sur Orge	DIFFUSION RESTREINTE : IRBA/DIR, IRBA/DRS/NCO, IRBA/DRS/ACSO, BEA	
TITRE DE L'ÉTUDE	TYPE D'ÉTUDE	
Étude « Fatigue – BEA » accident A321-SX BHS	Expertise	
PARTENAIRE	TYPE PARTENARIAT	
Bureau d'Enquêtes et d'Analyse pour la sécurité civile, Aéroport du Bourget, 200 rue de Paris, 93352 Le Bourget Cedex.	Contrat de prestation	
	VERSION / DATE	
	Version 4 /24avril 2014	

Contexte.

Dans le cadre de l'enquête de sécurité ouverte à la suite de la sortie de piste de l'Airbus A321 immatriculé SX-BHS survenue le 29 mars 2013 sur l'aéroport de Lyon (LYS), le Bureau d'Enquête et d'Analyse (BEA) pour la sécurité civile a sollicité l'Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA) afin de lui fournir une évaluation du niveau de fatigue de l'équipage.

Objectif de l'étude.

L'objectif de cette expertise était d'évaluer l'impact des altérations du cycle veille/sommeil et des activités aéronautiques sur le risque de fatigue, dans cette situation.

Descriptif des travaux.

L'expertise a été réalisée à partir des documents présentés par les enquêteurs du BEA (activités aéronautiques, horaires de travail, conditions de sommeil, enquête technique...) des pilotes le jour de l'accident et les 2 mois précédents). Les données présentées ont été comparées à celles décrites dans la littérature scientifique et aux valeurs obtenues avec un modèle bio-mathématique de gestion du risque fatigue (Modèle SAFTE™) (Hirsch *et al.* 2004).

Résultats.

Les enquêteurs du BEA ont relevé, au cours du vol, des erreurs techniques et non techniques, pouvant être imputées à une dégradation des performances cognitives, caractérisée notamment par

des troubles de la mémoire de travail, de la prise de décision et de la conscience de la situation, évocatrices d'un état de fatigue de l'équipage.

Nous n'avons pas identifié d'altérations du cycle veille/sommeil (dette aigüe ou cumulée, modification du rythme circadien) susceptibles de favoriser à elles seules l'apparition d'un tel état de fatigue. La modélisation bio-mathématique, ne met pas en évidence de score à risque de fatigue au cours de la journée de l'accident ou au cours des jours précédents (score d'efficacité minimal de 86 % à la fin du 3^{ème} vol et moyenne pour les 3 vols à 91,9 % \pm 0,9 %).

Par contre, le temps de service en vol particulièrement long (14h30) est compatible avec une augmentation importante du risque d'accidents (Goode et al. 2013) et de fatigue ressentie par les équipages. Cet état a pu être notamment majoré par le nombre de vols réalisés au cours de la journée, des durées d'escale courtes ne permettant pas de période de repos et une charge de travail importante.

Conclusion.

Le principal facteur de fatigue identifié au cours de la journée de l'accident est un temps de service particulièrement long. Cette expertise illustre l'intérêt de mieux prendre en compte le temps de service en vol et le nombre d'escales dans les modèles bio-mathématiques de prédiction du risque fatigue en aéronautique.

Signatures :

Chef de la division Recherche Scientifique



Directeur de l'IRBA

Le Médecin général inspecteur Didier LAGARDE
Directeur
de l'Institut de recherche biomédicale des armées



TABLE DES MATIERES

I.	INTRODUCTION	4
	I.1. LE MANDAT	4
	I.1. PRESENTATION DU GROUPE D'EXPERTS.....	4
	I.2. DEFINITION DES CONCEPTS UTILISES.....	6
	I.3. LA PROBLEMATIQUE	8
	I.4. LES OBJECTIFS DE L'EXPERTISE.....	9
II.	MATERIELS ET METHODE.....	9
	II.1. DOCUMENTATION RELATIVE A L'ACCIDENT	9
	II.2. CALCUL DES PARAMETRES	9
	II.3. MODELISATION DE LA FATIGUE	10
	II.4. ANALYSE DE LA LITTERATURE SCIENTIFIQUE.....	11
III.	RESULTATS	12
	III.1. HISTORIQUE DE L'ACCIDENT	12
	III.3. ACTIVITES AERONAUTIQUES DES PERSONNELS NAVIGANTS	13
	III.4. CYCLES VEILLE/SOMMEIL	14
	III.5. MODELISATION DE LA FATIGUE	14
IV.	DISCUSSION.....	16
	IV.1. FATIGUE DE L'EQUIPAGE.....	16
	IV.1. ALTERATIONS DU CYCLE VEILLE/SOMMEIL.....	17
	IV.3. AMPLITUDES D'ACTIVITES AERONAUTIQUE	18
	IV.4. MODELISATION DE LA FATIGUE	20
V.	CONCLUSION	21
VI.	REFERENCES	21
VII.	ANNEXE 1 : DEMANDE DU BEA (4/07/2013)	24
VIII.	ANNEXE 2 : PROGRAMME D'ACTIVITE INDIVIDUELLE (OPL).....	25
IX.	ANNEXE 3 : PROGRAMME D'ACTIVITE INDIVIDUELLE (CDB)	28

I. INTRODUCTION

I.1. LE MANDAT

Dans le cadre de l'enquête de sécurité, ouverte à la suite de la sortie de piste de l'Airbus A321 immatriculé SX-BHS survenue le 29 mars 2013 sur l'aéroport de Lyon Saint Exupéry (LYS), le Bureau d'enquête et d'analyse (BEA) pour la sécurité civile a sollicité le directeur de l'Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA) (courrier du 04/07/2013, annexe 1) afin de lui fournir une évaluation du niveau de fatigue de l'équipage, liée en particulier aux activités aéronautiques le jour de l'accident et les éventuelles dettes de sommeil induites par les activités aéronautiques au cours des jours précédents. L'unité Fatigue et Vigilance de l'IRBA (département Neurosciences et Contraintes Opérationnelles du Pôle Facteurs Humains) a été désignée pour répondre à cette demande d'expertise. Cette expertise a été réalisée dans le cadre d'un contrat de prestation entre l'IRBA et le BEA pour la sécurité civile.



Figure 1. Photographies parues dans la presse relative à l'accident

I.1. PRESENTATION DU GROUPE D'EXPERTS

Cette demande rentre dans le périmètre de recherche et d'expertise de l'unité Fatigue et Vigilance de l'IRBA, créé en septembre 2011 pour répondre aux questions des forces et des états-majors relatives aux conséquences et à la gestion de la fatigue induite par les situations opérationnelles.

L'unité Fatigue et Vigilance, dirigée par Mounir Chennaoui, est composée de 14 personnels (médecin, chercheurs, ingénieurs, techniciens, doctorants ...). Ses personnels conduisent depuis plus de dix ans des projets de recherche et d'expertise sur les conséquences physiologiques des altérations du cycle veille/sommeil et du temps passé à la tâche, en laboratoire ou sur le terrain en situation opérationnelle. Ils étudient principalement les effets de ces altérations sur les réponses endocriniennes, immuno-inflammatoires, cardio-vasculaires et cognitives. Ils évaluent aussi l'efficacité de contremesures (stratégies nutritionnelles et pharmacologiques, sieste, luminothérapie...) dans ces situations dégradées.

L'unité Fatigue et Vigilance est notamment experte pour la France pour le STANAG 3527 *aircrew fatigue management* et assure le suivi de l'instruction N° 744/DEF/DCSSA/AST/TEC relative à « l'utilisation des substances modifiant la vigilance en opération ». Ses personnels dispensent les cours relatifs à la gestion de la vigilance en opération dans le cadre des brevets de médecine

aéronautique et spatiale (BMAS, BMAS+, brevet européen), interviennent lors des journées sécurité des vols et dans la formation des moniteurs de sport militaire, des personnels navigants au profit de compagnies aériennes civiles. L'unité est également un terrain de stage pour les étudiants du diplôme universitaire « Facteurs Humains pour la conception de systèmes homme-machine en aéronautique de l'université Paris Descartes ».

Les spécificités et le caractère unique de l'unité sont ses compétences scientifiques et techniques multidisciplinaires et transversales (neurosciences, physiologie, psychologie et biologie). L'unité dispose également de plusieurs plateaux techniques : un plateau de biologie moléculaire et biochimie, un appartement de sommeil équipé en polysomnographie et en surveillance vidéo (6 chambres), un plateau technique ambulatoire de monitoring en électrophysiologie, température, actimétrie, GPS et exploration cardiovasculaire et un plateau un plateau d'explorations neurophysiologiques (cage de Faraday).

L'unité Fatigue et Vigilance est labélisée E.A. (Equipe d'accueil) par l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES) à compter du 01/01/2014 avec le Centre du Sommeil et de la Vigilance de l'Hôtel Dieu (APHP). L'unité collabore avec l'École supérieure de physique et de chimie de la ville de Paris (ESCPI), avec le Laboratoire de Physiologie de l'Exercice de l'Université de Saint-Etienne et avec la *Military Performance Division* de l'*United States Army Research Institute of Environmental Medicine* (USARIEM, Natick, USA). Elle participe également à des travaux au profit des fédérations françaises de football (FFF), d'athlétisme (FFA) et de cyclisme (FFC), le Paris Saint Germain football club (PSG), l'Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP) et le *Qatar Orthopaedic and Sports Medicine Hospital* (ASPETAR, Doha, Qatar).

L'expertise a été réalisée par :

- **Mounir Chennaoui**. Docteur en sciences, titulaire d'une Habilitation à Diriger la Recherche (HDR), il dirige l'unité Fatigue et Vigilance depuis sa création. Ancien officier supérieur du service de santé des armées, il travaille depuis plus de 19 ans dans le Pole Facteurs Humains de l'Institut de médecine aérospatiale du service de santé des armées (IMASSA) puis de l'IRBA. Il a publié plus de 40 articles internationaux et chapitres de livres dans le domaine de la fatigue et de la performance.
- **Fabien SAUVET**. Docteur en médecine, praticien certifié de recherche du Service de santé des armées, titulaire d'une thèse d'université en physiologie, spécialiste du sommeil et de médecine et biologie du sport. Après une première partie de carrière dans les forces il exerce depuis 2007 à l'IMASSA puis à l'IRBA où il a mené des travaux de recherche portant principalement sur les effets de la privation de sommeil.

Le docteur Mounir CHEANNAOUI et le médecin principal Fabien SAUVET n'ont aucun conflit d'intérêt de type commercial, scientifique ou réglementaire pouvant interférer avec la réalisation de ce travail. Ils ne bénéficient d'aucun intérêt financier personnel.

I.2. DEFINITION DES CONCEPTS UTILISES

I.2.2. LA SOMNOLENCE ET LA VIGILANCE

La vigilance désigne la capacité du système nerveux central à répondre à un stimulus ou à un évènement, à maintenir une surveillance attentive, sans défaillance (Wright et McGown 2001; Caldwell *et al.* 2009). Classiquement, on entend par état de vigilance, l'état d'éveil de l'organisme.

Le déclin de la vigilance au cours de la journée constitue un phénomène physiologique normal qui dépend principalement de la durée de l'éveil et de l'heure de la journée (Akerstedt and Folkand 1986) mais aussi de caractéristiques individuelles, familiales, de la qualité du sommeil la nuit précédente, de la nature des tâches accomplies... (Wegmann *et al.* 1986, Coroenne *et al.* 2013b). L'état de vigilance est physiologiquement au plus bas entre 1 heure et 5 heures du matin (Akerstedt and Folkand 1986).

La diminution de la vigilance, notamment observée au cours de périodes de travail prolongées ou nocturnes, est fréquentes dans le milieu aéronautique (Caldwell *et al.* 2009; Yen *et al.* 2009). Les variations du niveau de vigilance au cours de la journée sont aussi accompagnées de fluctuations de la performance. Or, le pilotage est une tâche complexe qui requiert un niveau optimum d'éveil pour garantir la sécurité (Wright *et al.* 2005). Ainsi, la diminution de la vigilance, est un facteur de risque majeur d'accident dans l'aviation (Caldwell *et al.* 2009; Yen *et al.* 2009), d'augmentation du temps de réaction et d'erreurs (Bourgeois-Bougrine *et al.* 2003a).

La somnolence se définit comme un état intermédiaire entre la veille et le sommeil caractérisé par une tendance irrésistible à l'assoupissement si la personne n'est pas stimulée. La somnolence correspond donc à une diminution de l'éveil physiologique manifestée par un besoin de dormir (Billiard et Deauvilliers 2009).

La probabilité de s'endormir à un moment donné est la résultante de 2 pressions : la pression de sommeil qui dépend de facteurs homéostatiques et du facteur circadien, la pression de veille, dépendant de stimuli internes (horloge biologique) et externes (exposition à la lumière, synchroniseurs sociaux, stimuli psychophysiologiques...) (Billiard et Deauvilliers 2009). En pratique, l'augmentation de la somnolence est corrélée à une diminution de la vigilance (Caldwell *et al.* 2008 ; Wright et McGown 2001, Chennaoui *et al.* 2011). Cependant, la somnolence diminue avec la prise de sommeil mais pas après le repos. Le seul traitement efficace de la somnolence est un sommeil proportionné (Caldwell *et al.* 2009 ; Philip *et al.* 2005).

1.2.3. LA FATIGUE

Définition de la fatigue

Actuellement, il n'y a pas de définition de la fatigue universellement acceptée. Néanmoins, le terme « fatigue », fait référence à une combinaison de signes fonctionnels, tels que l'altération des performances physiques ou mentales, la sensation subjective de somnolence, une diminution de la motivation... La fatigue est favorisée par de nombreux facteurs tels que la privation de sommeil, les activités prolongées, la perturbation des rythmes circadiens, la réalisation de tâches complexes et prolongée, d'effort physiques (Chennaoui et Lagarde 2013) mais aussi par l'âge, des maladies, les

pathologies du sommeil, des troubles psychiques... (Philip *et al.* 2005). En aéronautique, la fatigue est une problématique majeure du fait de ses conséquences sur la sécurité (Caldwell *et al.* 2009). 25% des accidents dans l'US Air Force ont été attribués à la fatigue des pilotes (Caldwell *et al.* 2009).

Ainsi, l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) a retenue dans la convention relative à l'aviation civile internationale (annexe 6, 15 juin 2011), la définition suivante de la fatigue : « *état physiologique de capacités mentales ou physiques réduites résultant d'une perte de sommeil ou d'une période d'éveil prolongée qui peut affecter la vigilance d'un membre d'équipage et sa capacité de travailler dans un avion ou effectuer des tâches de sécurité de manière efficace* ».

Cependant, il est difficile de mesurer la fatigue réelle des pilotes et il n'y a pas actuellement de méthode de mesure directe de l'apparition de l'état de fatigue d'un pilote (Good 2003 ; Caldwell *et al.* 2009).

Néanmoins, fatigue et somnolence coexistent lors d'activité de conduite prolongée, de pilotage ou après privation de sommeil (Philip *et al.* 2005 ; Caldwell *et al.* 2009). Dans le milieu aéronautique et dans de nombreuses publications scientifiques, les mots fatigue/hypersomnolence/hypovigilance sont même souvent associés ou confondus (Caldwell *et al.* 2009). En pratique, de nombreux auteurs (Barth et Holding 1976, Bougrine *et al.* 2003, Colqhoun 1976, Lille *et al.* 1980, Jackson *et al.* 2013, Ballenky *et al.* 2003) ont développé à partir d'étude portant sur les modifications de l'état d'éveil en vol, des relations empiriques entre les horaires et amplitudes de travail et la dégradation des performances.

La fatigue en vol, évaluée par la sensation de diminution de l'éveil, est observée dans 20% des vols moyens courrier et dans 40% des vols long-courriers (Bourgeois-Bougrine *et al.* 2003a). Entre 41% et 5% des pilotes reconnaissent que la « fatigue a sévèrement impacté la sécurité d'un vol au moins une fois dans leur carrière » (Yen *et al.* 2009) et 50% des pilotes de l'US Air Force admettent être tombé de sommeil involontairement en vol, au moins une fois, pendant une mission (Caldwell et Gilreath 2002). Des enregistrements du sommeil en vol ont mis en évidence des périodes de micro-sommeil chez 40 à 50% des pilotes au cours de vols prolongés de nuit, notamment entre 1 et 5 heures du matin (Wright et McGown 2001, Wright *et al.* 2005, Cabon *et al.* 2003, Coroenne *et al.* 2013b).

Ces résultats confirment de récents travaux menés dans le transport automobile qui ont mis en évidence que le principal facteur de somnolence n'était pas lié à la durée de conduite mais aux perturbations du cycle veille/sommeil et à l'heure de la journée (Philip *et al.* 2005 ; Valent *et al.* 2010). De nombreux travaux ont mis en évidence que la privation de sommeil diminue le temps de réaction, les performances mentales et augmente le nombre d'erreurs (Pikker et Huffcutt 1996) et ce, dès deux heures de privation de sommeil (Belenky et Bissel 1994).

La fatigue dans l'aéronautique peut être favorisée par 3 composantes principales (Hursh 2005, Powell *et al.* 2010) :

- la composante circadienne (l'heure de la journée),
- les dettes de sommeil (dette cumulée de sommeil au cours des jours précédent, durée d'éveil continue),
- le temps de service.

Dans l'aviation, les causes de la fatigue sont multiples tels que l'accumulation de décalages horaires, de réveils précoces successifs, de vols de nuits répétés, de repos insuffisants entre les vols, les vols successifs au cours d'une même journée qui concourt à la survenue de niveau élevés, voire inacceptables de fatigue et de somnolence pendant les vols (Powell *et al.* 2002, Caldwell *et al.* 2009).

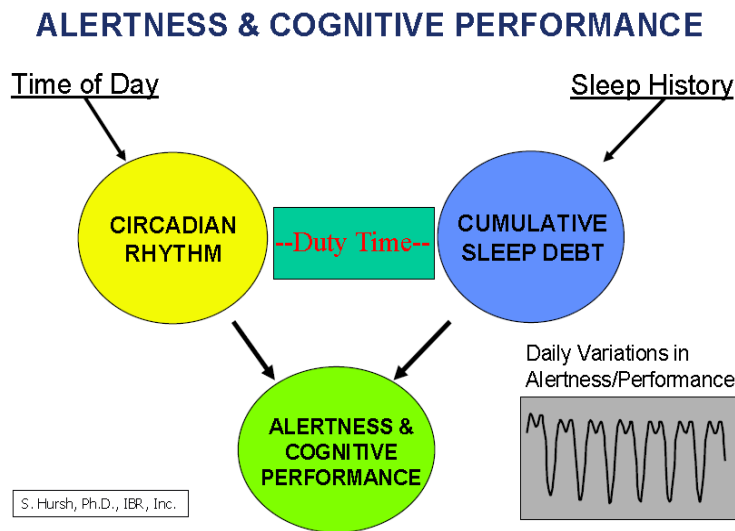


Figure 2. Facteurs influençant l'éveil et la performance cognitive (Hursh 2005)

I.3. LA PROBLEMATIQUE

Dans l'aviation, la question de la fatigue est un problème facteur humain majeur (Caldwell *et al.* 2009). Ne pas prendre en compte ou sous-estimer le signal d'alarme qu'est la fatigue ressentie expose les personnels navigants à ne pouvoir mettre en œuvre leurs capacités au meilleur niveau et à se situer en deçà de l'attente de performance et de sécurité. Il y a là un réel enjeu d'arbitrage dans la gestion de la fatigue d'un équipage et le maintien d'un niveau élevé de performance et de rentabilité pour une compagnie aérienne. En conséquence, de nombreux états et organisations ont développé des règles et des normes, qui fixent des durées minimales de repos et maximales d'emploi des équipages afin de limiter l'apparition et l'amplitude de la fatigue tout en maintenant un niveau d'emploi compatibles avec des impératifs économiques. Ces normes, compromis entre les exigences de sécurité et de rentabilité, prennent en compte de nombreux paramètres tels que : le nombre d'heures de vol (par jour, semaine, trimestre et année), les temps de service, et le temps de repos avant le vol en tenant compte du type d'équipage (augmenté ou non augmenté), de l'horaire du vol (jour/nuit) et du nombre de fuseaux horaires franchis.

Malgré de nombreuses tentatives, il n'y a pas actuellement de consensus international (Caldwell *et al.* 2009) et des différences importantes demeurent selon les pays. Une récente volonté d'harmonisation des normes au niveau européen, votée au parlement européen le 9 octobre 2013 (EASA 2013), a provoqué un vif débat dans la population des pilotes, des experts et des scientifiques (ETSC 2013). D'autre part, aucune norme ne peut prendre en compte l'ensemble des facteurs contribuant à la fatigue au risque d'être trop complexe et inexploitable. En particulier, certains facteurs sont peu pris en compte tels le rythme circadien, le décalage horaire et d'autres ignorés tels la complexité des vols ou la variabilité individuelle. Une alternative a été proposée, consistant à utiliser des modèles mathématiques multiparamétriques d'estimation du niveau de fatigue (cf. paragraphe précédent) afin de fixer les périodes d'activité et de repos.

I.4. LES OBJECTIFS DE L'EXPERTISE

L'objectif de cette expertise était d'évaluer l'impact de l'activité aéronautique et des éventuelles altérations du cycle veille-sommeil sur le risque fatigue dans l'accident du 29 mars 2013, à partir des éléments apportés par les enquêteurs du BEA (par exemple les horaires de travail des pilotes le jour de l'accident et le mois précédent...). Cette expertise a été réalisée au regard de la littérature scientifique actuellement disponible et d'un modèle bio-mathématique validé de gestion du risque fatigue dans l'aviation civile (Modèle SAFTE) (Hirsch et al. 2004). Nous avons laissé le soin aux experts de la sécurité aérienne d'interpréter nos résultats et conclusions dans le contexte global de l'enquête.

II. MATERIELS ET METHODE

II.1. DOCUMENTATION RELATIVE A L'ACCIDENT

L'expertise a été réalisée à partir des documents présentés par les enquêteurs du BEA (descriptif de l'accident, activités aéronautiques, horaires de travail, conditions de sommeil...), lors d'une réunion de travail le 28 juin 2013 à l'IRBA (locaux de l'unité Fatigue et Vigilance à l'Hôtel dieu).

Le planning d'activités aéronautiques du Commandant de bord (Cdb) et de l'Officier pilote de ligne (OPL) au cours des 2 mois précédents l'accident sont présentés en annexes 2 et 3.

Les auteurs de ce rapport n'ont jamais rencontré les personnels impliqués dans l'accident ni eu de contact avec eux. Ils n'ont pas utilisés d'informations relatives à l'accident autres que celles transmises par le BEA.

II.2. CALCUL DES PARAMETRES

D'après les définitions du règlement EU-OPS (sous partie Q), nous avons calculé :

- **Temps de vol « cale à cale ».** Le temps écoulé entre le moment où l'avion se déplace de son lieu de stationnement en vue de décoller, jusqu'au moment où il s'immobilise sur la position de stationnement désignée et que tous les moteurs ou toutes les hélices sont arrêtés.
- **Temps de service de vol (TSV).** Toute période au cours de laquelle une personne exerce à bord d'un avion en tant que membre de son équipage. Ce temps est compté depuis le moment où le membre d'équipage doit se présenter, à la demande d'un exploitant, pour un vol ou une série de vols et se termine à la fin du dernier vol au cours duquel le membre d'équipage est en fonction.
- **Temps de service.** Temps écoulé entre le moment où un membre d'équipage doit commencer un service à la demande d'un exploitant jusqu'au moment où il est libéré de tout service.
- **Temps de repos.** Une période ininterrompue et définie pendant laquelle un membre d'équipage est libéré de tout service ainsi que de toute réserve à l'aéroport.

II.3. MODELISATION DE LA FATIGUE

Des nombreux modèles mathématiques ont été développés pour évaluer les modifications de vigilance et de prédire l'apparition de la fatigue et son importance (Jewett *et al.* 1999, Hursh *et al.* 2004, Neri 2004). Ces modèles ont été créés à partir de résultats d'études en laboratoire et de terrain basées sur des questionnaires subjectifs et de test de performance mentale (temps de réaction principalement) (Van Dongen *et al.* 2007).

Seulement quelques modèles ont été validés sur le terrain en environnement opérationnel (Spencer et Robertson 2007, Hursh *et al.* 2006). Le modèle de prédiction de la fatigue **Sleep, Activity, Fatigue and Task Effectiveness (SAFTE™)**, développé initialement par la défense américaine a été validé par rapport au risque d'accident et d'erreur dans l'aviation et le transport ferroviaire (Jewett *et al.* 1999, Hursh *et al.* 2004, CASA 2010). Ce modèle est aujourd'hui utilisé dans la programmation des vols dans l'armée américaine, de compagnies aériennes civiles, des compagnies ferroviaires ou de transport routier et nucléaire. Des logiciels (FAST, FlyAwake...) ont été conçus pour utiliser plus facilement ce modèle et estimer l'apparition et l'ampleur de la fatigue, ce qui permet d'optimiser la gestion des équipages et l'utilisation des contremesures (siestes, sommeil de récupération, caféine...).

Le modèle SAFTE prend en compte le réservoir de sommeil, le rythme circadien, l'inertie du sommeil et le temps estimé de sommeil (lorsqu'il n'est pas connu) à partir de l'horaire en tenant compte de la physiologie du sommeil (CASA 2010). En sortie, le modèle SAFTE estime l'efficacité cognitive, qui dépend de la balance entre les processus de régulation du sommeil, les processus circadiens et l'inertie du sommeil (Figure 3). Le risque d'accidents liés aux facteurs humains est élevé lorsque le score d'efficacité est inférieur à 82.5% et augmente progressivement avec la baisse de l'efficacité. Lorsque le score d'efficacité est inférieur à 77.5 %, la chance de survenue d'un accident lié au facteur humain est de 65% plus important que la chance (Hursh *et al.* 2006).

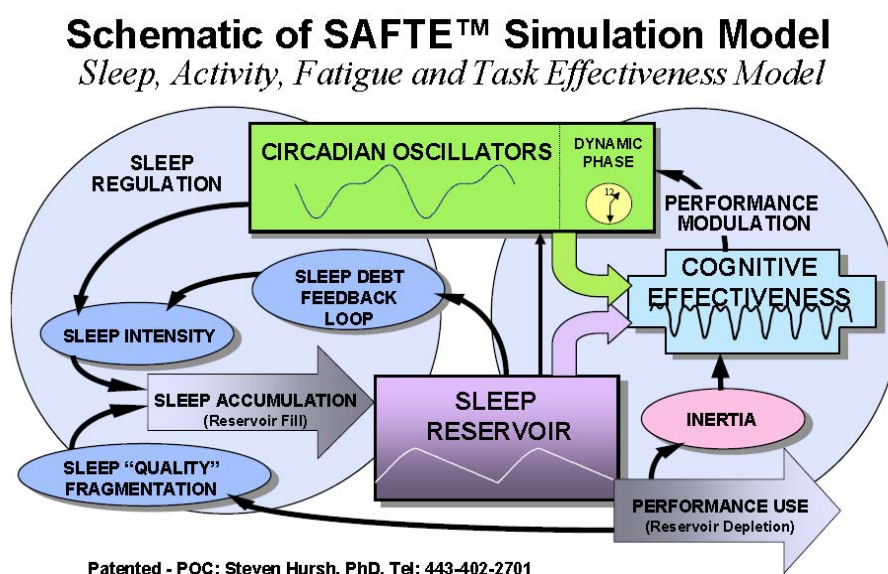


Figure 3. Modèle Sleep, Activity, Fatigue, and Task Effectiveness (SAFTE™) (Hursh, 2003)

L'estimation du niveau de fatigue de l'OPL et du Cdb a été réalisée à l'aide du modèle SAFTE (Hursh 2005) en utilisant le logiciel FlyAwake^{2.0} (FlyAwake.org, MACROsystems, Inc). Ce logiciel, initialement créé pour le ministère de la défense américain (*US Department of Defense, DoD*), permet d'estimer l'efficacité cognitive, dont la dégradation est le reflet de la fatigue et de l'augmentation du risque d'accident.

Nous avons entré dans le logiciel, les données relatives au type d'équipage, les horaires et lieu de décollage et d'atterrissage, les périodes de sommeil (connues ou estimées), les temps de préparation de vol, la prise éventuelle d'une substance éveillante (café, thé...) et la réalisation de siestes.

En sortie, le logiciel donne un score d'efficacité cognitive en fonction du temps, et calcule pour chaque vol la valeur moyenne, minimale et maximale d'efficacité. Le calcul tient compte notamment de l'heure de la journée, du réservoir de sommeil, de la durée de l'éveil, des décalages horaires, de l'inertie au réveil...

Le graphique de résultat comprend une zone rouge dite d' « efficacité critique », qui indice un score inférieur au seuil de 77.5%. L'objectif est de maintenir la performance au-dessus du seuil de 82,5% (Beshany 2009) (Tableau 1).

Catégories	Score d'Efficacité (SE)
Verte	SE ≥ 82.5 %
Jaune	80 % < SE ≤ 82,5 %
Orange	77.5 % < SE ≤ 80 %
Rouge (zone critique)	SE ≤ 77.5 %

Tableau 1. Analyse qualitative des scores d'efficacité prédits avec le logiciel FlyAwake

II.4. ANALYSE DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

Les activités aéronautiques et les résultats de l'analyse mathématique ont été interprétés au regard de la littérature scientifique accessible via la base de donnée PubMed de (US National Library of Medicine National Institutes of Health, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) et Google Scholar (<http://scholar.google.fr/>) en privilégiant les publications dans des revues scientifiques à comité de lectures ou les travaux de groupes d'experts reconnus. Les principaux mots clefs utilisés pour la recherche ont été : *aerospace medicine, aviation, circadian rhythm, duty, drowsiness fatigue, flight duty, flight, in-flight sleep, karolinska sleepiness scale, modeling, performance, pilot, psychomotor vigilance task, rest, risk management, safety, sleep, split duty...*

III. RESULTATS

III.1. HISTORIQUE DE L'ACCIDENT

- Le Commandant de bord (Cdb) et l'Officier pilote de ligne (OPL) ont été déclarés apte médicalement.
 - La veille de l'accident, après un vol de mise en place (MEP), les pilotes sont arrivés à leur hôtel le 28/03/13 à 14:01 UTC. Le commandant de bord venait d'Athènes (UTC + 2) et l'OPL de Valence (UTC + 1). Le Cdb et l'OPL disent s'être couchés vers 22:00 locale (21:00 UTC). Ils ne relatent pas de difficultés particulières pour dormir.
 - Le jour de l'accident (29/03/2013), avant le vol, l'équipage s'est présenté à l'aéroport vers 5:15 UTC soit 1 heure avant l'heure « block » prévue à 6:15 (UTC).
 - L'équipage de l'Airbus A321 immatriculé SX-BHS, exploité par la compagnie Hermès Airlines, effectue un vol aller-retour entre les aéroports de Lyon Saint-Exupéry (France) et Dakar (Sénégal) dans le cadre d'un vol de transport public de passager non régulier pour le compte d'Air Méditerranée :
 - l'équipage décolle de Lyon à 06:44 et atterrit à Dakar à 12:03. A Dakar, des problèmes d'approvisionnement des repas les retardent d'environ 30 minutes ;
 - l'équipage décolle de l'aérodrome de Dakar à 13:44 et atterrit à Agadir à 16:13 pour une escale technique.
 - L'équipage décolle d'Agadir à 17:02 à destination de Lyon ;
 - à 19:46 min 03, l'équipage atterrit à Lyon. **L'avion touche la piste à environ 1600 m du seuil de piste, sort longitudinalement de la piste et s'immobilise à environ 300 m du seuil.**
- Nous observons que le temps d'escale entre les vols est court : 1 h 40 environ entre de 1er et le 2ème vol et seulement 50 minutes entre le 2ème et le 3ème (Tableau 2).

Vols	Décollage	Atterrissage	Temps de vol	Problèmes
1	Lyon-Saint-Exupéry code AITA : LYS code OACI : LFL 6h44	Léopold-Sédar-Senghor Dakar code AITA : DKR code OACI : GOOY 12h03	5h19	problèmes d'approvisionnement des repas retard ≈ 30 min.
2	Aéroport int. Dakar code AITA : DKR code OACI : GOOY 13h44	Agadir - Al Massira, Agadir code AITA : AGA code OACI : GMAD 16h13	2h29	
3	Agadir - Al Massira, code AITA : AGA code OACI : GMAD 17h02	Lyon-Saint-Exupéry code AITA : LYS code OACI : LFL 19h46	2h44	19h46 min 03, Sortie de piste

Tableau 2. Récapitulatif des activités aériennes du 29/03/2013 (A321 SX- BHS)

III.3. ACTIVITES AERONAUTIQUES DES PERSONNELS NAVIGANTS

Les données relatives aux activités aéronautique de commandant de bord (Cdb) et de l'officier pilote de ligne (OPL) sont présentés dans les tableaux 3 et 4.

	Commandant de bord (Cdb)	Officier Pilote de Ligne (OPL)
	Non augmented crew	Non augmented crew
Temps de vol (29/03/2013)	10 h 32 min	10 h 32 min
Temps de service en vol (29/03/2013)	14 h 30 min	14 h 30 min
Temps de service (29/03/2013)	14 h 30 min	14 h 30 min
Temps de repos	15 h 00 min	15 h 00 min
Activité la veille du vol (28/03/2013) (UTC)	-vol de Mise en place (MEP) : 07:05-10:35 ATH CDG (A3610) 12:20-13:30 CDG LYS (AF7644) -Hotel du 28/03/13 14:01 au 29/03/13 4:59	-vol de Mise en place (MEP) : 06:05-08:15 VLC CDG (UX1005) 12:20-13:30 CDG LYS (AF7644) -Hotel du 28/03/13 14:01 au 29/03/13 5:14
Derniers vols (UTC)	20/03/13 équipage non augmenté : 10:30-11:29 ARN c/in 11:30-12:35 ARN GOT HRM 2009 14:00-18:25 GOT EBL HRM 2009 01:55-EBL CDG HRM 950F positioning crew	24/03/13 équipage augmenté : 0300-0359 CDG c/in 0400-0850 CDG VDA BIE 4266 1015-1550 VDA CDG BIE 4267 1551-1605 CDG c/out

Tableau 3. Activités du Cdb et de l'OPL au moment de l'accident (29/03/2013).

Heures de vol	Commandant de bord (Cdb)	Officier Pilote de Ligne (OPL)
Total chez Hermes Airline	CPT : 425 h 38m, F/O: 405 h 20m	F/O: 313 h 19m
180 jours	272 h 47m	153 h 13m
90 jours	138 h 55m	55 h 30m
30 jours	68 h 31m	45 h 45m
7 jours	14 h 30 min	27 h 35 m

Tableau 4. Temps de vols cumulés du Cdb et de l'OPL

III.4. CYCLES VEILLE/SOMMEIL

Les pilotes ont déclaré s'être couchés à 22:00 locale (21:00 UTC) et avoir bien dormis. Le 29/03/2013, ils ont quitté leur hôtel à 4:59 UTC pour le Cdb et 5:15 UTC pour l'OPL. L'opportunité maximale de sommeil est donc de 8 heures. Il est impossible de connaître la durée réelle de leur sommeil, mais il peut être estimé entre 6h30 et 7h30 heures au maximum en tenant compte des périodes d'activité nécessaires à d'hygiène et à l'habillement... La durée moyenne de sommeil étant de 7 h 40 (Billiard et Dauvillier 2009) on peut estimer leur dette de sommeil inférieure à 2 heures. L'OPL Venant de Valence (UTC +1) et le Cdb d'Athènes (UTC + 2) ils n'ont pas subi de décalage horaire.

Au moment de l'accident (19:46 UTC), on peut estimer leur durée d'éveil entre 15h00 et 16h00. L'OPL et le Cdb ont déclaré ne pas avoir fait de sieste au cours de la journée.

Par contre, leur mise en place s'est faite après un vol matinal, notamment pour l'OPL avec un décollage de Valence à 6:05 UTC (soit 7:05 locale), ce qui a probablement généré une nuit courte. Le Cdb a décollé la veille d'Athènes à 7:05 (soit 09:05 locale).

III.5. MODELISATION DE LA FATIGUE

A. JOURNEE DU 29 MARS 2013

Au cours de la journée du 19 mars 2013, la modélisation de la fatigue à l'aide du logiciel FlyAwake a mis en évidence une efficacité estimée toujours supérieure aux valeurs critiques, considérées comme la zone d'apparition de la fatigue (figure 4 et 5). En effet, la valeur moyenne au cours des 3 vols (moyenne \pm écart type) était de $90,1 \pm 0,8$ % pour l'OPL et de $93,6 \pm 0,9$ % pour le CDB. La valeur minimale, observée à la fin du 3^{ème} vol était de 86 % pour l'OPL et 89,2 % pour le CDB.

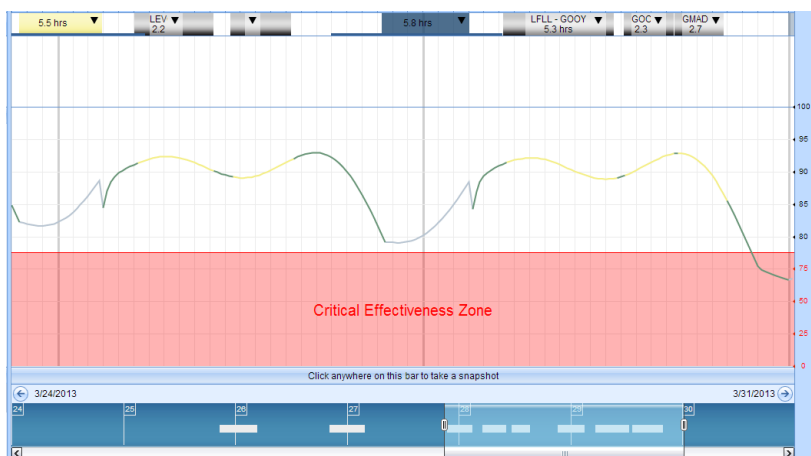


Figure 4. Modélisation de la fatigue (inverse de l'effectiveness) de L'OPL au cours du 28 et du 29/03/2013 (En jaune les périodes de vol et en bleu de sommeil).

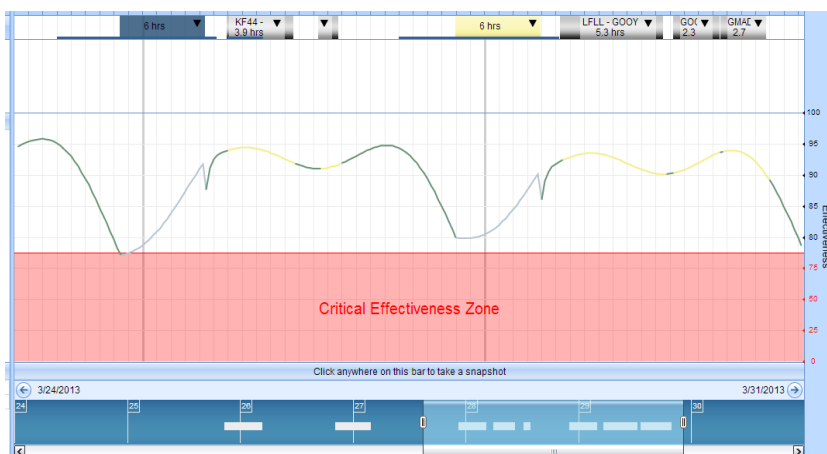


Figure 5. Modélisation de la fatigue (inverse de l'effectiveness) du Cdb au cours du 28 et du 29/03/2013 (En jaune les périodes de vol et en bleu de sommeil).

B. 2 MOIS PRECEDENTS L'ACCIDENT

B1. Commandant de bord (Cdb)

Au cours des 2 mois précédents l'accident, la modélisation de la fatigue induite par l'activité aéronautique du Cdb n'a pas mis en évidence de valeur d'efficacité entrant dans la zone critique pendant un vol (figure 6). Au cours de la période étudiée, le 3/03/2013 a été la journée avec le plus d'heure de vol (11h) et de temps de service en vol (14h45). Le 29/03/13 arrive en seconde position.

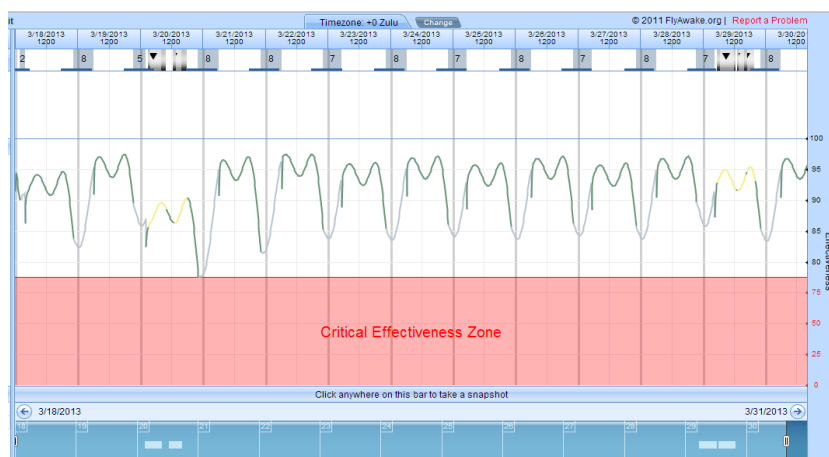


Figure 6. Modélisation de la fatigue (inverse de l'effectiveness) du Cdb au cours des 10 jours précédents l'accident

B2. Officier pilote de ligne (OPL)

L'analyse des activités aéronautiques au cours des 2 mois précédent a révélé une intrusion dans la zone critique 6 jours avant l'accident survenu le 24/03/2013 au soir (figure 7). Cette période a été suivi par un vol de retour sur Valence le 25/03/2013 et 2 jours de repos sans vol. Le 29/03/13, jour de l'accident a été la journée avec le plus d'heure de vol et de temps de service en vol au cours de la période étudiée.

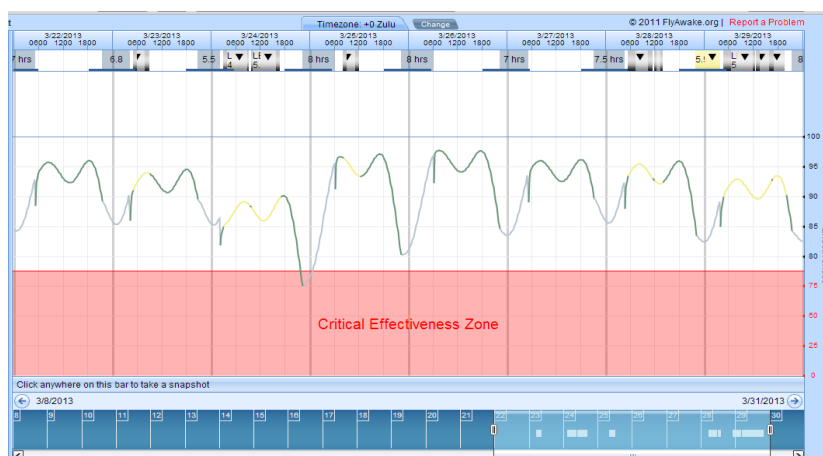


Figure 7. Modélisation de la fatigue (inverse de l'effectiveness) de l'OPL au cours des 10 jours précédents l'accident

IV. DISCUSSION

IV.1. FATIGUE DE L'EQUIPAGE

L'enquête réalisée par le BEA à partir des témoignages de l'équipage, l'écoute des enregistrements audio, les données de vols ainsi que sur l'ensemble de la documentation de la compagnie et du constructeur, a mis en évidence des altérations du niveau de performance de l'équipage, caractérisées par des erreurs techniques et non-techniques analysées selon les critères de L'annexe 1 *Core competencies and behavioural indicators* de la documentation Doc9995 AN/497 de l'OACI *Manual of Evidence-based Training*.

Pour la partie technique, l'équipage a été évalué sur : sa capacité à mettre en application des procédures (briefings, procédures et checklists, annonces), la qualité du pilotage en mode manuel et en mode automatique et les connaissances à la fois théoriques et procédurales.

Pour la partie non technique, l'équipage a été évalué sur : la conscience de la situation, la capacité de communication, le leadership et le travail en équipage, la capacité de résolution de problème et les processus de décision la gestion de la charge de travail.

Certains des éléments, objectivant la diminution des performances de l'équipage, peuvent être considérés comme des symptômes de fatigue et imputé à une diminution des performances cognitives:

- **difficultés du pilote à mémoriser et à restituer les données** qui traduit une probable altération de la mémoire de travail ;
- **Application partielle des procédures, une dégradation du CRM et du partage des tâches prévu**
- **erreur de prise de décision**, caractérisée par l'absence de génération d'option et de toute considération d'une alternative à l'atterrissage (possible remise de gaz, attente, dégagement) ;
- **mauvaise conscience de la situation** et l'absence d'identification de menaces (vent arrière, piste mouillée, mauvaise visibilité, vitesse élevée, risques induits par la sortie de piste...);

En effet, de nombreuses études en laboratoire, simulateurs ou en vol réels ont apporté la preuve que la fatigue était induite par des altérations du système nerveux central (Caldwell *et al.* 2009). En particulier, la fatigue est associée à des dégradations des performances cognitives caractérisées par une diminution des capacités d'attention, une altération de la prise de décision et du raisonnement logique, une mauvaise conscience de la situation, une absence d'identification des risques (Hursh *et al.* 2004, Jackson *et al.* 2013). Ces dysfonctions sont compatibles avec les erreurs observées au cours du vol concerné par cette enquête qui sont la conséquence de la diminution de la performance et de l'efficacité des pilotes (Jewett *et al.* 1999, Hursh *et al.* 2004, Neri 2004, Van Dongen *et al.* 2007).

La fatigue des pilotes, en général, est principalement induite par les altérations du cycle veille/sommeil et/ou une charge de travail difficile et prolongée (Caldwell *et al.* 2009, Cabon *et al.* 2012). Néanmoins, l'expérience des pilotes (Cabon *et al.* 2012, Caldwell *et al.* 2009) et l'application de contremesures (courte sieste, adaptation des stratégies) sont efficaces pour maintenir un niveau de performance acceptable et diminuer le risque d'accident. Les informations transmises par le BEA ne font pas état de mise en place de contremesures spécifiques au cours du vol pour prévenir l'apparition de la fatigue.

IV.1. ALTERATIONS DU CYCLE VEILLE/SOMMEIL

Dans cette étude nous avons observé que le temps maximal de sommeil pouvait être estimé entre 6h30 et 7h30, sans décalage horaire, soit une dette de sommeil probablement inférieure à 2 heures. De nombreux auteurs recommandent que les pilotes aient une opportunité de sommeil d'au moins 8 à 8h30 heures par 24 heures afin de procurer au pilote au moins 7h à 7h30 de sommeil, si possible dans des horaires favorables au sommeil (22:00 – 8:00) (Goode 2003, Caldwell *et al.* 2009, Cabon *et al.* 2012).

Un sujet qui n'a pas de dette de sommeil, en bonne santé, peut très bien supporter 2 à 3 h de dette de sommeil (Belenky *et al.* 2003). Cela est vrai si l'on bénéficie d'un sommeil de bonne qualité et d'absence de restriction de sommeil au cours des jours précédents. En effet, un sujet qui n'a pas pu bénéficier d'un sommeil de bonne qualité et en quantité suffisante, peut souffrir de quelques heures de privation de sommeil (Belenky *et al.* 2003, Van Dongen *et al.* 2006).

Ayant peu volé au cours des jours précédents, ils ne présentaient donc pas de risque d'altération du cycle veille-sommeil liée à l'activité aéronautique ou aux déplacements professionnels. Seul l'OPL a enchaîné 2 courtes nuits de suites (<7 h de sommeil), la première nuit courte ayant été induite par un

vol matinal de mise en place. L'enchaînement de courtes nuits, notamment avec réveils précoces est un facteur bien connu de fatigue et de dégradation des performances (Belenky *et al.* 2003, Bourgeois-Bougrine *et al.* 2003b). Néanmoins, les périodes de sommeil ont pu être réalisées au cours des heures favorables au sommeil et pas de décalage horaire de plus d'1 h puisque le Cdb et l'OPL étaient arrivés la veille. Le décalage horaire est un facteur majeur d'augmentation de la fatigue dans l'aviation civile, dès 2 heures de décalage (Bourgeois-Bougrine *et al.* 2003a, Powell *et al.* 2008).

L'OPL et le Cdb ont déclaré aux enquêteurs du BEA avoir passé une bonne nuit de sommeil. Néanmoins, cela n'exclut pas la présence chez ces personnels de troubles du sommeil pouvant être induits par le stress professionnel, des contraintes familiales, les enfants en bas âge (Coroenne *et al.* 2013a), une pathologie du sommeil, une mauvaise hygiène du sommeil (Philip *et al.* 2005). Ces facteurs seraient à rechercher systématiquement dans le cadre d'une expertise en utilisant les questionnaires validés, et notamment l'Echelle de somnolence d'Epworth afin d'évaluer l'impact de la somnolence diurne excessive (Coroenne *et al.* 2013a).

La durée d'éveil continue (estimée entre 15 h à 16 h d'éveil) n'est pas suffisante pour entraîner une augmentation de la somnolence observée à partir de 17 h d'éveil chez des sujets soumis à une activité cognitive continue (Angus et Heslegrave 1985). Par contre, une diminution de la vigilance et de la performance mentale est observée chez ces sujets après 16 heures d'éveil (Angus et Heslegrave 1985). La simulation de la fatigue confirme cette analyse. Nous n'avons pas mis en évidence de score de performances inférieures au seuil critique au cours de la journée de l'accident, survenu à un horaire « favorable » à l'éveil physiologique

En conclusion, le planning aéronautique le jour de l'accident et au cours des 2 mois précédents ne semble pas, à lui seul, être susceptibles de favoriser l'apparition de la fatigue dans cette situation. Cette analyse est confortée par la modélisation de l'état de fatigue par le modèle SAFTE qui montre un score d'efficacité toujours supérieur à 86% au cours des vols et en particulier au moment de l'accident. Cependant, le score de performance le plus faible a été observé au moment de l'accident.

IV.3. AMPLITUDES D'ACTIVITES AERONAUTIQUE

L'équipage a cumulé un temps de service d'environ 14 h 30 au cours de cette journée. Plusieurs études ont mis en évidence une relation entre le temps de service en vol et la somnolence ressentie, la fatigue ressentie (Bourgeois-Bougrine *et al.* 2003b, Powell *et al.* 2007, Powell *et al.* 2008), la fréquence des rapports sécurité des vols (*Air safety reports*, ASR) dans des compagnies aérienne régionales (Cabon *et al.* 2012) et la fréquence des accidents (Good 2003). En particulier, dans une étude réalisée aux Etats Unis, sur plus de 1 million d'heure de vol, il a été mis en évidence que 20% des accidents liés aux facteurs humains, survenaient au-delà de 10 h de services en vol (Good 2003). Ramené à la quantité relative d'heure de vol, cette étude révèle une légère augmentation du risque d'accident entre 10 et 12 h de service en vol (risque relatif, RR= 1,65) qui devient très significative au-delà de 13 h d'activité (RR = 5,6) (figure 8).

Goode (2003) suggère de durcir la limitation du temps de service en vol par 24 h des pilotes pour limiter le risque d'accident dans les vols commerciaux. Ces résultats ont été confirmés par Powell *et al.*, qui ont observé une augmentation proportionnelle de la fatigue ressentie avec le temps de service en vol avec des variations importante en fonction de l'heure de la journée. Les valeurs sont maximales lorsque la période d'activité commence entre 18:00 et 03:00 ou se terminent entre 00:00 et 09:00 (Powell *et al.* 2008).

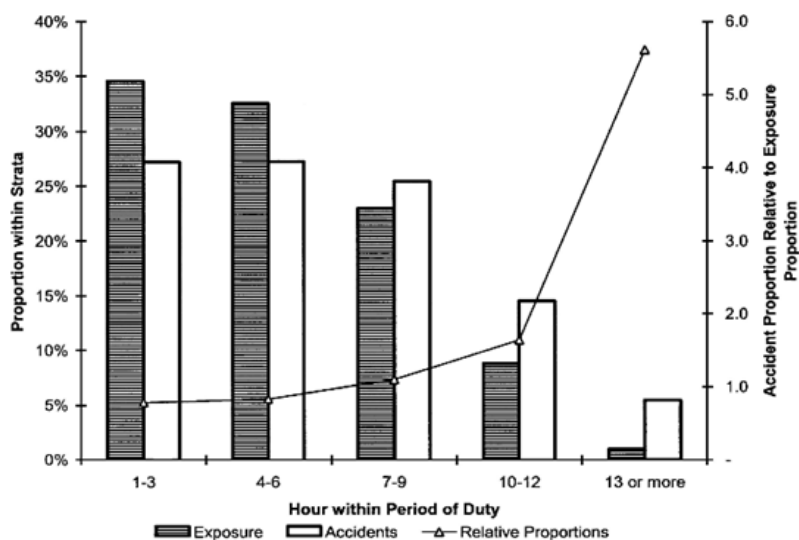


Figure 8 : proportion relative d'exposition aux accidents en fonction du temps d'activité (Goode 2003)

Le conseil européen de sécurité dans les transports (ETSC 2013), a récemment publié des recommandations concernant la durée maximale de temps de service en vol au cours d'une journée. Ils recommandent en se basant sur des données de la littérature scientifique, de modifier la durée des périodes d'activité en fonction de l'heure de la journée. Ils recommandent par exemple, pour une prise de service entre 06:00 et 07:00 un temps de service en vol maximal de 12 h. Le temps de service en vol maximal de 14 h pouvant être seulement pris avec une prise de service entre 08:00 et 11:00.

L'activité aérienne au cours de l'accident est également caractérisée par plusieurs vols et des escales de courte durée (1 h 45 entre de 1^{er} et le 2^{ème} vol et d' 50 minutes entre le 2^{ème} et le 3^{ème} vol). Peu de données existent sur les effets du nombre de vol au cours de la journée sur la fatigue et le risque d'accident et plusieurs auteurs reconnaissent la connaissance insuffisante des effets des atterrissages multiples (ETSC 2013). Des études complémentaires sont nécessaires (Moebus 2008). Néanmoins, plusieurs auteurs ont observé une relation entre le nombre de vols successifs et la fatigue ressentie (Bourgeois-Bougrine *et al.* 2003, Powell *et al.* 2007, Cabon *et al.* 2012). Un consensus d'expert a recommandé (Moebus 2008) que le temps de service en vols au cours de journée avec plusieurs vols, ne dépasse pas 14 h et ne commence jamais avant 0:00 et ne se termine après 22:00.

Après un vol de 3 h 30 en monomoteur, Sauvet *et al.* (2009) ont observé un score d'hypovigilance altéré immédiatement et 2 h 30 après la fin du vol (figure 9). Dans son analyse, validée par un groupe d'expert, Moebus (2008) recommande que la période de repos entre deux vols soit égale à au moins un tiers de la durée du dernier vol et que des conditions adéquates au sommeil puissent être proposées aux pilotes qui souhaitent faire une sieste.

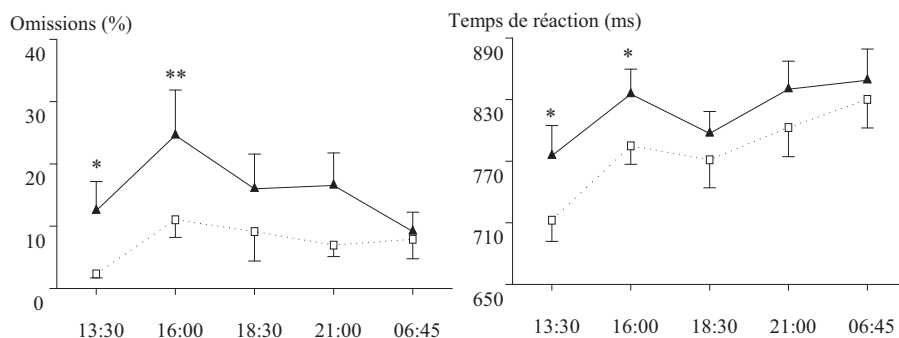


Figure 9 : Evolution de performance à un test de vigilance avant (□) et après (▲) un vol de 3 h 30 (10h00 a.m. à 1 h 30 p.m.) * différence entre les valeurs observées à la même heure * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ (Sauvet *et al.* 2009).

En conclusion. Les périodes de service en vol de plus de 14 h dépassent les limites physiologiques et sont compatible avec l'apparition de la fatigue, le nombre d'ASR et le risque d'accident. La fatigue induite par le temps de service en vol, peut être majorée par des facteurs ajoutés (vol de nuit, charge de travail mental important, multiplication des vols...).

IV.4. MODELISATION DE LA FATIGUE

Dans notre analyse, la modélisation de la fatigue induite par les activités aéronautiques n'a pas mis en évidence de score critique au cours de la journée de l'accident. Il convient cependant de tirer quelques leçons sur la méthode bio-mathématique utilisée. Tout d'abord, la question de ce qui est du niveau maximum acceptable de risque de fatigue reste encore controversée à la fois en aéronautique mais aussi dans le monde des transports. Actuellement, il n'y a pas de méthode validée de détection de l'apparition de la fatigue et de son amplitude (Caldwell *et al.* 2009).

L'utilisation des modèles bio-mathématiques a montré son efficacité sur la fatigue ressentie (Beshany 2009) par rapport à l'application des règles aéronautiques. En effet, ces modèles offrent une bonne prise en compte du rythme circadien et de la physiologie du sommeil (durée d'éveil, heure de lever, sieste...). Cependant, ils ne prennent pas en compte le nombre de vol et le temps de service en vol (Rangan et Van Dongen 2013) qui sont des facteurs importants de fatigue, notamment lors des vols moyen-courriers répétés (Bourgeois-Bougrine *et al.* 2003, Powell *et al.* 2007, Cabon *et al.* 2012). Des travaux récents, Rangan et Van Dongen (2013), proposent de nouvelles approches qu'il faudra évaluer, tels l'approximation de premier ordre du risque de fatigue, proportionnelle à la fois au temps de service passé, à l'horaire mais aussi à l'aire sous la courbe d'efficacité (intégrale du score d'efficacité en fonction du temps) qui prend mieux en compte le temps de service aérien.

En conclusion, la gestion de la fatigue en vol et la prédiction de sa survenue et de son ampleur sont des problèmes complexes. Les modèles bio-mathématiques, bien adaptés à la modélisation des effets de la privation de sommeil et des altérations du rythme circadien doivent être améliorés pour prendre en compte le temps de service en vol et les vols multiples. Cette expertise illustre la nécessité de confronter ces modèles de prédiction du risque fatigue à l'analyse d'éléments objectifs de fatigue des pilotes (ASR, accidents, analyse systématique des vols...).

V. CONCLUSION

Les horaires de travail le jour de l'accident et au cours des 2 mois précédents ne semblent pas, à elle seule, avoir entraîné des altérations du cycle veille/sommeil susceptibles d'avoir induit un état de fatigue important. Cette analyse est confortée par la modélisation de l'état de fatigue par le modèle SAFTE qui montre un score d'efficacité toujours supérieur à 86 % au cours des vols. Cependant, le temps de service en vol important (14 h 30), est associé dans la littérature scientifique avec une augmentation du risque de sensation de fatigue, d'ASR et d'accident. Cet état de diminution des performances est renforcé par la multiplication des vols et leur complexité. La gestion de la fatigue en vol est un problème complexe. Les modèles bio-mathématiques, bien adaptés à la modélisation des effets de la privation de sommeil et des altérations du rythme circadien doivent être améliorés pour prendre en compte le temps de service en vol et les vols multiples.

VI. REFERENCES

- Akerstedt T (2003). "Shift work and disturbed sleep/wakefulness". *Occup Med.* 53:89-94.
- Akerstedt T, Folkand S (1986). "Prediction duration of sleep from the three model of regulation of aterness". *Occup Environ Med.* 53:136-41.
- Angus R, Heslegrave R (1985). "Effects of sleep loss on sustained cognitive performance during a command and control simulation". *Behav Res Methods Instrum Comput.* 17:55-67.
- Barth J, Holding DH (1976). "Risk versus effort in the assessment of motor fatigue". *Journal of motor Behavior.* 8:189-94.
- Belenky G, Wesensten NJ et al. (2003). "Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery: a sleep dose-response study". *J Sleep Res.* 12:1-12.
- Beshany RP (2009). "Analysis of navy flight scheduling methods using flyawake". Thèse, Naval postgraduate school, Monterey, California, USA, 61 pages.
- Billiard M, Dauvilliers Y (2009). "Les troubles du sommeil". Masson. p.18-34.
- Bourgeois-Bougrine S, Cabon P, Mollard R, Coblantz A, Speyer JJ (2003b). "Fatigue in aircrew from short-haul flights in civil aviation: the effects of work schedules", *Hum Fact Aerosp Safety.* 3(2): 177-87.
- Bourgeois-Bougrine S, Carbon P et al. (2003a). "Perceived fatigue for short- and long-haul flights: a survey of 739 airline pilots." *Aviat Space Environ Med* 74(10):1072-7.
- Cabon P, Bourgeois-Bougrine S, Mollard R, Coblantz A, Speyer JJ (2003) "Electronic pilot-activity monitor: a countermeasure against fatigue on long-haul flights". *Aviat Space Environ Med.* 74(6):679-82.
- Cabon P, Deharvengt S, Grau JY, Maille N, Berechet I, Mollard R (2012). "Research and guidelines for implementing Fatigue Risk Management Systems for the French regional airlines". *Accid Anal Prev.* S45:41-4.
- Caldwell JA, Gilreath SR (2002). "A survey of aircrew fatigue in a sample of U.S. Army aviation personnel." *Aviat Space Environ Med* 73(5): 472-80.
- Caldwell JA, Mallis MM et al. (2009). "Fatigue countermeasures in aviation". *Aviat Space Environ Med* 80(1): 29-59.

- CASA 2010. "Biomathematical fatigue modelling in civil aviation fatigue risk management. Application guidance". Civil Aviation Safety Authority (CASA), Australia, 15 mars 2010. http://www.casa.gov.au/wcmswr/assets/main/aoc/fatigue/fatigue_modelling.pdf. (dernier accès le 25/10/2013).
- Chennaoui M, Lagarde D (2013). « Le sommeil et la fatigue en condition extrême chez le militaire », in « Sport et Sommeil », Leger D et Duforez F. Collection Sport et Santé, ed. Chiron, Paris.
- Chennaoui M, Sauvet F et al. (2011). "Effect of one night of sleep loss on changes in tumor necrosis factor alpha (TNF- α) levels in healthy men". *Cytokine*. 56(2):318-24.
- Colquhoun L. (1976). "Psychological and psychophysiological aspects of work and fatigue". *Activitas nervosa Superior*, 18: 257-63.
- Coroenne M, Lely L et al. (2013a). « Hypovigilance chez les personnels de la patrouille maritime, enregistrements électrophysiologiques au cours de vols réels ». *Médecine aéronautique et spatiale*. 54:125-33.
- Coroenne M, Sauvet F et al. (2013b). « Etude des facteurs de risque individuels d'hypovigilance chez les personnels de la patrouille maritime ». *Médecine aéronautique et spatiale*. 53:129-37.
- Dinges DF (2004). "Critical research issues in development of biomathematical models of fatigue and performance". *Aviat Space Environ Med*. 75(S3):A181-91.
- Dussault C, Lely L, Langrume C, Sauvet F, Jouanin JC (2009.) "Heart Rate and sympathovagal balance after military flight in war zones". *Aviat Space Environ Med*. 80:796-802.
- EASA 2013. "EASA welcome new flight time limitations rules". European Aeronautical Safety Agency (EASA). 09/10/2013. Communiqué de presse, (dernier accès le 22/10/2013). <http://easa.europa.eu/communications/press-releases/EASA-press-release.php?id=124>
- ETSC 2013. "ETSC Position on Flight Time Limitations". European Transport Safety Council (ETSC), mai 2013. http://www.etsc.eu/documents/ETSC_position_FTL.pdf, (dernier accès le 22/10/2013).
- Gillberg M (1995). "Sleepiness and its relation to the length, content, and continuity of sleep". *J Sleep Res*. 4(S2): 37-40.
- Goode JH (2003). "Are pilots at risk of accidents due to fatigue?" *J Safety Research*. 34:309-313.
- Hursh SR, Raslear TG, Kaye AS, Fanzone JF (2006). "Validation and Calibration of a Fatigue Assessment Tool for Railroad Work Schedules". Technical report DOT/FRA/ORD-06/21, U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration.
- Hursh SR, Redmond DP et al. (2004). "Fatigue models for applied research in warfighting". *Aviat Space Environ Med*. 75(S3):A44-53.
- Jackson ML, Gunzelmann G et al. (2013). "Deconstructing and reconstructing cognitive performance in sleep deprivation". *Sleep Med Rev*. 17(3):215-25.
- Jewett ME, Bordely AA, Czeisler CA (1999). "Proceedings of the workshop models of circadian rhythmicity, sleep regulation, and neurobehavioral function in humans". *Journal of biological rhythms*. 14(6):429-624.
- Lagarde D, Batejat D (1994). "Evaluation of drowsiness during prolonged sleep deprivation". *Neurophysiol Clin*. 24(1):35-44.
- Lille F, Cheliout F, Burnod Y, Hazemann P (1979). "Effects of aging and occupational activity on active wakefulness". *Gerontology*, 25(6): 337-44.
- Neri D (2004). "Preface: fatigue and performance modeling workshop, June 13-14, 2002". *Aviation, space and environmental medicine*. 75(3):A1-3.
- Philip P, Sagaspe P et al. (2005). "Fatigue, sleep restriction and driving performance". *Accid Anal Prev*. 37(3):473-8.

- Powell D, Spencer M, Holland D & Petrie K (2008), "Fatigue in two-pilot operations: implications for flight and duty time limitations". *Aviat, Space Environ Med.* 79(11):1047-50.
- Powell DM, Spencer MB, Holland D, Broadbent E, Petrie KJ (2007). "Pilot fatigue in short-haul operations: effects of number of sectors, duty length, and time of day". *Aviat Space Environ Med.*78:698-701.
- Powell DMC, Spencer MB, Petrie KJ (2010). "Fatigue in airline pilots after an additional day's layover period". *Aviat Space Environ Med.* 81:1-5.
- Rangan S, Van Dongen HP (2013). "Quantify fatigue risk in model based fatigue risk management".*Aviat Space Environ Med.* 84(2):155-7.
- Sauvet F, Jouanin JC et al. (2009) "Heart rate variability in novice pilots during and after a multi-leg cross-country flight." *Aviat Space Env Med.* 80:862-9.
- Smart TL, Singh B (2006). Excessive daytime sleepiness in a trained military pilot. *Aviat Space Environ Med.* 77:753-7
- Spencer MB, Robertson KA (2007) "The application of an alertness model to ultra-longue range civil air operations". *Somnologie.* 11(3):159-66.
- Van Dongen HPA, Maislin G, Mullington JM, Dinges DF (2003). "The cumulative cost of additional wakefulness: Dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation". *Sleep.* 26:117-26.
- Van Dongen HPA, Mott CG et al. (2007) "Optimization of biomathematical model prediction for cognitive performance impairment in individuals: accounting for unknown traits and uncertain states in homeostatic and circadian process". *Sleep.* 30(9):1125-39.
- Wegmann, HM, Gundel A et al. (1986) "Sleep, sleepiness, and circadian rhythmicity in aircrews operating on transatlantic routes." *Aviat Space Environ Med.* 57: B53-64.
- Wright N, McGown A (2001) "Vigilance on the civil flight deck: incidence of sleepiness and sleep during long-haul flights and associated changes in physiological parameters." *Ergonomics.* 44(1):82-106.
- Wright N, Powell D et al. (2005) "Avoiding involuntary sleep during civil air operations: validation of a wrist-worn alertness device." *Aviat Space Environ Med.* 76(9): 847-56.
- Yen JR, Hsu CC et al. (2009) "Investigation of fatigue issues on different flight operations" *J transport Manag.* 5(5): 236-40.

VII. ANNEXE 1 : DEMANDE DU BEA (4/07/2013)

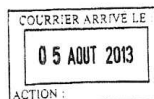


Ministère de l'Écologie
du Développement durable
et de l'Énergie

BEA

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

Le Bourget, le 4 juillet 2013



*SAUF
DEVIS
BR.*

de la part de
BEA

à l'attention de

**Monsieur le Médecin Général Inspecteur
Directeur de l'Institut de Recherche
Biomédicale des Armées (IRBA)
BP 73,
91223 Brétigny sur Orge**

Objet : Demande de devis sur une étude fatigue

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre de l'enquête de sécurité ouverte par le BEA à la suite de la sortie de piste de l'airbus A321 immatriculé SX-BHS survenue le 29 mars 2013 sur l'aéroport de Lyon, nous souhaiterions solliciter vos compétences afin de nous fournir une évaluation du niveau de fatigue de l'équipage.

Nous avons déjà pris contact avec Messieurs Chenennaoui et Sauvet de l'Unité de Vigilance. Ils nous ont présenté les travaux qu'ils seraient en mesure de nous fournir :

- évaluation du niveau de fatigue généré par une longue journée de travail,
- évaluation d'une éventuelle dette de sommeil (fatigue chronique) préexistante avant cette journée.

Ces travaux nous paraissent très intéressants et adaptés à ce que nous recherchons. Par conséquent, nous vous sollicitons afin d'obtenir un devis et des informations sur les délais nécessaires à la réalisation d'un travail formalisé et la rédaction d'un rapport que nous pourrions intégrer dans le rapport du BEA.

Veuillez, Monsieur le Directeur, agréer l'expression de mes sentiments distingués.

Aéroport du Bourget
Zone Sud - Bâtement 153
200 rue de Paris
93352 Le Bourget Cedex
France
Tél. +33 1 49 33 73 00
Fax +33 1 49 33 72 03
www.bea.aero

Rat

VIII. ANNEXE 2 : PROGRAMME D'ACTIVITE INDIVIDUELLE (OPL)

**«HERMES AIRLINES » - PROGRAMME D'ACTIVITE INDIVIDUELLE
Officier pilote de ligne OPL (First Officer)**

Edité le 13.05.13 _ 10:54:10 Date du/au.. 29.01.13 / 29.03.13 GMT

Temps total du 29.01.13 au 29.03.13 Vols en fonction : 45h45 , Vols en MEP : 23h45

! Date HrD_b HrFin ApD ApA Cie/N°Vol Avion Typ Aff Dur_e Fonct Activit_ / Commentaires ! GMT

! MAR 29JAN ! REPOS!
+-----+
! MER 30JAN ! REPOS!
+-----+
! JEU 31JAN ! REPOS!
+-----+
! VEN 01FEV ! REPOS!
+-----+
! SAM 02FEV ! REPOS!
+-----+
! DIM 03FEV ! REPOS!
+-----+
! LUN 04FEV ! REPOS!
+-----+
! MAR 05FEV ! REPOS!
+-----+
! MER 06FEV ! REPOS!
+-----+
! JEU 07FEV ! REPOS!
+-----+
! VEN 08FEV ! REPOS!
+-----+
! SAM 09FEV ! REPOS!
+-----+
! DIM 10FEV ! REPOS!
+-----+
! LUN 11FEV ! REPOS!
+-----+
! MAR 12FEV ! REPOS!
+-----+
! MER 13FEV ! REPOS!
+-----+
! JEU 14FEV ! REPOS!
+-----+
! VEN 15FEV ! REPOS!
+-----+
! SAM 16FEV ! REPOS!
+-----+
! DIM 17FEV REPOS!
+-----+
! LUN 18FEV ! REPOS!
+-----+
! MAR 19FEV ! REPOS!
+-----+
! MER 20FEV ! REPOS!
+-----+
! JEU 21FEV ! REPOS!
+-----+
! VEN 22FEV ! REPOS!
+-----+
! SAM 23FEV ! REPOS!
+-----+
DIM 24FEV ! REPOS!
+-----+
! LUN 25FEV! 6:20 8:30 VLC FCO IB 5716 2:10!
! LUN 25FEV! 10:00 12:00 FCO ATH A3 651 2:00!
! LUN 25FEV! 12:01 23:59 ATH ATH HOT!
+-----+
! MAR 26FEV! 0:00 6:59 ATH ATH HOT 6:59!
! MAR 26FEV! 7:00 15:00 ATH ATH BUR 8:00 BUREAU!
! MAR 26FEV! 16:01 23:59 ATH ATH HOT 7:58!
+-----+
! MER 27FEV! 0:00 6:59 ATH ATH HOT 6:59!

! MER 27FEV! 7:00 13:00 ATH ATH BUR 6:00 BUREAU!
! MER 27FEV! 14:15 17:45 ATH CDG A3 618 3:30!
! MER 27FEV! 17:46 23:59 CDG CDG HOT 6:13!
! MER 27FEV! 19:00 23:59 CDG CDG REPOS!
+-----+
! JEU 28FEV! 0:00 23:59 CDG CDG REPOS!
+-----+
! VEN 01MAR! 0:00 7:00 CDG CDG REPOS!
+-----+
! SAM 02MAR! 12:05 13:04 CDG CDG CNV 0:59 DEBUT DE CONVOCATION!
! SAM 02MAR! 13:40 16:35 CDG OUD BIE 9300 2:55 !
! SAM 02MAR! 17:40 20:25 OUD CDG BIE 9301 2:45 !
! SAM 02MAR! 20:26 20:40 CDG CDG DBF 0:14 DEBRIEF !
+-----+
! DIM 03MAR! 0:00 23:59 CDG CDG HOT 23:59!
+-----+
! LUN 04MAR! 0:00 21:09 CDG CDG HOT 21:09!
! LUN 04MAR! 21:10 23:10 CDG VLC AF 2330 2:00!
+-----+
! MAR 05MAR! REPOS!
+-----+
! MER 06MAR! REPOS!
+-----+
! JEU 07MAR! REPOS!
+-----+
! VEN 08MAR! REPOS!
+-----+
! SAM 09MAR! REPOS!
+-----+
! DIM 10MAR! REPOS!
+-----+
! LUN 11MAR! REPOS!
+-----+
! MAR 12MAR! REPOS!
+-----+
! MER 13MAR! REPOS!
+-----+
! JEU 14MAR! 12:00 14:10 VLC CDG AF 2531 2:10!
! JEU 14MAR! 14:11 23:59 CDG CDG HOT 9:48!
+-----+
! VEN 15MAR! 9:00 9:59 CDG CDG CNV 0:59 DEBUT DE CONVOCATION!
! VEN 15MAR! 10:00 13:10 CDG OUD BIE 4258 3:10!
! VEN 15MAR! 14:30 17:35 OUD CDG BIE 4259 3:05!
! VEN 15MAR! 17:36 17:50 CDG CDG DBF 0:14 DEBRIEF!
! VEN 15MAR! 17:51 23:59 CDG CDG HOT 6:08!
+-----+
! SAM 16MAR! 0:00 4:59 CDG CDG HOT 4:59!
! SAM 16MAR! 5:00 5:59 CDG CDG CNV0:59 DEBUT DE CONVOCATION!
! SAM 16MAR! 6:00 8:30 CDG ALG BIE 4322 2:30!
+-----+
! SAM 16MAR! 9:35 12:15 ALG CDG BIE 4323 2:40!
! SAM 16MAR! 12:16 12:30 CDG CDG DBF 0:14 DEBRIEF!
! SAM 16MAR! 15:00 16:20 CDG TLS AF 7786 1:20!
! SAM 16MAR! 16:21 23:59 TLS TLS HOT 7:38!
+-----+
! DIM 17MAR! 0:00 13:04 TLS TLS HOT 13:04!
! DIM 17MAR! 13:05 14:04 TLS TLS CNV 0:59 DEBUT DE CONVOCATION!
! DIM 17MAR! 14:05 15:10 TLS BOD BIE 4560 1:05!
! DIM 17MAR! 15:55 18:50 BOD RAK BIE 4560 2:55!
! DIM 17MAR! 18:51 19:05 RAK RAK DBF 0:14 DEBRIEF!
! DIM 17MAR! 19:06 23:59 RAK RAK HOT 4:53!
+-----+
! LUN 18MAR! 0:00 16:09 RAK RAK HOT 16:09!
! LUN 18MAR! 16:10 17:09 RAK RAK CNV 0:59 DEBUT DE CONVOCATION!
! LUN 18MAR! 18:25 21:05 RAK LYS BIE 933T 2:40!
! LUN 18MAR! 21:06 21:20 LYS LYS DBF 0:14 DEBRIEF!
! LUN 18MAR! 21:21 23:59 LYS LYS HOT 2:38!
+-----+
! MAR19MAR! 0:00 6:04 LYS LYS HOT 6:04!
! MAR 19MAR! 11:00 13:00 ZRH VLC LX 2142 2:00!
! MAR 19MAR! 20:00 23:59 VLC VLC 3:59! REPOS!
+-----+
! MER 20MAR! REPOS!
+-----+
! JEU 21MAR! REPOS!
+-----+
! VEN 22MAR! REPOS !
+-----+

! SAM 23MAR! 6:05 8:15 VLC CDG UX 1005 2:10!
! SAM 23MAR! 8:16 23:59 CDG CDG HOT 15:43!
! DIM 24MAR! 0:00 2:59 CDG CDG HOT 2:59!
! DIM 24MAR! 3:00 3:59 CDG CDG CNV 0:59 DEBUT DE CONVOCATION!
! DIM 24MAR! 4:00 8:50 CDG VDA BIE 4266 4:50!
! DIM 24MAR! 10:15 15:50 VDA CDG BIE 4267 5:35!
! DIM 24MAR! 15:51 16:05 CDG CDG DBF 0:14 DEBRIEF!
! DIM 24MAR! 16:06 23:59 CDG CDG HOT 7:53!
+-----+
! LUN 25MAR! 0:00 9:09 CDG CDG HOT 9:09!
! LUN 25MAR! 9:10 11:10 CDG VLC UX 1006 2:00!
+-----+
! MAR 26MAR! REPOS!
+-----+
! MER 27MAR! REPOS!
+-----+
! JEU 28MAR! 0:00 6:00 VLC VLC 6:00 REPOS!
! JEU 28MAR! 6:05 8:15 VLC CDG UX 1005 2:10!
! JEU 28MAR! 12:20 13:30 CDG LYS AF 7644 1:10!
! JEU 28MAR! 13:31 23:59 LYS LYS HOT 10:28!
+-----+
! VEN 29MAR! 0:00 5:29 LYS LYS HOT 5:29!
! VEN 29MAR! 5:30 6:29 LYS LYS CNV 0:59 DEBUT DE CONVOCATION!
! VEN 29MAR! 6:30 12:10 LYS DKR BIE 7816 5:40!
! VEN 29MAR! 13:30 16:20 DKR AGA BIE 7817 2:50!
! VEN 29MAR! 16:45 19:50 AGA LYS BIE 7817 3:05!
! VEN 29MAR! 19:51 20:05 LYS LYS DBF 0:14 DEBRIEF!
! VEN 29MAR! 20:06 23:59 LYS LYS HOT 3:53! **Programmée**
+-----+
! SAM 30MAR! 0:00 23:59 LYS LYS HOT 23:59!
+-----+
! DIM 31MAR! 0:00 8:49 LYS LYS HOT 8:49!
! DIM 31MAR! 8:50 10:00 LYS CDG AF 07641 1:10!
+-----+
! DIM 31MAR! 11:25 14:40 CDG ATH AF 01832 3:15!
! DIM 31MAR! 14:41 23:59 ATH ATH HOT 9:18!
+-----+
! LUN 01AVR! 0:00 23:59 ATH ATH HOT 23:59!
+-----+
! MAR 02AVR! 0:00 3:29 ATH ATH HOT 3:29!
! MAR 02AVR! 3:30 6:20 ATH ZRH LX 1843 2:50!
! MAR 02AVR! 10:00 12:00 ZRH VLC LX 2142 2:00!

IX. ANNEXE 3 : PROGRAMME D'ACTIVITE INDIVIDUELLE (CDB)**« HERMES AIRLINES » - PROGRAMME D'ACTIVITE INDIVIDUELLE
Commandant de bord (captain)****Edit_ le 13.05.13 _ 12:24:07 Date du/au. 29.01.13 / 29.03.13 GMT****Temps total du 29.01.13 au 29.03.13, Vols en fonction : 100h25, Vols en MEP :75h35**

```

+-----+
! Date HrD_b HrFin ApD ApA Cie/N°Vol Avion Typ Aff Dur_e Fonct Activit/Commentaires!
+-----+
! MAR 29JAN! REPOS!
+-----+
! MER 30JAN! REPOS!
+-----+
! JEU 31JAN! REPOS!
+-----+
! VEN 01FEV! 7:05 10:35 ATH CDG A3 610. 3:30!
! VEN 01FEV! 15:00 16:10 CDG LYS AF 7646 1:10!
! VEN 01FEV! 16:11 23:59 LYS LYS HOT 7:48!
+-----+
! SAM 02FEV! 0:00 6:59 LYS LYS HOT 6:59!
! SAM 02FEV! 7:00 7:59 LYS LYS CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION!
! SAM 02FEV! 8:15 10:05 LYS FCO BIE 9860 1:50!
! SAM 02FEV! 11:10 13:10 FCO TLS BIE 997F 2:00!
! SAM 02FEV! 13:55 15:40 TLS FCO BIE 9972 1:45!
! SAM 02FEV! 16:40 18:50 FCO CDG BIE 986F 2:10!
! SAM 02FEV! 18:51 19:05 CDG CDG DBF 0:14! DEBRIEF!
! SAM 02FEV! 19:06 23:59 CDG CDG HOT 4:53!
+-----+
! DIM 03FEV! 0:00 14:49 CDG CDG HOT 14:49!
! DIM 03FEV! 14:50 15:49 CDG CDG CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION !
! DIM 03FEV! 15:50 18:40 CDG DJE BIE 4312 2:50!
! DIM 03FEV! 19:50 23:05 DJE CDG BIE 4313 3:15!
! DIM 03FEV! 23:06 23:20 CDG CDG DBF 0:14! DEBRIEF!
! DIM 03FEV! 23:21 23:59 CDG CDG HOT 0:38!
+-----+
! LUN 04FEV! REPOS!
+-----+
! MAR 05FEV! 0:00 11:44 CDG CDG HOT 11:44!
! MAR 05FEV! 11:45 15:05 CDG ATH A3 611 3:20!
+-----+
! MER 06FEV! REPOS!
+-----+
! JEU 07FEV! 6:05 7:30 ATH SOF A3 7307 1:25!
! JEU 07FEV! 7:31 23:59 SOF SOF HOT 16:28!
+-----+
! VEN 08FEV! 0:00 8:29 SOF SOF HOT 8:29!
! VEN 08FEV! 8:30 9:40 SOF ATH KM 781 1:10!
+-----+
! SAM 09FEV! 9:00 12:00 ATH ATH BUR 3:00! BUREAU! +-----+
! DIM 10FEV! 9:00 12:00 ATH ATH BUR 3:00! BUREAU !
+-----+
! LUN 11FEV! 9:00 12:00 ATH ATH BUR 3:00! BUREAU!
! LUN 11FEV! 20:00 23:59 ATH ATH REPOS!
+-----+
! MAR 12FEV! REPOS!
+-----+
! MER 13FEV! REPOS!
! MER 13FEV! 9:00 12:00 ATH ATH BUR 3:00! BUREAU!
+-----+
! JEU 14FEV! 7:05 10:35 ATH CDG A3 610. 3:30!
! JEU 14FEV! 10:36 23:59 CDG CDG HOT 13:23!
+-----+
! VEN 15FEV! 0:00 8:39 CDG CDG HOT 8:39!
! VEN 15FEV! 8:40 11:20 CDG OUD BIE 4258 2:40!
! VEN 15FEV! 12:45 15:45 OUD CDG BIE 4259 3:00!
! VEN 15FEV! 18:35 21:50 CDG ATH A3 619 3:15!
+-----+
! SAM 16FEV! REPOS!

```

+-----+
! DIM 17FEV! 14:40 18:10 ATH BRU SN 6524 3:30!
! DIM 17FEV! 19:25 21:05 BRU GOT SN 2319 1:40!
+-----+
DIM 17FEV! 21:06 23:59 GOT GOT HOT 2:53!
+-----+
! LUN 18FEV! 0:00 11:39 GOT GOT HOT 11:39!
! LUN 18FEV! 11:40 12:25 GOT CPH AF 437 0:45!
! LUN 18FEV! 15:30 17:30 CPH MAN HRM 2014 2:00!
! LUN 18FEV! 17:31 17:45 MAN MAN DBF 0:14! DEBRIEF!
! LUN 18FEV! 17:56 23:59 MAN MAN HOT 6:03!
+-----+
! MAR 19FEV! 0:00 23:59 MAN MAN HOT 23:59!
+-----+
! MER 20FEV! 0:00 14:29 MAN MAN HOT 14:29!
! MER 20FEV! 14:30 15:29 MAN MAN CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION!
! MER 20FEV! 16:25 19:10 MAN ARN HRM 2015 2:45!
! MER 20FEV! 19:11 19:25 ARN ARN DBF 0:14! DEBRIEF!
! MER 20FEV! 19:26 23:59 ARN ARN HOT 4:33!
+-----+
! JEU 21FEV! 0:00 7:29 ARN ARN HOT 7:29!
! JEU 21FEV! 7:30 8:29 ARN ARN CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION!
! JEU 21FEV! 8:40 11:05 ARN MAN HRM 2016 2:25!
! JEU 21FEV! 11:06 16:19 MAN MAN HOT 5:13!
! JEU 21FEV! 16:20 18:30 MAN GOT HRM 2013 2:10!
! JEU 21FEV! 18:31 18:45 GOT GOT DBF 0:14 DEBRIEF !
! JEU 21FEV! 18:46 23:59 GOT GOT HOT 5:13!
+-----+
! VEN 22FEV! 14:50 17:00 GOT CDG AF 3223 2:10!
! VEN 22FEV! 19:50 20:55 CDG NTE AF 7728 1:05!
! VEN 22FEV! 20:56 23:59 NTE NTE HOT 3:03!
+-----+
! SAM 23FEV! 0:00 15:29 NTE NTE HOT 15:29!
! SAM 23FEV! 15:30 16:19 NTE NTE CNV 0:49! DEBUT DE CONVOCATION !
! SAM 23FEV! 16:25 17:20 NTE BES BIE 5116 0:55!
! SAM 23FEV! 17:55 21:30 BES TFS BIE 5116 3:35!
! SAM 23FEV! 23:20 3:30 TFS LYS BIE 1985 4:10!
+-----+
! DIM 24FEV! 3:31 3:45 LYS LYS DBF 0:14! DEBRIEF!
! DIM 24FEV! 3:46 15:04 LYS LYS HOT 11:18!
! DIM 24FEV! 15:05 16:15 LYS CDG AF 7645 1:10!
! DIM 24FEV! 18:35 21:50 CDG ATH A3 619 3:15!
+-----+
! LUN 25FEV! REPOS!
+-----+
! MAR 26FEV! 9:00 12:00 ATH ATH BUR 3:00! BUREAU!
+-----+
! MER 27FEV! REPOS!
+-----+
! JEU 28FEV! REPOS!
+-----+
! VEN 01MAR! 0:00 7:00 ATH ATH REPOS!
! VEN 01MAR! 7:05 10:35 ATH CDG A3 0610 3:30!
+-----+
+VEN 01MAR! 12:20 13:30 CDG LYS AF 7644 1:10!
! VEN 01MAR! 13:31 23:59 LYS LYS HOT 10:28!
+-----+
! SAM 02MAR! 0:00 5:54 LYS LYS HOT 5:54!
! SAM 02MAR! 5:55 6:54 LYS LYS CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION !
! SAM 02MAR! 7:25 11:35 LYS TFS BIE 1984 4:10!
! SAM 02MAR! 12:25 15:50 TFS NTE BIE 5117 3:25!
! SAM 02MAR! 15:51 16:05 NTE NTE DBF 0:14! DEBRIEF !
! SAM 02MAR! 17:55 19:00 NTE CDG AF 7731 1:05!
! SAM 02MAR! 19:01 23:59 CDG CDG HOT 4:58!
+-----+
! DIM 03MAR! 0:00 7:59 CDG CDG HOT 7:59!
! DIM 03MAR! 8:00 8:59 CDG CDG CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION !
! DIM 03MAR! 9:25 14:10 CDG VDA BIE 4266 4:45!
! DIM 03MAR! 15:30 16:30 VDA TLV BIE 4266 1:00!
! DIM 03MAR! 17:30 22:45 TLV CDG BIE 4266 5:15!
! DIM 03MAR! 22:46 23:00 CDG CDG DBF 0:14! DEBRIEF !
! DIM 03MAR! 23:01 23:59 CDG CDG HOT 0:58!
+-----+
! LUN 04MAR! 0:00 11:44 CDG CDG HOT 11:44!
! LUN 04MAR! 11:45 15:05 CDG ATH A3 0611. 3:20!
! LUN 04MAR! 20:00 23:59 ATH ATH 3:59 REPOS!
+-----+
! MAR 05MAR! REPOS!

```

+-----+
! MER 06MAR! REPOS!
+-----+
! JEU 07MAR! REPOS!
+-----+
!VEN 08MAR! 0:00 7:04 ATH ATH 7:04 REPOS!
! VEN 08MAR! 7:05 10:35 ATH CDG A3 610 3:30!
! VEN 08MAR! 12:20 13:30 CDG LYS AF 7644 1:10!
! VEN 08MAR! 13:31 23:59 LYS LYS HOT 10:28!
+-----+
! SAM 09MAR! 0:00 5:54 LYS LYS HOT 5:54!
! SAM 09MAR! 5:55 6:54 LYS LYS CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION !
! SAM 09MAR! 7:20 12:05 LYS TFS BIE 1984 4:45!
! SAM 09MAR! 13:10 16:30 TFS NTE BIE 5117 3:20!
! SAM 09MAR! 16:31 16:45 NTE NTE DBF 0:14! DEBRIEF !
! SAM 09MAR! 16:46 23:59 NTE NTE HOT 7:13!
+-----+
! DIM 10MAR! 0:00 10:24 NTE NTE HOT 10:24!
! DIM 10MAR! 10:25 11:30 NTE CDG AF 7725 1:05!
! DIM 10MAR! 11:31 15:34 CDG CDG HOT 4:03!
! DIM 10MAR! 15:35 16:34 CDG CDG CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION !
! DIM 10MAR! 17:50 20:55 CDG DJE BIE 2932 3:05!
! DIM 10MAR! 21:40 0:40 DJE CDG BIE 2933 3:00!
+-----+
! LUN 11MAR! 0:41 0:55 CDG CDG DBF 0:14! DEBRIEF !
! LUN 11MAR! 0:56 11:44 CDG CDG HOT 10:48!
! LUN 11MAR! 11:45 15:05 CDG ATH A3 611 3:20!
! LUN 11MAR! 20:00 23:59 ATH ATH 3:59! REPOS!
+-----+
! MAR 12MAR! REPOS!
+-----+
! MER 13MAR! REPOS!
+-----+
! JEU 14MAR! REPOS!
+-----+
!VEN 15MAR! 7:05 10:35 ATH CDG A3 610 3:30!
! VEN 15MAR! 10:36 23:59 CDG CDG HOT 13:23!
+-----+
! SAM 16MAR! 0:00 17:54 CDG CDG HOT 17:54!
! SAM 16MAR! 17:55 18:54 CDG CDG CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION !
! SAM 16MAR! 18:55 23:50 CDG TFS BIE 4644 4:55!
+-----+
! DIM 17MAR! 0:45 4:50 TFS CDG BIE 4645 4:05!
! DIM 17MAR! 4:51 5:05 CDG CDG DBF 0:14! DEBRIEF !
! DIM 17MAR! 5:06 16:54 CDG CDG HOT 11:48!
! DIM 17MAR! 16:55 19:00 CDG FRA LH *1043 2:05!
! DIM 17MAR! 19:40 21:35 FRA ARN LH *808 1:55!
! DIM 17MAR! 21:36 23:59 ARN ARN HOT 2:23!
+-----+
! LUN 18MAR! 0:00 18:49 ARN ARN HOT 18:49!
! LUN 18MAR! 18:50 19:49 ARN ARN CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION!
! LUN 18MAR! 19:50 0:10 ARN ISU HRM 2017 4:20!
+-----+
! MAR 19MAR! 1:30 6:55 ISU ARN HRM 2018 5:25!
! MAR 19MAR! 6:56 7:10 ARN ARN DBF 0:14! DEBRIEF!
! MAR 19MAR! 7:11 23:59 ARN ARN HOT 16:48!
+-----+
! MER 20MAR! 0:00 10:29 ARN ARN HOT 10:29!
! MER 20MAR! 10:30 11:29 ARN ARN CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION!
! MER 20MAR! 11:30 12:35 ARN GOT HRM 2009 1:05!
+-----+
! MER 20MAR! 14:00 18:25 GOT EBL HRM 2009 4:25!
! MER 20MAR! 20:15 1:55 EBL CDG HRM 950F 5:40!
+-----+
! JEU 21MAR! 1:56 11:59 CDG CDG HOT 10:03!
! JEU 21MAR! 12:00 15:00 CDG ATH A3 611 3:00!
! JEU 21MAR! 18:00 23:59 ATH ATH 5:59! REPOS!
+-----+
! VEN 22MAR! REPOS!
+-----+
! SAM 23MAR! REPOS!
+-----+
! DIM 24MAR! REPOS!
+-----+
! LUN 25MAR! REPOS !
+-----+
! MAR 26MAR! REPOS!

```


+-----+
! MER 27MAR ! REPOS!
+-----+
! JEU 28MAR! 0:00 6:00 ATH ATH 6:00! REPOS!
! JEU 28MAR! 7:05 10:35 ATH CDG A3 610 3:30!
! JEU 28MAR! 12:20 13:30 CDG LYS AF 7644 1:10!
! JEU 28MAR! 13:31 23:59 LYS LYS HOT 10:28!
+-----+
! VEN 29MAR! 0:00 5:29 LYS LYS HOT 5:29!
! VEN 29MAR! 5:30 6:29 LYS LYS CNV 0:59! DEBUT DE CONVOCATION !
! VEN 29MAR! 6:30 12:10 LYS DKR BIE 7816 5:40!
! VEN 29MAR! 13:30 16:20 DKR AGA BIE 7817 2:50!
! VEN 29MAR! 16:45 19:50 AGA LYS BIE 7817 3:05!
! VEN 29MAR! 19:51 20:05 LYS LYS DBF 0:14 DEBRIEF!
! VEN 29MAR! 20:06 23:59 LYS LYS HOT 3:53!
+-----+
! SAM 30MAR! LYS LYS HOT 23:59!
+-----+
! DIM 31MAR! 0:00 8:49 LYS LYS HOT 8:49!
! DIM 31MAR! 8:50 10:00 LYS CDG AF 7641 1:10!
! DIM 31MAR! 11:25 14:40 CDG ATH AF 1832 3:15!
+-----+

annexe 7
Manuels d'exploitations Hermes Airlines

1 - Manuel d'exploitation (revision 0 et révision 1) en vigueur à la date de l'accident

1.1 Extraits des Parties A et D relatives aux pré-requis des PNT exigés


	Operations Manual Part A QUALIFICATION REQUIREMENTS	Page: 11 Chapter: 5 Re-Issue: 02 Revision: 0 Date: 23/08/2012
---	--	---

5.2.1 General

The minimum requirements for employment and promotion are specified by the company in accordance with HCAA, EU-OPS and ICAO regulations. All training and checking programs are specified in the OM Part A and/or O.M. Part D and are approved by the Authority.

To operate company airplanes flight crew must possess the following:

- Valid JAR-FCL pilot license (ATPL or CPL with Frozen ATPL credit theory).
- To be type rated. Previous military experience in transport aircraft meets this requirement.
- Valid Class I medical certificate.
- Multi engine rating.
- Instrument rating.
- Emergency and safety equipment training.
- Crew Resource Management training.
- Security training.
- Dangerous Goods training.
- Route and aerodrome competence according to chapter 5.
- Recency of experience according to chapter 5.
- Valid recurrent OPC / LPC and Line checks.
- The requirements of sections 5.2.1 and 5.2.2.2

Page: 12 Chapter: 5 Re-Issue: 02 Revision: 0 Date: 23/08/2012	Operations Manual Part A QUALIFICATION REQUIREMENTS	
---	--	--

5.2.2 Commander

5.2.2.1 Nomination as Commander

OPS 1.950

A flight crew member before can be appointed as Commander he/she must meet the requirements under 5.1.1.

5.2.2.2 Minimum Qualification Requirements

OPS 1.1240

The minimum qualification requirements for a flight crew member to act as commander of a commercial air transport flight are:

- The requirements of section 5.1.1.
- Minimum: 3.500 hours in public transport flight operations (certified).
- Successful completion of the command course as specified in the OM Part D
- Line Training in command under supervision (for minimum requirements refer to OM- D).
- Nomination as Commander.

NOTE

The above minimum experience requirements may differ, according to company needs.

	Operations Manual Part A QUALIFICATION REQUIREMENTS	Page: 13 Chapter: 5 Re-Issue: 02 Revision: 0 Date: 23/08/2012
---	--	---

5.2.4 Co-pilot

A co-pilot is a flight crew member acting in accordance with Chapter 1. The co-pilot occupies the right-hand pilot seat.

Minimum requirements for the position of a new entry co-pilot are:

- JAR - FCL CPL (A) / IR / ME with JAR - FCL ATPL (A) Theory Credit.
- Valid Class I Medical.

Minimum flight experience and or additional requirements are defined by Flight Operations.



1.2.4 Minimum Qualification / Experience Levels (flight and cabin crew members)

1.2.4.1 Commander – type rated and non-type rated- Direct Entry

	With Type Rating	Without Type Rating
Commander	Minimum 1500 hrs total flying time of which 500 hrs PIC on Type <ul style="list-style-type: none"> • JAR-FCL A.T.P.L and • First class medical certificate Or equivalent acceptable to the HCAA	Minimum 2500 hrs total flying time, of which 500 hrs PIC on similar types in commercial air transport <ul style="list-style-type: none"> • JAR-FCL A.T.P.L • First class medical certificate Or equivalent acceptable to the HCAA

Note: Type rated commanders with less than 500 hours on the type will be considered after careful review of their previous experience

1.2.4.2 Co-pilot — type rated and non-type rated- Direct Entry

	With Type Rating	Without Type Rating
Co-pilot	Minimum 1500 hrs total flying time of which 500 hrs on Type <ul style="list-style-type: none"> • JAR-FCL C.P.L(A) with A.T.P.L credit theory/ A.T.P.L(A) • Frozen ATPL • First class medical certificate Or Equivalent acceptable to the HCAA	Minimum 200 hrs total flying time of which 30 hrs on multi-engine aircraft. <ul style="list-style-type: none"> • JAR-FCL C.P.L / A.T.P.L • Frozen ATPL • First class medical certificate Or Equivalent acceptable to the HCAA

Note: Type rated Co-pilot with less than 500 hours on the type will be considered after careful review of their previous experience



2.1.3 Command Training

When a command vacancy exists consideration will always be given to the promotion of a company Co-pilot to fill the position. The role of Commander is a complex one involving a great deal more than the ability to fly the aeroplane on normal Line operations. The selection of candidates for Command Training will remain the responsibility of the flight operation manager; Training Manager and chief pilot the final decision on promotion rests with the flight operation manager. The following guidelines may assist the Chief Pilot selection process.

2.1.3.1 Qualification


For upgrading to Commander a minimum of 3000 hours(Jet) total flying time including 500 hours on type is required. A Co-pilot with less experience than this who is considered to be of "above-average" ability may be selected for Command Training at the discretion of the flight operation manager training manager and Chief Pilot.

For commanders with no previous experience on the type minimum requirement is 5000 hours total flying time including 500 hours command time on aeroplanes of MTOM more than 40 tons.

1.2 Extraits des Parties B relatives aux procédures normales lors d'une approche de précision

Pour les approches et l'atterrissage, le chapitre 2 – Operations Manual Part B A320-F-Normal Procedures demande de se référer au FCOM Vol 3.03.16 et à l'AFM Ch. Normal Procedures.

1.2.1 FCOM Hermes Airlines – Standard Operating Procedures – Precision Approach (applicable to MSN 642)

 <p>A318/A319/A320/A321 FLIGHT CREW OPERATING MANUAL</p>	<p style="text-align: center;">PROCEDURES NORMAL PROCEDURES</p> <p style="text-align: center;">STANDARD OPERATING PROCEDURES - PRECISION APPROACH</p>
<p>INTERMEDIATE/FINAL APPROACH</p>	

Applicable to: ALL

The objective is to be stabilized on the final descent path at VAPP in the landing configuration, at 1 000 ft above airfield elevation (in instrument conditions, or at 500 ft above airfield elevation in visual conditions, after continuous deceleration on the glide slope).

To be stabilized, all of the following conditions must be achieved prior to, or upon reaching this stabilization height:

- The aircraft is on the correct lateral and vertical flight path
- The aircraft is in the desired landing configuration
- The thrust is stabilized, usually above idle, to maintain the target approach speed along the desired glide path
- No excessive flight parameter deviation.

If the aircraft is not stabilized on the approach path in landing configuration, at 1 000 ft above airfield elevation in instrument conditions, or at 500 ft above airfield elevation in visual conditions, or as restricted by Operator policy/regulations, the flight crew must initiate a go-around, unless they think that only small corrections are necessary to rectify minor deviations from stabilized conditions due, amongst others, to external perturbations.

Applicable to: ALL

APPR pb on FCU..... PRESS

- Press the APPR pb, only when ATC clears the aircraft for the approach. This arms the LOC and G/S modes
- LOC and/or G/S capture modes will engage no sooner than 3 s after being armed.

BOTH APs..... ENGAGE

When APPR mode is selected, AP1 pb and AP2 pb should be engaged.

AT GREEN DOT SPEED

FLAPS 1.....ORDER


FLAPS 1.....SELECT


- At high weights, if the green dot speed is close to VFE NEXT, the crew may select a lower speed
- FLAPS 1 should be selected more than 3 nm before the FAF (Final Approach Fix).

Note: The ECAM automatically displays the STATUS page, if it is applicable, and if the flight crew has not already selected a system page manually.

- Check deceleration toward "S" speed
- The aircraft must reach, or be established on, the glideslope with FLAPS 1 and S speed at, or above, 2 000 ft AGL.
- If the aircraft speed is significantly higher than S on the glideslope, or if the aircraft does not decelerate on the glideslope, extend the landing gear to slow it down. It is also possible to use speed brakes. However, the flight crew should be aware that the use of speed brakes causes an increase in VLS.

TCAS Mode selector.....TA or TA/RA

-  The flight crew should use the TA/RA mode as the default mode of the TCAS. The flight crew may use the TA ONLY mode in specific airports, and for specific procedures (identified by Operators) that may provide resolution advisories that are neither wanted nor appropriate (e.g. closely-spaced parallel or converging runways).

 FMA.....CHECK and ANNOUNCE

LOC CAPTURE.....MONITOR

The flight crew must always monitor the capture of LOC beam. During the capture phase, the associated deviation indications on the PFD and ND must indicate movement towards the center of the scale.

G/S CAPTURE.....MONITOR

● **If above the glideslope:**

FCU ALTITUDE.....SET ABOVE A/C ALTITUDE

V/S mode.....SELECT

- Note:**
1. When reaching VFE, the AP maintains VFE and reduces the V/S without MODE REVERSION.
 2. If the aircraft intercepts the ILS above the radio altimeter validity range (no radio altitude indication available on the PFD), CAT 1 is displayed on the FMA. Check that the FMA displays the correct capability for the intended approach, when the aircraft is below 5 000 ft.

GO-AROUND ALT.....SET

Set the go around altitude on the FCU.

AT 2 000 FT AGL (MINIMUM)

FLAPS 2.....ORDER
FLAPS 2.....SELECT

- Check deceleration towards *F* speed
- If the aircraft intercepts the ILS glideslope below 2 000 ft AGL, select FLAPS 2 at one dot below the glideslope
- If the aircraft speed is significantly higher than *S* on the glide slope, extend the landing gear in order to slow down the aircraft. The use of speed brakes is not recommended
- When the speed brakes are deployed, extending the flaps beyond FLAPS 1 may induce a slight roll movement, and in calm conditions a small lateral control asymmetry may remain until disturbed by a control input or by an atmospheric disturbance.

Applicable to: ALL

WHEN FLAPS ARE AT 2

LDG GEAR DOWN.....ORDER
L/G lever.....SELECT DOWN
AUTO BRK.....CONFIRM

If the runway conditions have changed from the approach briefing, consider another braking mode.

GROUND SPOILERS.....ARM
EXTERIOR LIGHTS.....SET

Set:

- The NOSE selector to TAXI
- The RWY TURN OFF sw to ON

WHEN LANDING GEAR IS DOWN

FLAPS 3.....ORDER
FLAPS 3.....SELECT

- Select FLAPS 3 below *VFE* next.
- Retract the speed brakes before selecting FLAPS 3 to avoid an unexpected pitch down, when the speed brakes retract automatically.

WHEEL SD pageCHECK

- WHEEL SD page appears below 800 ft, or at landing gear extension.
- Check for three green indications on the landing gear indicator panel. At least one green triangle on each landing gear strut on the WHEEL SD page is sufficient to indicate that the landing gear is downlocked. Rely also on the "LDG GEAR DN" green LDG MEMO message to confirm that the landing gear is downlocked.

- If residual pressure is indicated on the triple indicator:

RESIDUAL BRAKING PROC.....APPLY

FLAPS FULL.....ORDER
FLAPS FULL.....SELECT

*Select FLAPS FULL below *VFE* next. Check deceleration towards *VAPP*.*

A/THR.....CHECK IN SPEED MODE OR OFF
WING ANTI-ICE.....OFF

Only switch the WING ANTI ICE to ON, in severe icing conditions.

SLIDING TABLE <⌘STOW
LDG MEMO.....CHECK NO BLUE LINE
CABIN REPORT.....OBTAIN
CABIN CREW.....ADVISE
LANDING CHECK LIST.....COMPLETE
FLIGHT PARAMETERS.....CHECK

The PF announces any FMA modification.

The PNF calls out, if:

- The speed becomes less than the speed target -5 kt , or greater than the speed target +10 kt
- The pitch attitude becomes less than -2.5 °, or greater than plus 7.5 ° nose up
- The bank angle becomes greater than 7 °
- The descent rate becomes greater than 1 000 ft/min
- Excessive LOC or GLIDE deviation occurs.
1/4 dot LOC; 1 dot GS

Following PNF flight parameter exceedance callout, the suitable PF response will be:

- Acknowledge the PNF callout, for proper crew coordination purposes
- Take immediate corrective action to control the exceeded parameter back into the defined stabilized conditions
- Assess whether stabilized conditions will be recovered early enough prior to landing, otherwise initiate a go-around.

Applicable to: ALL

AT MINIMUM + 100 FT :

ONE HUNDRED ABOVE.....MONITOR OR ANNOUNCE


Applicable to: ALL

AT MINIMUM :

MINIMUM.....MONITOR OR ANNOUNCE
CONTINUE OR GO AROUND.....ANNOUNCE

Do not duck under the glideslope. Maintain a stabilized flight path down to the flare. At 50 ft, one dot below the glideslope is 7 ft below the glideslope.

1.2.2 Manuel d'Exploitation Partie B - Chapitre 13 - Company Policy

	Operations Manual Part B A-320F Company Policy	Page: 39 Chapter: 13 Issue: 01 Revision: 0 Date: 14/10/2011
---	--	---

13.2.25 Approach

13.2.25.1 General

Aircraft approach category is C. However, if it is necessary to maneuver at speeds in excess of category C speed range, the minimums for category D should be used.


- Use stabilized approach technique for non precision approaches as described below.
- The aircraft intercepts the final descent path in landing configuration, and at VAPP. For this purpose, the flight crew should insert VAPP as a speed constraint at the FAF.
- Decelerated approach is preferred when executing ILS approach (Wx and ATC permitting). It allows a smooth approach and potential fuel savings compared to the stabilized approach.
- FLAPS 2 at one dot below the glideslope.
- The PF maintains a selected speed of 160KT, at latest 5 nm from touchdown.
- At 5 nm, push managed speed, and Gear Down, set NOSE switch to TAXI and set RWY TURN OFF switch to ON.
- When the gear is down and below VFE Next - select Flap 3.
- When Flaps are at 3 and below VFE Next - select Flap Full.

Progressively and the latest at 1.000ft above runway elevation, in IMC conditions, the aircraft should be stabilized on the final descent path in the landing configuration with thrust above idle or at 500ft in VMC.

According to calculations by Airbus, the increase in fuel consumption when a stabilized approach is performed, in comparison to a decelerated approach for the A320 is +45Kgrs/min. It is obvious that the stabilized approach needs more fuel as flaps and landing gear are extended earlier and thus increase drag.

2. Manuel d'exploitations (revision 2) en vigueur après l'accident

2.1 Extraits des Parties A et D relatives aux pré requis des PNT exigés

Page: 8 Chapter: 5 Re-Issue: 02 Revision. 0 1 Date: 09/08/2013	Operations Manual Part A QUALIFICATION REQUIREMENTS	
--	--	--

5.1.2 Flight Crew

5.1.2.1 Requirements for employment

The minimum requirements for Flight Crewmember employment are:

- a valid Commercial Pilot Licence (CPL);
- Instrument Rating (IR) privileges;
- theoretical Airline Transport Pilot Licence (ATPL);
- Multi Crew Cooperation (MCC) course;
- English language ICAO Proficiency Level 4 (Operational);
- High School diploma (or equivalent);
- a valid and current Class1 medical certificate;

5.1.2.2 Co-pilot

Before acting as a member of the required Flight Crew on any flight operated by the Company, a Flight Crewmember must:

- meet employment requirement criteria as per 5.1.2.1;
- have successfully completed, within the prescribed period of validity and in accordance with OM Part D:
 - initial Crew Resources Management (CRM) training;
 - the HERMES AIRLINES Conversion Course ;
 - Recurrent Training and Checking ;
- meet the Recency requirements as outlined in 5.2.6.
- receive relevant Route/Aerodrome familiarization as per 5.4.1.4.

A Co-Pilot may act as "Pilot-in-Command Under Supervision of the Commander" (PICUS) for the purpose of upgrading the CPL to the ATPL (the total flight time shall be credited). Co-pilots also act as PICUS during Command Training.

5.1.2.2.1 Commander

Before being designated and undertake the duties of Commander on a Company flight, a Flight Crewmember must:

- meet the requirements of 5.1.2.2;
- hold a valid ATPL with the appropriate type rating;
- have minimum 5000h in public transport flight operations (certified), or 3000h flown for the company with the same type in which he will be qualified as a commander.
- have successfully completed the Command Course as per OM Part D;
- hold relevant Route/Airport competence qualifications and any additional qualification for the required operations.

Flight CMs with more than 5 years' experience operating as Commander are nominated Senior Captains; such nomination must be certified by an official letter received from the Company.

Note: The maximum age limit to act as a crewmember is 65. In cases where the PIC is over 60 years of age, the other crewmember's age limit is 60 years old.

Page: 10
Chapter: 1
Re-Issue
Date:10/12/2012

Operations Manual Part D
General



1.4.1 Minimum Qualification / Experience Levels of Flight Crew

1.4.1.1 Commander – type rated and non-type rated- Direct Entry

Refer to OM Part A 5.1.2.2.1

1.4.1.2 Co-pilot — type rated and non-type rated- Direct Entry

Minimum 200 hrs. total flying time of which 30 hrs. on multi-engine aircraft.

- JAR-FCL C.P.L / A.T.P.L
- Frozen ATPL
- First class medical certificate or Equivalent acceptable to HCAA

1.4.1.3 Upgrade to Commander EU OPS 1.955

Refer to OM Part A 5.2.1



2.1.4 Command Training

When a command vacancy exists consideration will always be given to the promotion of a company Co-pilot to fill the position. The role of Commander is a complex one involving a great deal more than the ability to fly the aeroplane on normal Line operations. The selection of candidates for Command Training will remain the responsibility of the Flight Operation Manager; Training Manager and Chief Pilot. The final decision on promotion rests with the Flight Operation Manager. The following guidelines may assist the Chief Pilot selection process.

2.1.4.1 Qualification

Refer to OM Part A 5.2.1

2.2 Extraits des Parties B relatives aux procédures normales lors d'une approche de précision

Seul le manuel d'exploitation Partie B - Capitre 13 - Company Policy est modifié.

13.2.25 Approach

13.2.25.1 General

Aircraft approach category is C. However, if it is necessary to maneuver at speeds in excess of category C speed range, the minimums for category D should be used.

- Use stabilized approach technique for non-precision approaches as described below.
- The aircraft intercepts the final descent path in landing configuration, and at VAPP. For this purpose, the flight crew should insert VAPP as a speed constraint at the FAF.
- Decelerated approach is preferred when executing ILS approach (Wx and ATC permitting). It allows a smooth approach and potential fuel savings compared to the stabilized approach.
- At GREEN DOT select FLAPS 1. Flaps 1 must be selected more than 3 miles before the FAF.
- FLAPS 2 at 2000ft AGL. Check deceleration towards F speed.
- When Flaps are 2 select Gear Down, set NOSE switch to TAXI and set RWY TURN OFF switch to ON.
- When the gear is down and below VFE Next - select Flap 3.
- When Flaps are at 3 and below VFE Next - select Flap Full.

Progressively and the latest at 1.000ft above runway elevation, in IMC and VMC conditions, the aircraft should be stabilized on the final descent path in the landing configuration with thrust above idle .

According to calculations by Airbus, the increase in fuel consumption when a stabilized approach is performed, in comparison to a decelerated approach for the A320 is +45Kgrs/min. It is obvious that the stabilized approach needs more fuel as flaps and landing gear are extended earlier and thus increase drag.

NOTE

- *It is required that all approaches are stabilized approaches in terms of a/c configuration, flight path, speed and thrust not beyond 1000ft AGL in IMC and in VMC. If a proper stabilization is not reached a GO AROUND must be performed.*

annexe 8
Analyse des vols par Hermes Airlines

Statistiques 2012

2012	janvier	février	mars	avril	mai	juin
Vols	98	167	275	476	640	782
Double pilotage	11,2 %	17,96 %	9,09 %	1,47 %	12,5 %	23,78 %
Approche non stabilisée	13/3/2 18,37 %	29/8/2 23,35 %	40/12/8 21,81 %	135/23/10 35,29 %	163/26/12 31,40 %	210/29/25 33,76 %
Reduction tardive de l'ATHR	23/46/9 79,6 %	59/69/6 78,44 %	82/130/14 82,18 %	121/167/27 66,17 %	201/175/43 65,47 %	272/253/33 71,35 %
Arrondi long	5/0/2 7,14 %	32/9/3 26,35 %	42/11/2 20 %	48/13/4 13,66 %	77/12/7 15 %	118/30/9 20 %
Atterrissage long	1/4/2 7,14 %	16/9/2 16,17 %	30/20/10 21,81 %	77/26/8 23,32 %	103/51/19 27,03 %	136/88/32 32,74 %

2012	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Vols	789	665	603	399	245	156
Double pilotage	34,34 %	30,97 %	27,03 %	29,57 %	30,61 %	30,12 %
Approche non stabilisée	230/42/18 36,75 %	213/40/17 40,60 %	168/29/10 34,33 %	117/9/6 33,08 %	72/10/6 35,92 %	40/6/3 31,41 %
Reduction tardive de l'ATHR	260/242/42 68,95 %	214/221/40 71,43 %	196/177/43 68,99 %	127/128/30 71,43 %	63/108/24 79,59 %	58/63/11 84,61 %
Arrondi long	121/34/12 21,7 %	90/25/3 17,74 %	84/20/1 17,41 %	48/11/7 16,54 %	48/11/7 16,54 %	14/3/0 10,9 %
Atterrissage long	148/113/49 39,30 %	123/95/52 40,60 %	133/73/40 41,46 %	99/57/21 44,36 %	42/22/11 30,61 %	31/12/4 30,13 %

Rapport annuel 2012

Dans le rapport annuel de 2012, les points suivants sont mentionnés :

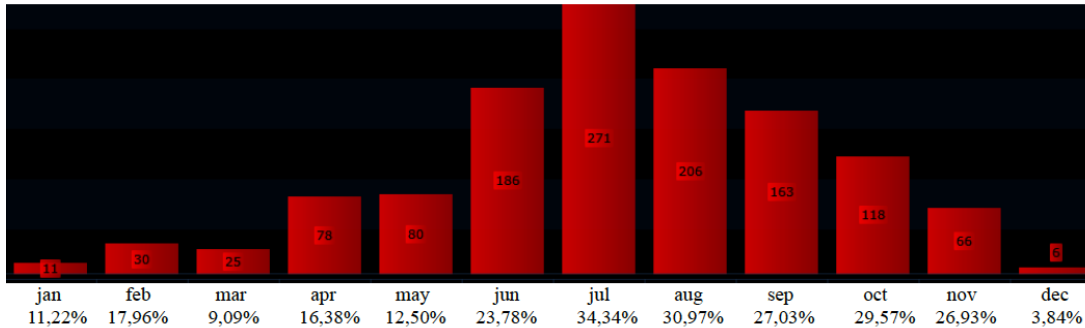
■ **Nombre de vols**

2012	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Flights	98	167	275	476	640	782	789	665	603	399	245	156

■ Double pilotage

Le double pilotage est caractérisé lorsque la déflexion entre les deux mini-manches est supérieure à 0,5°.

DUAL INPUT



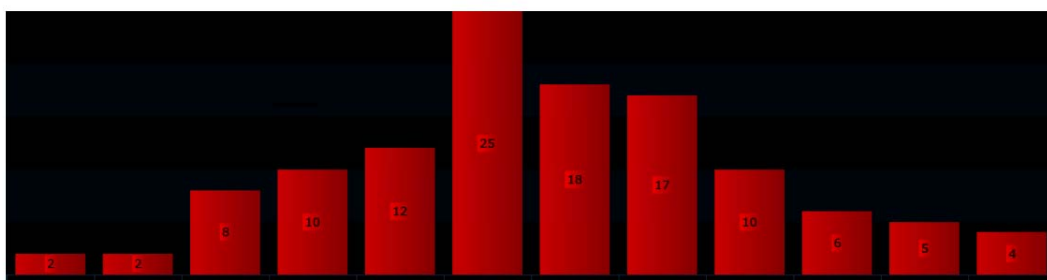
Le rapport mentionne les suggestions suivantes : « *The bad and possible hazardous habit of the dual input must be addressed to the crews. The numbers appear to be great but the fact that the parameter is set at only ½ degree displacement increases the numbers due to inadvertent movement of the side stick during normal operations (mike button etc.). A reevaluation of setting the parameters to a more realistic figure for every day operations may be considered* ».

■ Approche non stabilisée

Le degré de gravité des approches non stabilisées dépend des 3 altitudes AGL en dessous desquelles l'approche est considérée non stabilisée (au moins l'un des critères de stabilisation n'est pas respecté).

- X = 1000 ft (light)
- X = 500 ft (medium)
- X = 300 ft (high)

Unstabilized Approches

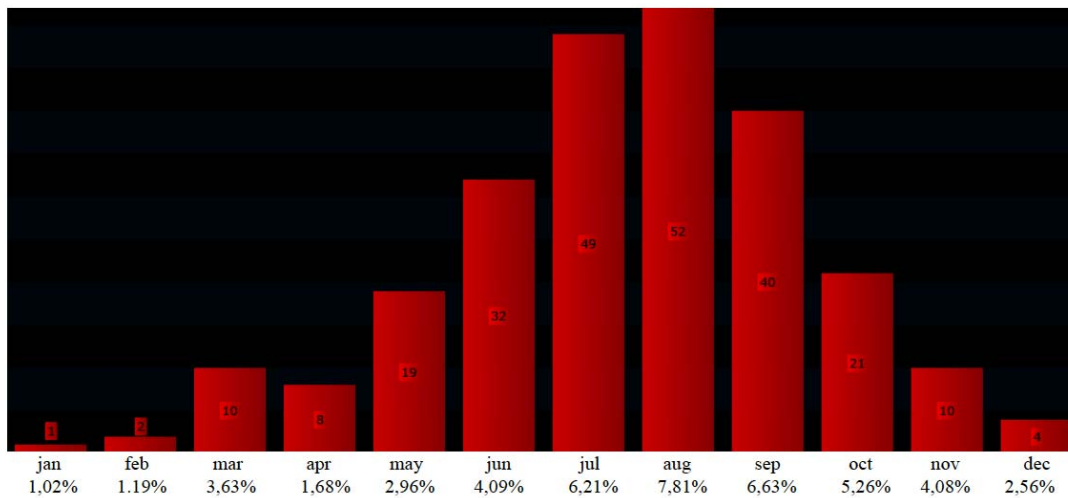


Month	Number of Approaches	Percentage
January	2	2,04%
February	2	1,19%
March	8	2,90%
April	10	2,10%
May	12	1,87%
June	25	3,19%
July	18	2,28%
August	17	2,55%
September	10	1,65%
October	6	1,50%
November	5	2,04%
December	4	2,56%

Le rapport mentionne les suggestions suivantes : « *An increase of the stabilization height to 1000' regardless of meteorological conditions will reduce the rates as previous experience has shown. Crews must be made aware that a "rushed" high energy approach has more dangers than benefits from gaining 1 or 2 minutes less flying time. Crews that show a repetitive tendency must be called and made aware of this fact* ».

■ Atterrissage long

LONG TOUCHDOWN



Le rapport mentionne les suggestions suivantes : « *Crews should be made aware that « eating » the runway in order to achieve a smooth landing is not a safe practice. Further analysis to follow so as to see if these events are from specific crews* ».

Les réductions tardives de l'A/THR lors de l'atterrissage et les arrondis longs ne sont pas évoqués dans le rapport.

Hermes Airlines a cependant fourni au BEA ces statistiques :

■ Réduction tardive de l'ATHR lors de l'atterrissage

La réduction de la poussée est considérée tardive lorsqu'elle intervient en dessous des altitudes suivantes :

- X = 10 ft (light)
- X = 5 ft (medium)
- X = 0 ft (high)
- Arrondi long

■ Arrondi long

L'arrondi est considéré long lorsque la durée entre le passage des 30 ft radiosonde et le touché des roues est supérieur à :

- Time = 9 secondes (light)
- Time = 11 secondes (medium)
- Time = 13 secondes (high)

Late Thrust Reduction	23/46/9 79,60%	56/69/6 78,44%	82/130/14 82,18%	121/167/27 66,17%	201/175/43 65,47%	272/253/33 71,35%	260/242/42 68,95%	214/221/40 71,43%	196/177/43 68,99%	127/128/30 71,43%	63/108/24 79,59%	58/63/11 84,61%
Long Flare	5/0/2 7,14%	32/9/3 26,35%	42/11/2 20,00%	48/13/4 13,66%	77/12/7 15,00%	118/30/9 20,07%	121/34/12 21,17%	90/25/3 17,74%	84/20/1 17,41%	48/11/7 16,54%	26/7/6 15,92%	14/3/0 10,90%

Statistiques 2013

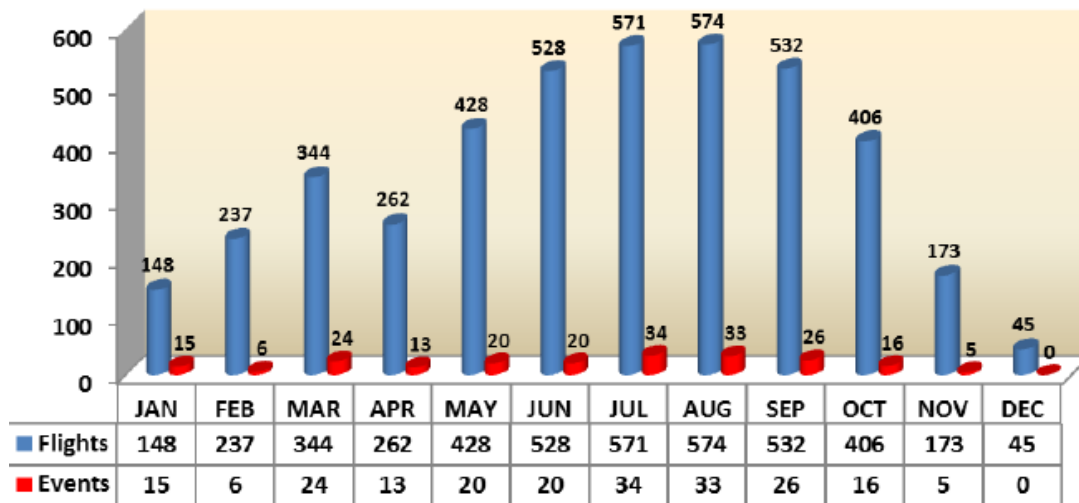
Les chiffres ci-dessous sont ceux fournis par Hermes.

■ Nombre de vols

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
■ Flights	148	237	344	262	428	528	571	574	532	406	173	45

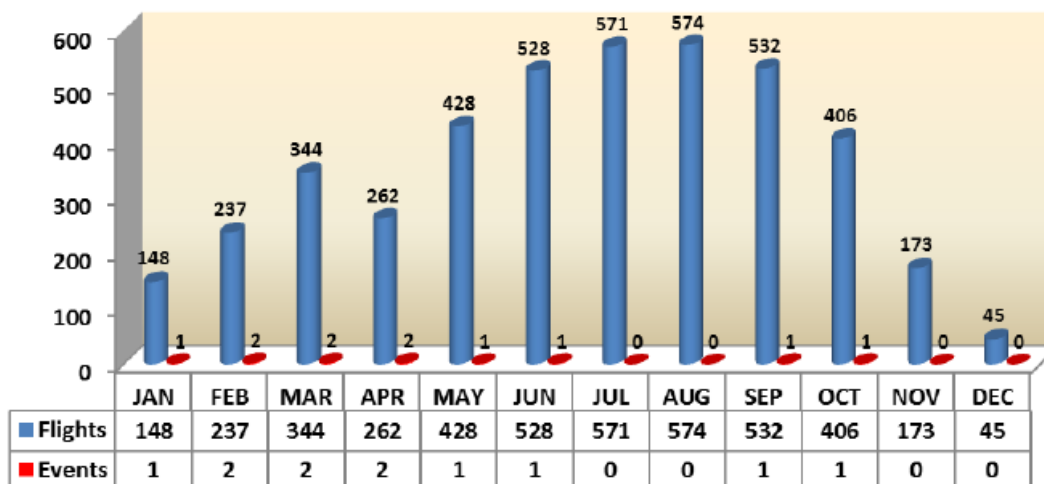
■ Double pilotage

Dual Stick Input



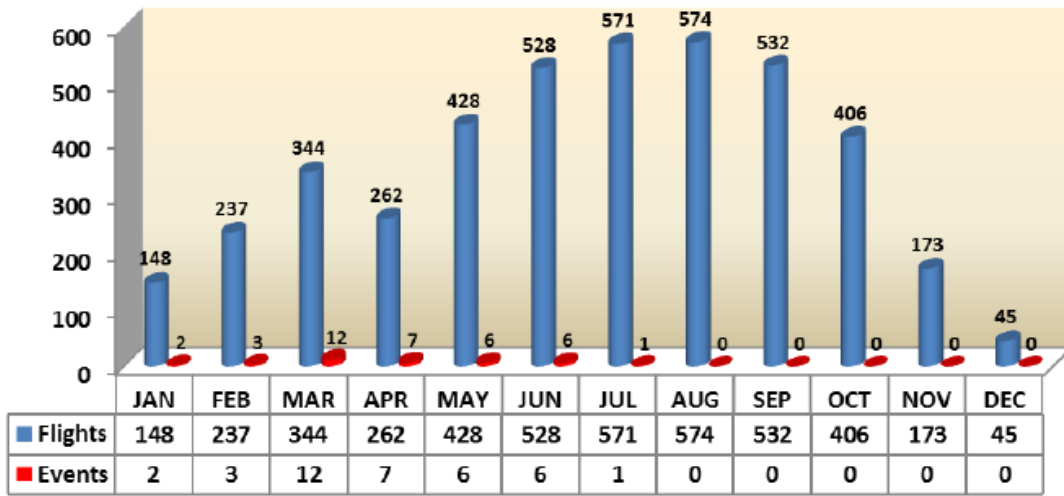
■ Approche non stabilisée

Unstabilized Approach



■ Atterrissage long

Long Touchdown



annexe 9 évènements antérieurs

1 - Anomalie de l'A/THR

■ Incident grave survenu le 11 juillet 2011 à Bamako (Mali) à l'Airbus A320-214 immatriculé 6V-All exploité par Senegal Airlines

A la date de la rédaction de ce rapport, le rapport final de cet incident grave n'est pas publié par les autorités Maliennes.

Le lundi 11 juillet 2011, l'Airbus A320-214 immatriculé 6V-All, exploité par Senegal Airlines effectue le vol de transport public régulier de passagers au départ de Dakar (Sénégal) et à destination de Bamako (Mali). Les conditions météorologiques sont VMC.

L'équipage effectue une approche ILS piste 06 (2700 m). La vitesse d'approche calculée par le FMGC (PN B546CAM0102 ou PN B546CAM0104) est de 139 kt en configuration « FULL ».

Lors du passage des 500 ft AGL, les paramètres significatifs sont les suivants :

- l'avion a capturé le Localizer ;
- l'avion n'a pas encore capturé le Glide Slope (capture à 400 ft AGL) ;
- la CAS est de 172 kt (Vapp + 34 kt) en diminution ;
- la composante du vent arrière enregistrée dans le FDR est de 9 kt.

A une hauteur radiosonde d'environ 150 ft, les N1 sont à 28 % et commencent à augmenter.

A une hauteur radiosonde de 50 ft l'avion passe au-dessus du seuil 06. La CAS est de 146 kt et l'assiette de l'avion se stabilise autour de 5° à cabrer. Quelques secondes plus tard, le régime des N1 atteint 66 %.

A une hauteur radiosonde d'environ 30 ft les manettes de commande de poussée sont positionnées sur « IDLE » et l'A/THR se désengage. Les N1 diminuent et atteignent environ 29 % en 6 secondes.

L'avion touche la piste à environ 1 500 mètres du seuil de piste 06. La CAS est de 129 kt.

L'avion sort longitudinalement de la piste à environ 48 kt et s'immobilise une centaine de mètres après le seuil. Les passagers et les membres d'équipages sont indemnes et l'avion n'est pas endommagé.

2 - Approche non stabilisée et sortie de piste

■ Incident grave survenu le 7 septembre 2010 à Lyon(69) au Boeing 737-400 immatriculé TC-TLE exploité par Tailwind Airline⁽¹⁾

A l'arrivée à Lyon Saint-Exupéry, l'équipage effectue une approche classique localizer/DME pour la piste 36R. La hauteur du plafond nuageux est proche de la MDA. La descente finale commence avant le point d'approche finale publié pour l'altitude de l'avion et reste en dessous du profil théorique d'approche. Une alarme MSAW est générée dans la tour de contrôle. Le contrôleur ordonne une remise de gaz. L'équipage remet les gaz. La hauteur minimale fournie par le radioaltimètre est de 250 ft à 1,4 NM du seuil de la piste.

⁽¹⁾<http://www.bea.aero/docspa/2010/tc-e100907/pdf/tc-e100907.pdf>

L'enquête a montré que l'incident résulte :

- ❑ d'une erreur d'identification du repère de descente par l'équipage ;
- ❑ d'un contrôle inadapté du plan de descente finale par l'équipage.

La publication de deux FAP, dont l'un est à utiliser sur instruction du contrôleur, son usage étendu à l'approche classique et l'absence d'information à l'équipage quant à l'identification exacte de la procédure d'approche finale à utiliser, ont constitué des facteurs contributifs.

Le BEA a adressé à la DGAC quatre recommandations de sécurité relatives :

- ❑ à la communication aux équipages de l'identification complète de la procédure d'approche finale ;
- ❑ au recensement et à la suppression d'éventuelles publications d'approches classiques comportant plusieurs FAF ;
- ❑ à la clarification des documents de référence utilisés par les concepteurs de procédures ;
- ❑ aux pratiques de guidage radar.

« L'enquête a mis en évidence que la mise en descente prématurée par l'équipage a été rendue possible par :

- ❑ *la publication de deux points de début de descente (FAP) dans la carte d'approche utilisée par l'équipage :*
 - *l'un, à 4 000 ft, représenté dans les bases de données de navigation embarquées ;*
 - *l'autre, à 3 000 ft, utilisable sur instruction du contrôleur et absent des bases de données.*
- ❑ *le guidage radar systématique, en approche de précision comme en approche classique et pour les avions en provenance de GOMET comme pour les autres, vers le palier intermédiaire à 3 000 ft.*

De plus, les procédures du SNA ne prévoient pas que les équipages soient informés, avant le début de l'approche, de l'identification exacte de la procédure d'approche finale en vigueur.

En conséquence, le BEA recommande que :

- ❑ *la DGAC s'assure que les équipages sont informés avec un préavis suffisant de l'identification complète de la procédure d'approche finale à suivre [FRAN-2013-001]*
- ❑ *la DGAC recense les éventuelles cartes d'approches classiques comportant plusieurs repères de descente finale (FAF) et supprime ce type de publication. [FRAN-2013-002]*
- ❑ *La DGAC s'assure que les pratiques de guidage radar incluent la nécessité de guider les équipages à une altitude publiée pour le début de l'approche finale. [FRAN-2013-004]».*

Recommandation FRAN-2013-001 :

Réponse de la DGAC du 4 juillet 2013 :

« La DSNA fera un rappel aux chefs de services exploitations des SNA pour que les contrôleurs communiquent dès que possible aux équipages à l'arrivée l'identification complète de la procédure d'arrivée en service pour l'atterrissage.»

Avis du BEA du 9 octobre 2013 :

« Le BEA considère la réponse de la DGAC comme partiellement adéquate.

En effet, la recommandation porte sur l'identification complète de l'approche finale, et non sur celle de la procédure d'arrivée. Ce dernier terme désigne la trajectoire permettant de rejoindre le point d'approche initial depuis la phase en route ».

Réponse complémentaire de la DGAC du 12 janvier 2015

L'utilisation du terme procédure d'arrivée pouvait effectivement prêter à confusion, et c'est bien l'identification complète de la procédure d'approche finale qui était visée dans la réponse de la DGAC. Les consultations initiales menées suite à cette réponse ont déjà fait apparaître pour certaines approches des axes d'amélioration sur l'identification de la procédure d'approche. La réponse préliminaire est donc modifiée comme suit :

« La DNSA a demandé aux chefs de services exploitations des SNA de vérifier les procédures employées pour informer, avec un préavis suffisant, les équipages de l'identification complète de la procédure d'approche finale en service ; une vigilance particulière est notamment à porter aux phases de changement de piste en service. Les actions de sensibilisation des contrôleurs, et le cas échéant, de révision de méthode de travail seront lancées. »

Recommandation FRAN-2013-002 :**Réponse de la DGAC du 4 juillet 2013 :**

« Dans un premiers temps les SNA recensent les éventuelles procédures d'approches classiques qui comportent plusieurs FAF puis procéderont à la réédition de ces publications »

Recommandation FRAN-2013-004 :**Réponse de la DGAC du 4 juillet 2013 :**

« La mise en oeuvre des actions annoncées pour les recommandations précédentes vont conduire les contrôleurs à utiliser une altitude d'interception de l'approche finale univoque : en effet, chaque procédure d'approche classique comportant plusieurs FAF sera remplacée par plusieurs procédures comportant un seul FAF, par indexation de chacune d'entre elles (Z, Y, W ...). Chaque procédure identifiée ne comportera donc plus qu'un seul et unique palier avant la mise en descente finale. Cette altitude utilisée par les contrôleurs lors du guidage radar sera identique à celle de la procédure suivie par les équipages et intégrée dans le FMS le cas échéant. »

Avis du BEA du 9 octobre 2013 :

« Le BEA considère la réponse de la DGAC comme inadéquate.

En effet, si le besoin exprimé par cette recommandation est en théorie couvert par les réponses aux recommandations précédentes pour les approches classiques, la possibilité d'utiliser plusieurs FAP pour les approches de précision demeure. C'était d'ailleurs le cas pour l'incident étudié : les contrôleurs Lyonnais guidaient les avions vers un FAF non publié d'une approche classique (ILS sans glide) de la même manière qu'ils guidaient les avions vers l'un des deux FAP publiés pour l'approche de précision (ILS complet). Cette extension des pratiques de guidage des approches de précision aux approches classiques pourrait exister dans d'autres SNA. Le besoin d'adapter le guidage radar à l'approche finale correctement identifiée, en tenant compte de l'altitude du FAF publié ou des FAP publiés, doit donc faire l'objet d'une information adéquate aux contrôleurs aériens ».

Réponse complémentaire de la DGAC du 12 janvier 2015 :

Les volets de procédure mixtes ILS et LOC (glide en panne) apparaissant sur une même carte, la DSNA va procéder à un examen des volets ILS/LOC afin de ne maintenir qu'un seul et unique FAF utilisable à l'altitude nominale de la procédure publiée, à l'exception de Strasbourg où un second FAF uniquement utilisable dans le cadre de l'API continuera à être publié avec la mention restrictive d'emploi. Les actions de sensibilisation des contrôleurs, et le cas échéant, de révision de méthode de travail compléteront le dispositif ; la réponse préliminaire est donc modifiée comme suit :

« La mise en oeuvre des actions annoncées pour les recommandations précédentes vont conduire les contrôleurs à utiliser une altitude d'interception de l'approche finale univoque : en effet, chaque procédure d'approche classique comportant plusieurs FAF sera remplacée par plusieurs procédures comportant un seul FAF, par indexation de chacune d'entre elles (Z, Y, W ...). Chaque procédure identifiée ne comportera donc plus qu'un seul et unique palier avant la mise en descente finale. Cette altitude utilisée par les contrôleurs lors du guidage radar sera identique à celle de la procédure suivie par les équipages est intégrée dans le FMS le cas échéant.

Pour les approches ILS, les besoins opérationnels exigent le maintien de plusieurs FAP sur certaines plates-formes. Les situations de panne de glide étant rares, l'existence d'un seul FAF, tel que proposé dans la recommandation, est considéré comme opérationnellement acceptable. La France ayant fait le choix de publier de façon conjointe les procédures ILS et LOC sur un même volet, la DSNA va procéder à un réexamen des volets ILS/LOC afin que, même lorsque plusieurs FAP existent, un seul et unique FAF utilisable à l'altitude nominale de la procédure soit publié. Une exception est faite pour Strasbourg où un second FAF uniquement utilisable dans le cadre de l'API continuera à exister avec la mention restrictive d'emploi correspondante.

Les actions de sensibilisation des contrôleurs, et le cas échéant, de révision des méthodes de travail compléteront le dispositif : les chefs de service exploitations des SNA s'assureront que les contrôleurs lorsqu'ils guident les avions vers une approche classique, nonobstant les altitudes différentes pouvant être utilisées en guidage radar pour les approches de précision, utilisent exclusivement l'altitude d'interception unique publiée sur le volet de procédure. »

■ **Accident survenu le 16 octobre 2012 sur l'aérodrome de Lorient Lann Bihoué (56) au Bombardier CRJ-700 immatriculé F-GRZE exploité par BritAir⁽²⁾**

L'équipage est autorisé pour une approche ILS RWY 25. Au cours de la descente, le contrôleur l'informe d'un vent du 160° pour 17 kt avec des rafales de 26 kt et d'un grain fort et durable. La visibilité est réduite entre 2 000 et 3 000 m et la piste est mouillée avec des flaques d'eau. Il signale que l'avion précédent a rencontré des difficultés lors de son atterrissage en raison de phénomène « *d'aquaplaning* ».

L'équipage effectue l'approche en configuration volets 30°. L'approche ILS 25 est stable à 1 000 ft. Le pilote automatique (PA) est déconnecté vers 500 ft. Le train principal de l'avion touche la piste à environ 1 100 m de la fin de piste.

L'avion sort de la piste, heurte les antennes du LOC avec l'aile gauche et s'immobilise dans un champ en herbe à environ 200 m du seuil 07.

L'enquête a montré que l'accident était dû à l'absence de décision de l'équipage d'interrompre l'atterrissage alors qu'il n'avait pris conscience ni de la contamination de la piste ni de la longueur de piste restante.

La poursuite de l'atterrissage peut s'expliquer par :

- ❑ une conscience de la situation insuffisante liée:
 - au niveau de la performance de l'équipage, celui-ci étant par ailleurs dégradé par la fatigue et la routine ;
 - à une méconnaissance des marges de sécurité et à une formation TEM inadaptée.
- ❑ une approche de la sécurité ne conduisant pas suffisamment les équipages à remettre en cause leur projet d'action.

Les facteurs suivants ont contribué à l'événement :

- ❑ la sous-estimation par l'équipage des conditions météorologiques ;
- ❑ des consignes opérationnelles parfois peu claires ou contradictoires fragilisant le travail en équipage ;
- ❑ les caractéristiques de la piste 25, par ailleurs non documentées dans le MANEX de Brit Air ;
- ❑ l'organisation de l'exploitation de l'aérodrome contribuant à ne pas corriger dans des délais raisonnables les écarts identifiés concernant la piste 25 ;
- ❑ l'absence d'une phraséologie commune garantissant aux équipages et aux contrôleurs une connaissance partagée de l'état réel de la piste ;
- ❑ l'organisation des entraînements et des contrôles ne permettant pas suffisamment à l'exploitant de connaître et d'améliorer sa performance de sécurité ;
- ❑ la prise en compte incomplète du risque fatigue par la compagnie.

Le BEA a adressé quinze recommandations de sécurité dont certaines relatives aux points suivants :

- ❑ à la gestion des menaces et des erreurs ;
- ❑ à la gestion de la fatigue ;
- ❑ la DGAC vérifie que les exploitants d'aérodrome et d'aéronefs détenteurs d'un CTA évaluent les recommandations du plan d'actions européen (EAPPRE) au travers de leur propre SGS.

⁽²⁾<http://www.bea.aero/docspa/2012/fze121016/pdf/fze121016.pdf>

Réponse préliminaire de la DGAC du 3 avril 2014 :

« Le plan d'actions européen pour la prévention des sorties de pistes, établi sous l'égide d'Eurocontrol rassemble des recommandations pour prévenir et réduire ce risque en s'adressant à l'ensemble des opérateurs concernés ainsi qu'aux régulateurs et autorités de surveillance. La DSAC et la DSNA ont participé à son élaboration.

La DGAC soutient ce type d'initiative qui recense de manière la plus exhaustive possible des bonnes pratiques et laisse la flexibilité à chaque acteur de les évaluer et de mettre en oeuvre celles qui sont les plus pertinentes pour ses risques propres.

La DGAC a priorisé les recommandations qui concernaient les autorités au sein de la revue de sécurité du programme de Sécurité de l'Etat et a transmis le plan EAPPRE aux opérateurs qu'elle surveille en mettant l'accent sur certaines recommandations pour chaque domaine.

La modification des procédures de surveillance DSAC mentionnée en réponse aux recommandations précédentes considérera les recommandations issues du plan EAPPRE comme bonnes pratiques identifiées devant être évaluées par les opérateurs au sein de leur SGS ».

3 -Double pilotage

La liste ci-dessous détaille quelques évènements similaires de survenue du phénomène de double pilotage.

■ Incident grave survenue le 28 mai 2006 à Sarragosse (Espagne), Airbus A320⁽³⁾

Résumé :

« The aircraft, an Airbus A320, en route from Barcelona to Santiago de Compostela, passed through an area of strong turbulence while at FL325 that caused the aircraft to descend sharply while banking significantly to either side. As a consequence of the aircraft's sudden motion, four passengers and three flight attendants were slightly injured. The crew managed to stabilize the aircraft at FL310 and continue on to its destination.

The investigation revealed that this incident resulted from the wake turbulence of a preceding Airbus A340-300 that was on the same airway, 10.13 NM ahead of the Vueling Airbus A320-200 and on the same heading. It was also flying to point "Kuman" at FL330.

The crew's actions were not in compliance with the procedures for flying the aircraft and served to exacerbate the effects of the external disturbance ».

Extraits du rapport :

« both pilots providing simultaneous inputs to their sidesticks starting practically at the same time and continuing for 21 seconds, from 12:38:37 to 12:38:58. During the 21 seconds of dual inputs to the sidesticks, aural "dual inputs" messages sounded in the cockpit. The captain states that he did not hear the messages. The copilot did hear them, although he immediately released control to the captain when he did so. The copilot did not notice the luminous signs that should have turned on the instant when the captain pressed his override button and that indicate which sidestick has priority ».

« The maximum sidestick inputs to either side induced the aircraft to suffer banking movements. As for the pitch commands, the fact that the crew's inputs were largely in opposing directions meant that the resulting movement was smooth, and thus had little effect on the pitch of the aircraft ».

⁽³⁾http://www.fomento.gob.es/NR/rdonrdonlyres/21313F00.98A2_4F14_A582_4D0A8FA188/2006.029.IN.ENG.pdf

Safety Recommendations

« When an abnormal or emergency situation occurs during a flight, the crew must take immediate actions to neutralize it by following the proper procedures. In order to execute these actions quickly and accurately, the crew must carry them out « automatically ». This is achieved through instruction and training.

The investigation into this incident revealed that the crew did not properly adhere to the procedures required by the situation. As a result, and in an effort to improve the safety of operations, the following safety recommendation is issued.

REC 03/11 It is recommended that the aircraft operator, Vueling, review and enhance its Airbus A-320 crew training programs so as to improve the crews' knowledge and application of aircraft procedures, in particular as these apply to dual sidestick inputs, flying in severe turbulence and rudder use.»

La CIAIAC a fourni au BEA les réponses aux recommandations qu'ils avaient émises :

« 1. Since 2011, all new pilots in the company are trained and verified in Flight in Turbulence & Jet Upset Recovery in their Operator Conversion Training.

2. All active pilots in the company as part of its Recurrent training have completed :

Ground training :

- 2011 - June-July: e-learning in Flight Turbulence & Jet Upset Recovery (training and testing) ;
- 2012 - May-June: e-learning Flight in Turbulence & Jet Upset Recovery (training and testing) ;
- 2015 - January: Next e-learning in Flight Turbulence & Jet Upset Recovery planned (training and testing).

Simulator training :

- Every 6 months as part of the simulator training: Briefing reinforcing and emphasizing to Task shearing and Workload management. Since 2006, training and simulator checks have been standardized through a variety of methods/actions.

Every 6 months new syllabus for training and testing simulator sessions are developed and these are followed strictly applying the following policy :

- PF and PNF and other divisions of tasks the flight crew ;
- Positive Transfer of aircraft control ;
- Philosophy consistent checklist ;
- Emphasis on prioritizing tasks (« fly , navigate , communicate ») ;
- Proper use of all levels of automation flight.

In addition to the frequency of 1 time every 3 years , in maneuvers practiced in the simulator, train and verify the procedures Jet Upset Recovery (high altitude stall, unreliable speed). The last time was from the first half of November 2012 to June 2013.

3. The Vueling SMS nor FDM has detected any similar event from the 2006 incident.»

■ Accident survenu le 14 février 2012 à London Luton, Airbus A319⁽⁴⁾

Résumé

« The flight crew carried out a manually flown ILS approach to Runway 26 at London Luton Airport. Shortly before touchdown, both pilots sensed the aircraft was sinking and a go-around was initiated. The aircraft made firm contact with the runway before starting to climb. The normal acceleration recorded at touchdown was 2.99g, which is classified as a Severe Hard Landing. The subsequent landing was uneventful. All three landing gear legs exceeded their maximum certified loads and were replaced; there was no other damage to the aircraft. »

Conclusion

« Both pilots responded to an increased rate of descent approaching touchdown and each initiated a TOGA 10 go-around. Their initial sidestick inputs were in opposition and, without the use of the takeover sidestick pushbutton, the net effect was a pitch-down control input. If the commander had operated the sidestick takeover pushbutton, his nose-up pitch input would not have been counteracted by the nose-down input of the Capt under training. In the event, his control input reduced the effect of the nose-down input made by the Capt under training ».

■ Phénomène de double pilotage mentionné dans la base de données des ASR de la DGAC

La base de données de la DGAC indique que 145 rapports d'incidents à déclaration obligatoire (ASR) d'équipages d'exploitants français relatifs à des déclenchements de l'alarme « DUAL INPUT » ont été enregistrés.

Les cas de double pilotage se décomposent majoritairement suivant les scénarios cités ci-dessous en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- lors de la phase d'approche finale ou lors de l'arrondi alors que l'OPL est PF. Dans de nombreux cas l'OPL est en AEL ;
- en approche interrompue ;
- lors de turbulences ;
- action involontaire de l'un des membres d'équipage sur son mini-manche.

4 - Information de vent fournie aux équipages

Au cours de l'année 2013 le BEA a publié une étude⁽⁵⁾ sur les pertes de contrôle en phase d'approche lors d'une interruption de l'approche. Un aspect mentionné dans cette étude traite de l'information de vent fournie aux équipages dont plusieurs extraits sont repris ci-dessous :

« Airbus A 330

Le vent est calculé dans chacun des 3 ADIRU par différence entre le vecteur vitesse sol (calculé par la centrale à inertie) et le vecteur vitesse air (calculé par la centrale anémométrique en tenant compte d'un dérapage nul).

Le vent est représenté sur les écrans de navigation (ND) des deux pilotes, en haut à gauche, par une flèche accompagnée de valeurs numériques sous la forme DDD/VV (où DDD est la direction du vent en degrés magnétiques et VV la vitesse en noeuds). [...]

[...] En fonctionnement normal, le vent présenté sur le ND de gauche est le vent calculé par l'ADIRU 1 et sur le ND de droite, celui calculé par l'ADIRU 2.

⁽⁴⁾http://www.aaib.gov.uk/publications/bulletins/january_2013/airbus_a319_111_g_ezfv.cfm

⁽⁵⁾<http://www.bea.aero/etudes/parg/parg.php>

Les imprécisions de calcul de la vitesse sol rendent la précision du vent calculé assez médiocre : sans erreur sur la vitesse air, autour de 8 à 9 kt en vitesse et de 10° en direction, pour un vent réel d'au moins 50 kt. Cependant aucune indication sur sa précision ne figure dans le manuel de vol ou le FCOM. Sur A 380, le vent est de meilleure précision lorsque l'information GPS est disponible : de l'ordre de quelques degrés en direction et avec une erreur de moins de 5 kt. [...]

Utilisation opérationnelle du vent affiché

Selon le constructeur

Les procédures opérationnelles d'Airbus et de Boeing ne prévoient pas que les pilotes utilisent les valeurs de vent affiché pour prendre des décisions, en particulier à l'atterrissage. Le vent qui doit être utilisé par les pilotes pour prendre la décision d'atterrir ou non, y compris en présence de rafales, est le vent donné par la tour de contrôle, qui est moyenné sur deux minutes. En dernier ressort, il revient au commandant de bord de prendre la décision.

Toutefois, Boeing précise que les informations de vent déterminées par le FMC sont précises.

Selon certaines compagnies

Les compagnies participant à l'étude ont toutes indiqué que leurs pilotes utilisaient les informations de vent présentées dans l'avion comme une aide à la décision de remise de gaz. La formation enseigne aux pilotes d'utiliser cette information de manière qualitative. Les compagnies indiquent que le plus souvent cette information leur a paru fiable. Les témoignages indiquent que la précision de l'information de vent fournie par l'ATC peut varier de manière significative d'un continent à l'autre. [...]

Vent présenté aux équipages

Le vent est une source d'information indispensable aux équipages pour la conduite du vol et en particulier lors de la décision d'effectuer une remise de gaz, notamment en cas de vent arrière.

Deux sources d'informations sont utilisées par les équipages :

- le vent ATC fourni par les services du contrôle ;
- le vent Avion calculé par les ADIRU seules ou associées à l'information GPS.

Réglementairement, seul le vent ATC fait foi. Mais, quatre problèmes ont été mis en évidence lors de l'étude :

- le vent ATC n'est pas un vent instantané mais un vent moyenné ;
- le degré de confiance accordé par les équipages au vent ATC diffère d'un continent à l'autre ;
- en cas de vent arrière, le vent au sol est généralement significativement inférieur au vent en altitude rencontré lors de l'approche. Cela peut créer un conflit lors de la prise de décision d'une remise de gaz ;
- le vent présenté aux équipages et affiché sur le ND ou la page associée du FMS est souvent utilisé par les équipages pour la prise de décision.

Or, les équipages ne connaissent ni la précision du vent présenté ni sa source. A titre d'exemple, sur A 330, le vent Avion est calculé uniquement à partir des ADIRU, et n'est pas garanti en dessous de 50 kt de force. A contrario, un vent Avion incluant l'information GPS est très précis (sur A 380 ou B 777 par exemple).

Quelle que soit la source, les équipages ont tendance à faire confiance au vent Avion au détriment du vent ATC. Malheureusement, de nombreux aéronefs de transport public n'utilisent pas la source GPS pour fournir aux équipages un vent précis. Cette information n'est pas documentée dans les FCOM.

La problématique du vent Avion dépasse le cadre de cette étude. Le vent est un paramètre essentiel pris en compte dans le pilotage et les stratégies adoptées. Sans remettre en cause l'aspect réglementaire du vent ATC, le BEA estime que l'information de vent Avion doit être la plus précise possible et que les équipages doivent également connaître la précision des informations présentées. »

5 - Événement antérieur chez Hermes Airlines : incident grave survenu le 11 avril 2012, à Lyon Saint-Exupéry, Airbus⁽⁶⁾

Déroulement du vol

L'équipage décolle d'Ajaccio (2A) pour un vol à destination de Lyon Saint-Exupéry. Le vol est affrété par la compagnie Air Méditerranée et effectué par la compagnie Hermes Airlines. Le commandant de bord est instructeur, PNF, et assis en place droite. L'élève pilote commandant de bord est PF et assis en place gauche.

Le contrôleur d'approche de Lyon annonce un vent faible et propose un guidage radar pour une approche ILS sur la piste 36L que l'équipage accepte. Il fait nuit et les conditions météorologiques sont IMC. L'équipage constate des incohérences sur les distances DME affichées sur le ND : le PNF annonce 99 NM et le PF annonce 40 NM⁽⁷⁾.

Environ une minute après le début du guidage radar, le contrôleur, qui s'aperçoit que l'avion est haut sur le plan, demande «...fourty nautical [...] is that OK for you, four zero ? ». L'équipage, programmant le FMGS pour l'approche ILS 36L, répond « Actually we...we'll need to make a thirty six ». Le contrôleur, qui interprète la réponse de l'équipage comme une confirmation d'un atterrissage en piste 36, ne comprend pas que l'équipage souhaite effectuer un virage de retardement de 360°. Il fournit un cap au 315° vers l'axe du localizer de la piste 36L. L'ILS AC d'Ajaccio n'ayant pas été désélectionné, le FMGS ne sélectionne pas automatiquement l'ILS de la piste 36L de Lyon.

Le contrôleur donne un cap 320° afin que l'avion intercepte l'axe du localizer de la piste 36L. La fréquence de l'ILS de la piste 36L n'étant pas active, l'avion traverse l'axe sans l'intercepter. L'équipage affiche alors l'ILS de la piste 36L. Alors que le mode Capture s'engage pour une altitude sélectionnée de 3 000ft à une vitesse de 240 kt, l'équipage décide de sélectionner une altitude de 400 ft sur son pupitre de commande (FCU)⁽⁸⁾, ce qui entraîne une réversion de mode du pilote automatique de ALT* en VS -1 200 ft/min, vitesse verticale de l'avion à cet instant. Il arme le mode approche et engage le pilote automatique AP 2. L'équipage vire à gauche afin d'intercepter l'axe du localizer, puis l'avion passe sous l'altitude minimale de sécurité radar de 3 000 ft.

Le contrôleur demande à l'équipage s'il a la bonne fréquence de l'ILS, ce qu'il confirme.

⁽⁶⁾<http://www.bea.aero/docspa/2012/sx-v120411/pdf/sx-v120411.pdf>

⁽⁷⁾Lors de la préparation des moyens de radionavigation au décollage, le PNF insère manuellement la fréquence de l'ILS AC d'Ajaccio dans la page RADIO NAV du pupitre de navigation (MCDU) afin de préparer un éventuel demi-tour (QRF). Cette fréquence va rester sélectionnée tout au long du vol jusqu'à l'approche.

⁽⁸⁾Altitude inférieure à l'altitude du seuil de piste.

Alors que l'avion est en configuration lisse à une vitesse de 230 kt et à une altitude de 2 460 ft (hauteur de 950 ft), l'alarme GPWS « *TERRAIN TERRAIN PULL UP PULL UP* » se déclenche. L'instructeur intervient seul sur les commandes, met les manettes de poussée dans le cran TOGA et affiche une assiette maximale de 9,5° sans annoncer la prise de commande. Les pilotes automatiques AP 1 et 2 se désengagent. L'avion étant en configuration lisse, le mode SRS ne s'engage pas et ne donne pas à l'équipage les ordres à cabrer attendus qui correspondraient à la manœuvre d'évitement en cours. Les modes de guidage vertical et horizontal VS -1200 et HDG sont toujours actifs⁽⁹⁾. Alors que l'assiette de l'avion atteint 9°, l'instructeur donne des ordres à piquer.

En réaction à une alarme MSAW se déclenchant quelques secondes plus tard, le contrôleur annonce : « *you maintain 2 500 ft, you are too low, you are below the glide* » et demande à être rappelé quand l'avion sera établi sur le plan. L'avion est à 2 420 ft en montée. L'instructeur poursuit les ordres à piquer tout en convergeant vers l'axe du localiser et accuse simultanément réception du message. Il cherche probablement à stabiliser l'avion à l'altitude de 2 500 ft. Les ordres à piquer sont maintenus pendant une vingtaine de secondes. La manette de poussée est positionnée dans le cran CLIMB. L'équipage à cet instant attend les ordres du contrôleur pour monter. La vitesse conventionnelle augmente fortement et l'avion se remet en descente jusqu'à une altitude de 2 150 ft. A 320 kt et à une hauteur de 900 ft, les manettes de poussée sont positionnées sur le cran IDLE. A cet instant, une seconde alerte MSAW se déclenche. Le contrôleur intervient de nouveau : « *...check your altitude immediatly, you are too low* ».

Quelques secondes plus tard, l'élève, en place gauche, actionne le mini-manche à cabrer pendant une dizaine de secondes tandis que l'instructeur donne un ordre inverse. L'alarme sonore et visuelle DUAL INPUT se déclenche pendant une minute. Au cours de cette phase de double pilotage manuel, le PNF continue de communiquer avec l'ATC et demande un guidage radar pour l'interruption de l'approche. Les communications, faisant probablement référence à la prise de commande, sont confuses « PF : « *[laisse le, laisse le]* », PNF « *[prends le toi]* », PF « *[J'ai les commandes, 5 000 ft, laisse le, 5 000... ;]* ». Le contrôleur demande à l'équipage de monter vers 5 000 ft. Parallèlement aux actions à cabrer de l'instructeur, l'élève donne des ordres à piquer. Pendant cette période l'avion remonte. L'équipage positionne les manettes de poussée dans le cran CLIMB.

L'alarme DUAL INPUT s'arrête. L'instructeur en place droite reprend alors les commandes. Le pilote automatique AP 2 est engagé.

Les paramètres de l'avion se stabilisent. Une seconde approche est réalisée et l'équipage atterrit sur la piste 36L.

L'enquête a mis en évidence les points suivants :

Gestion du vol

L'absence de vérifications de la page RADIO NAV du FMGS, normalement réalisées en passant le FL100 en montée et lors de la préparation de l'approche, n'a pas permis à l'équipage de détecter que le FMGS n'avait pas sélectionné automatiquement l'ILS de la piste 36L de Lyon Saint Exupéry et que l'ILS AC d'Ajaccio était toujours actif à l'arrivée.

⁽⁹⁾Le mode commun de guidage GA ne peut s'engager que si la manette de commande des volets est au moins positionnée dans le cran 1.

Lors des tentatives de capture de l'axe du localiser, les ressources de l'équipage ont été mobilisées par la gestion de l'affichage de la fréquence de l'ILS au détriment du suivi de la trajectoire de l'avion dans le plan vertical, et de sa configuration. La sélection au FCU d'une altitude cible de 400 ft alors que l'altitude de l'aéroport de Lyon est de 880 ft indique une perte de conscience de la situation et a introduit un risque de rapprochement dangereux avec le sol.

Au cours de la procédure d'urgence GPWS PULL UP, l'absence de maintien du manche en butée arrière n'a pas permis d'obtenir la meilleure pente de montée, dans un environnement nocturne et par conditions météorologiques dégradées où l'équipage n'avait pas ou peu de références visuelles extérieures. L'assiette de 9,5° affichée ne correspond ni à l'assiette d'interruption de l'approche (15°) ni à celle de la procédure GPWS (manche en butée arrière).

Au moment de la première alarme MSAW, le contrôleur n'est pas informé que l'équipage réagissait aux alarmes GPWS. La procédure d'urgence GPWS PULL UP ne prévoit pas de message d'information à l'intention du contrôleur. Les modifications de trajectoire effectuées par l'équipage sans en informer le contrôleur n'ont pas aidé ce dernier à comprendre les intentions de l'équipage.

La période de double pilotage intervient après la décision de l'équipage d'interrompre l'approche, à l'issue de la seconde alarme MSAW. On observe une période de confusion lors d'une phase de vol intrinsèquement dynamique nécessitant un pilotage précis, particulièrement à vitesse élevée.

La survenue du double pilotage, qui est une action réflexe, peut être favorisée par une combinaison de plusieurs facteurs :

- ❑ l'instructeur ne formalise pas sa reprise des commandes (absence d'annonce « *I have control* ») ; même si le double pilotage n'est pas immédiatement consécutif, la reprise des commandes non annoncée perturbe la répartition des rôles ;
- ❑ l'équipage a une grande expérience sur avion à commandes de vol conjuguées et l'instructeur est bi-qualifié sur Boeing 737 et A320 dont l'interface des commandes de vol est très différente.

Critères d'exercice de la fonction commandant de bord

L'élève-pilote/commandant de bord avait été récemment recruté par la compagnie pour exercer les fonctions de commandant de bord sur Airbus A320. Il était en adaptation en ligne et totalisait une expérience de 25 heures de vol sur Airbus A320. Il n'avait pratiquement pas d'expérience dans la fonction de commandant de bord.

Les deux membres d'équipage avaient une grande expérience du vol sur Boeing 737 sur lequel les logiques de fonctionnement et de présentation des informations sont différentes de celles de l'Airbus A320.

Causes

L'incident est dû :

- ❑ **initialement**, à la poursuite de la descente au cours de l'approche ILS 36L alors que l'avion n'était ni configuré, ni stabilisé sur l'axe du localizer, qui a conduit à un rapprochement dangereux de l'avion avec le sol ;
- ❑ **après la première alarme GPWS**, à une application inadéquate de la procédure d'urgence GPWS, notamment l'affichage de l'assiette.

Ont contribué à l'incident :

- ❑ une application inadéquate des procédures normales, de la répartition des tâches et des procédures d'urgence ayant entraîné un niveau de conscience de la situation de l'équipage très dégradé (position dans l'espace, configuration) ;
- ❑ le niveau d'expérience sur type faible des deux membres d'équipage ;
- ❑ de la volonté de l'exploitant de former rapidement comme commandant de bord un pilote ayant une faible expérience sur type ;
- ❑ des critères d'accession à la fonction de commandant de bord variables ;
- ❑ l'utilisation d'une phraséologie MSAW inadaptée par le contrôleur.

Note : l'autorité d'enquêtes grecque (AAISB) a formulé le commentaire suivant : « dans les facteurs contributifs cités dans le § 3.3 « causes », le BEA pourrait ajouter « le manque de CRM de l'équipage ».

Le BEA partage cet aspect de l'analyse mais considère que ce manque de CRM résulte d'une application inadéquate des procédures normales, de la répartition des tâches et des procédures d'urgence. Ces éléments sont déjà cités dans les facteurs contributifs.

« Au cours du vol, aucune prise de priorité n'a été enregistrée. Pendant la phase de double pilotage, les ordres donnés par les deux pilotes étaient souvent de sens contraire. L'altitude de l'avion a évolué de 2 200 ft jusqu'à 4 460 ft puis 4130 ft et l'assiette de l'avion a varié entre -1° et 15° ».

annexe 10
Airbus information letter et SIB EASA



To: A320 Operators Fleet Managers, Flight Safety Officers, Flight Operations Managers

FMGC – Upgrading your fleet from FMS 1 (B398/B546 standards) to FMS 2

Dear Customers,

The intent of this letter is to inform you about an Airbus initiative aiming at facilitating your FMS1 to FMS 2 upgrade at discounted price in order to take benefit of all the related safety and economics enhancements.

As per our Airbus records, your A320 fleet, or part of your A320 fleet, is still fitted with the first generation of Flight Management and Guidance System commonly known as FMS Legacy standard B398/B546.

This Legacy standard has been superseded by FMS2 standard several years ago. This evolution provides a wide range of improvements, especially in operational domains, including some which may have direct safety enhancement benefits as follows:

- **Take-Off Securing function** to alert flight crew of incorrect take off parameters, thus avoiding take-off with wrong take off parameters (e.g wrong speed) in case of erroneous pilot data entry.
- **Automatic engagement of NAV mode** (or NAV mode engagement maintained) **during Go Around** to reduce crew workload and limit the potential deviation from the required flight path when performing Go Around.
- **Triple click aural alert activation and Flight Mode Annunciator (FMA) enhancement** displayed on PFD to increase crew awareness about any AP/FD/ATHR modes change not resulting from a crew action, approach capability degradation or vertical speed (V/S) or a flight path (FPA) target



not held by the AFS. Thus, potential lack of crew awareness of AFS modes is avoided in case of inappropriate FMA check.

- **Automatic FD bars engagement at Go Around initiation** to reduce crew workload and limit potential large speed excursion.
- **Cancellation of thrust increase commanded by ATHR**, occurring **below 150ft** when aircraft is in excess of speed (beyond VAPP+10kt), thus avoiding a potential long flare resulting in an increased landing distance, in case of inappropriate speed monitoring by the pilot during the landing phase.

In addition, FMS2 standard provides further operational enhancements, e.g. it is a prerequisite for the future functions (SESAR, NEXTGEN, ROPS, ADS-B), it is equipped with an increased Nav Data Base capacity and has improved maintenance cost.

For all the above reasons, Airbus recommends that you upgrade your FMS1 standard to the second generation FMS2 standard.

To support you in this project, Airbus has built optional packages enabling AP/FD TCAS deployment across the A320 Family Fleet in cooperation with main FMGS equipment suppliers, Thales and Honeywell.

FMS1 standard upgrade to FMS2 being part of these AP/FD TCAS packages can take benefit of significantly discounted prices (order of magnitude is beyond **30% discount** from the catalogue price).

This package is proposed through RFC/RMO process, managed by Airbus Upgrade Services. This specific retrofit offer will be valid up to end 2014.

We therefore recommend that you contact your Key Account Manager or your Customer Support Director who will be ready to support you to launch a fleet study and evaluate the opportunity for your fleet upgrade.

Best regards,



EASA Safety Information Bulletin

SIB No.: 2013-19
Issued: 14 November 2013

Subject: **Non-stabilized Approach followed by Runway Overrun at Lyon "Saint Exupéry" Airport**

Ref. Publications: Airbus Service Information Letter (SIL) 22-039 Revision 04, dated 04 October 2011.
Airbus Service Bulletin (SB) A320-22-1089 Revision 10, dated 05 November 2004.
Airbus SB A320-22-1090 Revision 11, dated 20 July 2004.
Airbus SB A320-22-1103 Revision 04, dated 13 March 2004.
Airbus SB A320-22-1116 Revision 04, dated 29 March 2004.
Airbus Letter to Fleet Managers, Flight Safety Officers and Flight Operations Managers, Ref. ME 1333744, dated 31 July 2013.

Applicability: Airbus A319 aeroplanes with CFM56 or IAE V2500 engines, A320 aeroplanes with CFM56 engines, and A321 aeroplanes with CFM56 or IAE V2500 engines.

Description: Following an instrument landing system (ILS) approach, during night, in rainy condition, an A321 aeroplane experienced a runway overrun.

Investigation revealed that the approach was not stabilized with an overspeed of 19 knots (kts) over the runway threshold, followed by a long flare (18 seconds) with touchdown far beyond the touchdown zone. The aeroplane exited the runway at 75 kts and came to rest around 300 meters beyond the end of the runway.

During the final approach, at 150 feet Radio Altimeter (RA) altitude, the corrected airspeed of the aeroplane was 165 kts (24 kts overspeed). Auto thrust (ATHR) in Speed/Mach mode commanded an undue N1 increase up to 70%.

At this stage of the investigations, it is identified that the main contributor to this runway overrun was a non-stabilized approach not followed by a go-around. Auto Thrust misbehaviour in case of large overspeed led to an unexpected thrust increase, which is considered as a contributor to the long flare.

This is information only. Recommendations are not mandatory.

This Auto Thrust characteristic, reported as "Spurious thrust increase during approach", was initially found in 1996 and a recommended fix was developed and introduced in Flight Guidance (FG) Second Generation (2G) standard (std) "C8/I8" in 2001.

The number of affected aeroplanes is estimated at 385 when Legacy Flight Management Guidance Computer (FMGC) P/N B398xxxxxx or P/N B546xxxxxx are fitted. Some operators have chosen not to implement the optional upgrade that improves the Auto Thrust behaviour. The FG 2G std "C8/I8" is available through Airbus (optional) SB A320-22-1089, SB A320-22-1090, SB A320-22-1103 and SB A320-22-1116.

Airbus has recently put in place an incentive programme (see Airbus Letter Ref. ME 1333744 dated 31 July 2013) to replace the FMGC Legacy by the FMGC equipped with FMS2 and FG, providing ROW/ROPS (Runway Overrun Warning/Runway Overrun Protection System) and AP/TCAS (Autopilot/Traffic Collision Avoidance System) capabilities. Information is also available through Airbus SIL 22-039.

It has been determined that the ROPS function, which is also part of the optional modification specified above, would have triggered a «RUNWAY TOO SHORT» aural alert before touchdown.

At this time, the safety concern described in this SIB is not considered to be an unsafe condition that would warrant Airworthiness Directive (AD) action under [EU 748/2012](#), Part 21.A.3B.

Recommendation(s): Flight crews should follow the Aircraft Flight Manual procedures during normal and abnormal operation which take into account conditions which could impact landings.

Flight crews are reminded that a go-around decision is the safer solution to a non-stabilized approach, and that landing could be more difficult with overspeed, contaminated runway, and under tail wind conditions.

Operators are recommended to upgrade the Legacy FMGC FG 2G B398/B546, known as FMS1 standard, to the standard FMGC FG 2G C8/I8, or a later improved FMGC standard, known as FMS2 standard that avoids the identified Auto Thrust misbehaviour.

Contact(s): For further information contact the Safety Information Section, Executive Directorate, EASA. E-mail: ADs@easa.europa.eu.

For further technical information or advice, or to obtain copies of the referenced service publications, contact:
Airbus – Airworthiness Office – EIAS,
Fax +33 5 61 93 44 51,
E-mail: account.airworth-eas@airbus.com.

This is information only. Recommendations are not mandatory.

BEA

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

10 rue de Paris
Zone Sud - Bâtiment 153
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