

2 9 JUIN 2012

T.G.I. DE PARIS

20405

Cour d'Appel de Paris

Tribunal de Grande Instance de Paris

Cabinet de Madame Sylvia ZIMMERMANN

Vice Présidente chargée de l'Instruction

Monsieur Yann DAURELLE

Juge d'Instruction

Nº du Parquet: 0915408221

Nº Instruction: 2369/09/52

Qualifications:

Homicides involontaires

(victimes vol AF 447 Rio de Janeiro/Roissy Charles de Gaulle)

le 1^{er} juin 2009

RAPPORT D'EXPERTISE

Charles MAGNE, Expert près la Cour d'Appel de Bordeaux Mi de Vale. Alain de VALENCE, Expert près la Cour d'Appel de Lyon Eric BRODBECK, Expert ayant prêté serment Michel BEYRIS, Expert ayant prêté serment Hubert ARNOULD, Expert près la Cour d'Appel de Reims



Table des matières

1	GLOS	SAIRE		<u>11</u>
2	EXPERTISE		<u>15</u>	
	2.1 N	Mission		<u>15</u>
	2.2 I	a collà	ge d'experts	1 9
	2.3 I	Déroule	ment de la mission	<u>19</u>
	2.3.	1 Ava	ant la récupération des enregistreurs	<u>19</u>
	2.3.	2 Apr	rès la récupération des enregistreurs	<u>23</u>
	2.3.	3 Fin	des travaux de M. Hubert Arnould	<u>26</u>
3	LES F	AITS		<u>27</u>
4	AVAN	T L'AC	CCIDENT	<u>28</u>
	4.1 I	Les acte	urs principaux	<u>28</u>
	4.1.	1 Air	France	28
	2	1.1.1.1	Présentation de la compagnie	
		1.1.1.2	Organisation des Opérations aériennes	
	2	1.1.1.3	Organisation de la sécurité des vols	
	2	1.1.1.4	La Formation	
4.1.1.5 Division de Vol A330/340		1.1.1.5		
		•		
4.1.2.1 Présentation générale		36		
		1.1.2.2	Organisation générale	
	4	1.1.2.3	Organisation de la certification	
	4	1.1.2.4	Formation et opérations	
	2	1.1.2.5	Suivi des incidents et accidents	
	4.1.	3 Tha	ıles	
	4	1.1.3.1	Présentation générale	38
	4	1.1.3.2	Organisation de la certification et suivi des incidents	
	4	1.1.3.3	Responsabilités dans les différents domaines	
	4.1.	4 EA	SA	
	4	1.1.4.1	Présentation générale	<u>41</u>
	4	1.1.4.2	Responsabilités dans les différents domaines	
	4	.1.4.3	Calendrier de transfert des responsabilités et des moyens	
	4.1.	5 Dir	ection Générale de l'Aviation Civile (DGAC)	
	4	1.1.5.1	Présentation générale	
		1.1.5.2	Un Directeur Général de l'Aviation Civile	
		1.1.5.3	La Direction du Transport Aérien	
		1.5.4	La Direction de la Sécurité Aérienne	
		1.5.5	La Direction de la Navigation Aérienne	
				<u></u>



TGI de Paris. N° Instruction : 2369/09/52. N° du Parquet : 0915408221

4.1.5.6	L'Organisme du Contrôle en Vol : (OCV)	
4.1.5.7	Calendrier des transferts de responsabilités	
4.1.5.8	Surveillance de l'exploitant Air France	<u>49</u>
4.1.6 Bu	reau Enquêtes et Analyses (BEA)	<u>54</u>
4.1.6.1	Présentation	54
4.1.6.2	Organisation	
4.1.6.3	Enquête de sécurité	
4.1.7 Org	ganisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI)	
4.1.7.1	Présentation	56
4.1.7.2	Organisation	
4.1.8 L'E	quipagequipage	
4.1.8.1	Les Pilotes.	<u>57</u>
4.1.8.2	Le personnel de cabine	<u>59</u>
4.2 Les incie	dents de givrage de sondes anémométriques (sondes Pitot) avant 1er juin 2009.	<u>61</u>
4.2.1 His	torique	61
4.2.1.1	Introduction	
4.2.1.2	Cadre réglementaire	
4.2.1.3	Incidents recensés	
	itement des évènements	
4.2.2.1	Collecte et traitement des informations par Air France	
4.2.2.2	Collecte et traitement des informations par le bureau Enquêtes et Analyses	
4.2.2.3	Collecte et traitement des informations par la DGAC	
4.2.2.4	Collecte et traitement des informations par l'EASA	
4.2.2.5	Collecte et traitement des informations par le constructeur Airbus	
4.2.2.6	Traitement des informations par Thalès	
_	ploitation des évènements de givrage de sondes anémométriques	
	Généralités	<u>74</u>
	La procédure UNRELIABLE SPEED INDICATION et l'alarme STALL	
WARNI	NG	<u>76</u>
4.2.4 Étu	de sur le vécu des évènements par les équipages d'Air France	<u>80</u>
4.2.4.1	Introduction	80
4.2.4.2	Paramètres du questionnement	
4.2.4.3	Analyse des diagrammes	
4.2.5 La	Formation des pilotes	
4.2.5.1	Cadre réglementaire	93
4.2.5.2	La formation chez Air France.	
4.2.5.3	Qualification de type A320	<u>95</u>
4.2.5.4	Stages complémentaires sur A320	
4.2.5.5	CCQ (CrossCrew Qualification)	
4.2.5.6	ECP (Entraînements et Contrôles Périodiques) A320	
4.2.5.7	ECP (Entraînements et Contrôles Périodiques) A330-A340	<u>97</u>
4.2.5.8	Journée 4S 2008	
4.2.5.9	Acquis antérieurs en rapport avec l'évènement	<u>99</u>
4.3 La certif	ication	<u>101</u>
121 04.	. (1). (101



		4.3.2 Certification de l'Airbus A330	<u>101</u>
		4.4 Documentation operationnelle	<u>101</u>
		4.4.1 Airbus	101
		4.4.1.1 FCOM	
		4.4.1.2 QRH	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
		4.4.1.3 FCTM	<u>112</u>
		4.4.2 Air France	<u>122</u>
		4.4.2.1 Manuel d'exploitation	<u>122</u>
		4.5 Gestion de la navigabilité de l'A330 F-GZCP	<u>129</u>
		4.5.1 Situation réglementaire de l'avion F-GZCP	<u>129</u>
		4.5.2 Le maintien de la navigabilité de l'avion	<u>129</u>
		4.5.2.1 Introduction	
		4.5.2.2 Visites de maintenance en base	
		4.5.2.3 Maintenance en ligne	
		4.5.2.4 Incidents rencontrés par l'avion depuis sa mise en service	
,		4.5.3 Situation au 31 mai 2009	<u>134</u>
	5	DESCRIPTIF DE L'A330-200	<u>137</u>
		5.1 Identification	<u>137</u>
		5.2 Descriptif (A330)	<u>138</u>
		5.2.1 Utilisation comparative de l'avion	<u>138</u>
		5.2.2 La fiabilité des avions modernes et la sécurité	<u>139</u>
		5.3 Commandes de vol	<u>141</u>
		5.3.1 Descriptif	141
		5.3.1.1 Principe de base :	
		5.3.1.2 Commandes dans le cockpit	<u>143</u>
		5.3.1.3 Calculateurs de commandes de vol	<u>143</u>
)		5.3.2 Lois de pilotage et protections	
,		5.3.2.1 Loi Normale	
		5.3.2.2 Lois dégradées	
		5.4 Instruments de navigation	148
		5.4.1 Panneaux Cockpit	
		5.4.2 PFD	<u>149</u>
		5.4.3 ND	<u>149</u>
		5.4.4 ISIS	<u>150</u>
		5.4.5 EWD	<u>150</u>
		5.5 Philosophie de contrôle des systèmes et de gestion des pannes	<u>151</u>
		5.5.1 Automatismes	<u>151</u>
		5.5.2 Utilisation ECAM	<u>153</u>

	5.6	6 Gestion des moteurs		153
	5.7	7 Les équipements et systèmes de l'Airbus A330		155
		5.7.1.1	Logiciels Commandes de Vol et Calculateurs	<u>155</u>
		5.7.1.2		
		5.7.1.3	&	
		5.7.1.4	Equipements optionnels	<u>157</u>
5	LE	VOL AF	447	159
	6.1	Avant le	e décollage	<u>159</u>
	6	.1.1 L'é	équipage durant l'escale	<u>159</u>
		6.1.1.1	Hébergement	<u>159</u>
	6.	.1.2 Le	personnel d'escale	<u>161</u>
		6.1.2.1	Le Chef d'escale	<u>161</u>
		6.1.2.2	Traitement de l'avion	<u>161</u>
		6.1.2.3	Prestations équipage	<u>161</u>
	6.	.1.3 La	préparation du vol	<u>162</u>
		6.1.3.1	Rappel du cadre réglementaire	<u>162</u>
		6.1.3.2	Moyens disponibles à l'escale de RIO	<u>163</u>
		6.1.3.3	Préparation des Vols Centralisée	
		6.1.3.4		
	6.2	Le vol	lécoupé en séquences	<u>169</u>
	6.	.2.1 Du	décollage au FL 350	<u>169</u>
	6.	.2.2 En	croisière jusqu'au point INTOL	
		6.2.2.1	Avant début d'enregistrement CVR	
		6.2.2.2	Après début d'enregistrement CVR (00h09.14)	
	6.	.2.3 En	croisière du point INTOL à l'arrivée de l'OPL de renfort	<u>175</u>
			l'arrivée de l'OPL de renfort à la première alarme	
	6.	.2.5 De	la première alarme au décrochage	<u>181</u>
		6.2.5.1	02h08.00 à 02h10.04	<u>183</u>
		6.2.5.2	02h10.04 à 02h10.14	<u>186</u>
		6.2.5.3	02h10.14 à 02h10.26	
		6.2.5.4	02h10.26 à 02h10.32	
		6.2.5.5	02h10.32 à 02h10.49	
	_	6.2.5.6	02h10.49 à 02h11.12	
	6.		décrochage au retour du Commandant de Bord	
		6.2.6.1	De 02h11.12 à 02h11.42	<u>211</u>
	6.	2.7 Du	retour du Commandant de Bord à la fin des enregistrements	<u>215</u>
		6.2.7.1	De 02h11.42 à 02h12.13	
		6.2.7.2	De 02h12.13 à 02h12.26	
		6.2.7.3	De 02h12.26 à 02h12.44	
		6.2.7.4	De 02h12.44 à 02h13.18	
		6.2.7.5	De 02h13.18 à 02h13.59	
		6.2.7.6	De 02h13.59 à 02h14.27	
	6.3	Synthès	e Vol découpé en séquences	236

6.4	TEMOIC	GNAGES	.239
6.	4.1 Iber	ria 6024 (Commandant de Bord)	. 239
	6.4.1.1	Fonction et expérience du témoin	239
	6.4.1.2	Ligne et route suivie	
	6.4.1.3	Horaires de passage des points de reports	. <u>240</u>
	6.4.1.4	Type d'avion	. <u>240</u>
	6.4.1.5	Préparation du vol	
	6.4.1.6	Constats sur la situation météorologique rencontrée	. <u>24(</u>
	6.4.1.7	Décisions d'évitements des masses orageuses	
	6.4.1.8	Utilisation du radar	
	6.4.1.9	Organisation des temps de repos	
	6.4.1.10		
	6.4.1.11	Communications avec le centre de contrôle ATLANTICO	
6.	4.2 Iber	ia 6024 Officier Pilote	<u>242</u>
	6.4.2.1	Fonction et expérience du témoin	<u>242</u>
	6.4.2.2	Ligne et route suivie	. <u>242</u>
	6.4.2.3	Horaires de passage des points de reports	. <u>242</u>
	6.4.2.4	Type d'avion	. <u>242</u>
	6.4.2.5	Préparation du vol	
	6.4.2.6	Constats sur la situation météorologique rencontrée	
	6.4.2.7	Décisions d'évitements des masses orageuses	
	6.4.2.8	Utilisation du radar	
	6.4.2.9	Organisation des temps de repos	
	6.4.2.10	Commentaires du témoin	
6.	4.3 Air	France 459	. <u>244</u>
	6.4.3.1	Fonction et expérience du témoin :	<u>244</u>
	6.4.3.2	Ligne et route suivie :	. <u>244</u>
	6.4.3.3	Horaires de passage des points de reports	. <u>244</u>
	6.4.3.4	Type d'avion:	
	6.4.3.5	Préparation du vol:	
	6.4.3.6	Constats sur la situation météorologique rencontrée :	
	6.4.3.7	Décisions d'évitements des masses orageuses :	
	6.4.3.8	Utilisation du radar :	
	6.4.3.9	Organisation des temps de repos :	
	6.4.3.10	Commentaires du témoin	
_	6.4.3.11	Communications avec le centre de contrôle ATLANTICO	
6.4		France 459 (second témoignage)	
	6.4.4.1	Fonction et expérience du témoin.	
	6.4.4.2	Ligne et route suivie	
	6.4.4.3	Horaires de passage des points de reports :	
	6.4.4.4	Type d'avion:	
	6.4.4.5	Préparation du vol:	
	6.4.4.6	Constats sur la situation météorologique rencontrée :	
	6.4.4.7	Décisions d'évitements des masses orageuses :	
	6.4.4.8	Utilisation du radar :	
	6.4.4.9	Organisation des temps de repos:	
_	6.4.4.10	Commentaires du témoin	
6.	/1.5 Air-1	France 155	240

	6.4.5.1	Fonction et expérience du témoin :	249
	6.4.5.2	Ligne et route suivie	
	6.4.5.3	Horaires de passage des points de reports :	249
	6.4.5.4	Type d'avion :	
	6.4.5.5	Préparation du vol:	
	6.4.5.6	Constats sur la situation météorologique rencontrée :	
	6.4.5.7	Décisions d'évitements des masses orageuses :	
	6.4.5.8	Utilisation du radar :	
	6.4.5.9	Organisation des temps de repos :	
	6.4.5.10	Commentaires du témoin :	
6.4		France 455 (second témoignage)	
	6.4.6.1	Fonction et expérience du témoin :	
	6.4.6.2	Ligne et route suivie	
	6.4.6.3	Horaires de passage des points de reports :	
	6.4.6.4	Type d'avion:	
	6.4.6.5	Préparation du vol :	
	6.4.6.6	Constats sur la situation météorologique rencontrée :	
	6.4.6.7	Décisions d'évitements des masses orageuses :	
	6.4.6.8	Utilisation du radar :	
	6.4.6.9		
	6.4.6.10	Organisation des temps de repos :	
		Commentaires du témoin :	
5.4		France 443	
	6.4.7.1	Fonction et expérience du témoin :	
	6.4.7.2	Ligne et route suivie	
	6.4.7.3	Horaires de passage des points de reports :	
	6.4.7.4	Type d'avion :	
	6.4.7.5	Préparation du vol:	
	6.4.7.6	Constats sur la situation météorologique rencontrée :	
	6.4.7.7	Décisions d'évitements des masses orageuses :	
	6.4.7.8	Utilisation du radar :	
	6.4.7.9	Organisation des temps de repos :	
	6.4.7.10	Commentaires du témoin :	. <u>255</u>
5.4	4.8 Air 1	France 443 (Deuxième témoignage)	<u>255</u>
	6.4.8.1	Fonction et expérience du témoin :	. 255
	6.4.8.2	Ligne et route suivie.	
	6.4.8.3	Horaires de passage des points de reports :	
	6.4.8.4	Type d'avion :	
	6.4.8.5	Préparation du vol :	256
	6.4.8.6	Constats sur la situation météorologique rencontrée :	
	6.4.8.7	Décisions d'évitements des masses orageuses :	
	6.4.8.8	Utilisation du radar :	
	6.4.8.9	Organisation des temps de repos :	
	6.4.8.10	Commentaires du témoin :	
_			
5 .4		France 443 (Troisième témoignage)	
5.4	4.10 Au	tres témoignages	. <u>258</u>
	6.4.10.1	VOL AIR COMET (Lima/Madrid) du 31/05/2009	. <u>258</u>
	6.4.10.2	·	
		Vol TAM 8089 (Paris CDG/Guarulhos)	

	6.4.10.4	Vol TAP 156	<u>26(</u>
	6.4.10.5	Vol TAP 178	<u>260</u>
	6.4.10.6	Communications avec le centre de contrôle ATLANTICO	260
	6.4.10.7	Vol Lufthansa 507	<u>260</u>
	6.4.10.8	Vol Air France 401 (Santiago / Paris CDG)	
7	ADDEC LACO	CIDENT	
,			
	7.1 Organisat	tion des secours	<u>261</u>
	7.1.1 Décl	enchement des alertes	<u>261</u>
	7.1.2 Phas	ses de recherche	<u>263</u>
	7.2 Examen 6	et analyse des débris	<u>264</u>
	7.2.1 D éb	oris retrouvés en juin 2009	<u>26</u> 4
	7.2.1.1	Le radôme	265
		Les masques à oxygène de la cabine passagers (PSU)	
		Les galleys	
		Les trolleys	
		Carénages de rails de volets	
		La dérive	
		La bielle « 36G »	
		Le spoiler N° 1	
		Les dado panels (panneaux de plinthes)	
		ris remontés en mai 2011	
		Le THS Actuator.	
		Le siège PF (place droite).	
		Le siège PNF (place gauche)	
		Calculateurs et cartes immergés	
	7.3 Sondes P	itot	<u>280</u>
		orique, certification, évènements marquants et évolutions techniques	
		Atmosphère givrante	<u>282</u>
		Réglementation	
	7.3.1.3	Procédure de qualification et certification des équipements installés sur A	
	7 2 1 4	Outlibration at a self-ration data and THALES AA (compatible signary)	
		Qualification et certification de la sonde THALES AA (aspect givrage).	
		Essais de qualification selon règlement STPA CIN3 N° 42067 (1983)	
		Essais de qualification suivant la DCR SP 0001-01	
		Essais de qualification suivant les exigences de la JAR 25	
		Essais de givrage à DGA/EP	
		Essais de perméabilité des systèmes de drainage	
	7.3.1.10	Examen par DGA/EP SACLAY	
	7.3.1.11	Etude des sondes analysées par DGA/EP et impliquées dans des inciden	
		erronées, survenus sur la flotte A330/340 d'Air France entre le 10 mai 2008	
		2009	
	7.3.1.12	Expertise du processus de qualification des sondes de pression	
	7.3.1.13	Expertise du système de réchauffage des sondes Pitot de l'A330	<u>301</u>
		yse du règlement CS25 Appendix C , ses limites	
	7.3.2.1	Définition de l'atmosphère givrante (CS25 Amdt 5 septembre 2008)	303

7.3.2.2	Les paramètres du vol AF447 (rappel)	
7.3.2.3	Pertinence du standard de certification CS25 Appendix C	
7.3.2.4	Position de l'EASA	
7.3.2.5	CONCLUSIONS CONCERNANT LES SONDES ET LEUR SYSTEME DE	
	UFAGE	
7.4 Autres I	nvestigations	<u>307</u>
7.4.1 Ana	alyse des messages ACARS	. <u>307</u>
7.4.2 Sim	ulateur	. <u>308</u>
7.4.2.1	Séance du 20 aout 2009	.309
7.4.2.2	Séance du 18 octobre 2009	
7.4.2.3	Séance du 01 décembre 2009 :	
7.4.2.4	Séance du 06 juillet 2010	. <u>311</u>
7.4.2.5	Séance du 25 août 2011	
7.4.3 Vol	de démonstration	. <u>313</u>
7.4.3.2	Mission de M. MAGNE au cours du vol de démonstration:	. <u>316</u>
7.4.4 CN	ES	317
7.4.5 IMA	ASSA	.318
7.4.6 Aut	opsies	.318
7.5 Ouvertur	re des enregistreurs et extraction des données	.319
7.5.1 FDI	R et CVR	. <u>319</u>
7.5.2 FM	GEC, FCDC, QAR et ISIS	. <u>321</u>
7.5.2.1	QAR	.322
7.5.2.2	FCDC	
7.5.3 FM	GEC	. <u>324</u>
	S	
7.5.5 Exp	loitation des données	325
-	FMGEC	
	ISIS	
	après l'accident	
7.6.1 Airt	ous	328
7.6.2 EAS	SA	<u>328</u>
7.6.3 Air	France	.329
7.6.3.1	Mission interne	329
7.6.3.2	Mesures immédiates après l'accident :	329
7.6.3.3		
TRANSCRIPT	ΓΙΟΝ CVR	<u>331</u>
CONCLUSION	No	245
CONCLUSIO	NS	<u>345</u>
RÉPONSE A	UX DEMANDES D'ACTES DES PARTIES CIVILES	348
10.1 Maître	VON JEINSEN	348

8

10.2	FENVAC, Maître BUSY348
10.3	AIRBUS, Maître N'DAYE349
10.4	HIOP 447, Maître CROLOW
10.5	Maître PAPIN350
10.6	Maître BOUAZIZ
10.7	Maître BOTTAI
10.8	Maître VENA351
10.9	Maître JAKUBOWICZ <u>351</u>
10.10	Maître BELLECAVE
10.11	Maître ROY
10.12	Maître GUIDICELLI
10.13	Maître BOGUET353
10.14	Maître RAPPAPORT
10.15	Maître GOSSET <u>354</u>
10.16	Maîtres RAPPAPORT et GOSSET
10.17	Monsieur SOULAS
10.18	Maître SCHMIDT354
10.19	Maître MAZUR
DEP	OT DU RAPPORT356
AND	PVFC

11

1 GLOSSAIRE

ACARS Aircraft Communication Adressing and Reporting System (Systeme de transmission de données)

ADIRS Air Data and Inertial Reference System ADIRU Air Data and Inertial Reference Unit

ADM Air Data Module (ensemble de gestion des données de pression)

ADR Air Data Reference (Sytème d'élaboration des données barométriques et anémométriques)

AF Air France

AFM Air France Maintenance
AMS Aircraft Modification Status
ANTI ICE Système d'Anti Givrage

AOA Angle Off Attack (Angle d'Incidence)
AP Auto Pilot (Pilote Automatique)

APU Auxiliary Power Unit (Groupe Auxiliaire pour délivrer de l'énergie électrieu ou pneumatique)

ASR Air Safety Report (Rapport d'évèment engeant la sécurité)

ATA Ir Transport Association Chapter Number (Référence de c lassement d'éléments de maintenance)

ATHR AutoThrust (Auto Manette, application automatique de la poussée)

ATL Aircraft Technical Log

ATPL Airline Transport Pilot License (Licence de Pilote de Ligne)
ATR Acceptance Test Report (compte rendu de test de validation)

BEA Bureau Enquètes et Analyses

BITE Built In Test Equipement (banc de test intégré)

BUSS Back Up Speed Scale (Systeme de secours d'indcation de vitesse)

CAS Calculated Air Speed (vitesse corrigée)
CAT Clear Air Turbulence (Turbulence en air clair)
CCO Centre de Coordination des Opérations (Air France)

CCP Chef de Cabine Principal

CCQ Cross Crew Qualification (Programme de qualification adapté pour pilote qualifié sur un avion de la même famille)

CCS Caracas (Aéroport)
CdB Commandant de Bord
CDB Commandant de Bord
CDG Charles de Gaulle (Aéroport)

CDL Configuration Deviation List (Liste de tolérances techniqes pour le départ)

CEN Certificat d'Examen de Navigabilité

CMC Central Maintenance Computer (Calculateur de maintenance)

CMS Central Maintenance System (Système global de maintenance centralisé regroupant documentation et outils informatiques.

CNES Centre National d'Etudes Spatiales

CPDLC Controller-Pilot Data Link Communication (communication par transmission de donées)

CPT Captain (signifie également le coté des informations sélectionnées:gauche)

CRNA Centre Régional de la Navigation Aérienne

CS25 Certification Specifications 25 (Norme de Certification)

CSS Certificat de Sécurité et Sauvetage CTA Certificat de Transporteur Aérien

CVR Cokpit Voice Recorder (Enregistreur de conversation du cockpit)

DCR Design Change Reference (Dossier de Modiication)

DCS Direction du Contrôle de la Sécurité

DFDR Digital Flight Data Recorder (enregistreur de paramètres)
DGA Délégation Général à l'Armement (Ministère de la Défense)

DGA/EP Délégation Générale à l'Armement Essais Propulseurs (Ministère de la Défense)
DGA/TA Délégation Générale à l'Armement Technique Aéronautique (Ministère de la Défense)

DGAC Direction Générale del'Aviation Civile
DOA Directeur des Opérations Aériennes
DSAC Direction dela Sécurité de l'Aviation Civile

DSAC IR Direction dela Sécurité de l'Aviation Civile Echelons Régionaux DSAC NO Direction dela Sécurité de l'Aviation Civile Normes et Opérations

DSNA Direction de La

DTA Direction des Transports Aérien

EASA European Aviation Safety Agency (Agence Européenne de Sécurité de l'Aviation)

ECAM Electronic Centralized Aircraft Monitoring (Ecran sur lequel apparait entre autre les messages de panne)

ECCAIRS European Coordination Center for Accident and Incident Reporting System
ECP Entrainement Complémentaire Périodique (séance d'entrainement au simulateur)

EFIS Electronic Flight Instrument System

EGPWS Enhanced Ground Proximity Warning System(Système d'alarme de proximité du sol)

ENAC Ecole Nationale de l'Aviation Civile

ENG Engine (Moteur)

EV

EPA Etablissement Public Administratif EPN Pôle d'Expertise du Personnel Navigant

ETOPS Extended Twin Opérations (Exploitation d'un avion bimoteur sur une route à une distance supérieure à 60 minutes d'un

aérodrome adéquat) Enregistreurs de Vol

EWD Engine Warning Display (Ecran de visualisatino des paramètres moterur)

F/O First Officer (signifie également le coté des informations sélectionnées:droite)

FADEC Full Authority Digital Engine Control (Moteur géré par Commandes Numériques)

FAR 145 Règlement de Maintenance

FCDC Flight Control Data Concentrator (gestion de données des commandes de vol)

FCL Flight Crew License (License equipage)

FCMC Fuel Control and Monitoring Computer (Calculateur de gestiion du carburant)

FCOM Flight Crew Opérationnal Manuel (Manuel des techniques d'utilisation Avion à usage de l'équipage)

FCTM Flight Crew Training Manual (Manuel de connaissances à usage de l'équipage)

FCU Flight Control Unit

FCU Flight Control Unit (Bandeau supérieur du tableau de bord)

FD Flight Director (Directeur de vol, barres du PFD qui déterminent l'attitude à tenir pour suivre une trajectoire)

FDR Flight Data Recorder (Enregistreur de Paramètres)
FE Flight Examiner (Contrôleur du personnel navigant)

FIR Flight Information Region(Espace aérien où est rendu le service d'information)

FIT Front InterTropical (Zone orageuse voisine de l'Equateur)

FL Flight Level (Niveau de Vol)
FLT REST Poste Repos de l'équipage

FMA Flight Mode Annonciator (Panneau annociateur de mode, partie supérieure du PFD)
FMGC Flight management and guidance computer (Calculateur de gestion du vol et de guidage)

FMGEC Flight Management Guidance and Envelope Computer (Calculateur de guidage et de protection du domaine de vol)

FMGS Flight Management and Guidance System (Système de Gestion du vol et de Guidage)

FMS Flight Management (System Système de gestion du vol)

GEN MSS Manuel de la Compagnie Air France qui regroupe les consignes de sécurité et sauvetage)

GEN OPS Manuel de la Compagnie Air France qui regroupe les consignes opérationnelles

GEN.DAN Manuel de la Compagnie Air France qui regroupe les consignes de sécurité et sauvetage)

GEN.SOL Manuel de la Compagnie Air France qui regroupe les consignes relatives aux matières dangereuses

GEN.SUR Manuel de généralités sur la sûreté

GP Passager bénéficiant de conditions tarifaires

GPR Guide et Pratiques Recommandées

GPS Groud Positionning System (Systeme de localisation)
GSAC Groupement pour la sécurité de l'Aviation Civile

GTA Gendarmerie des Trans[ports Aériens

HDG Heading (Cap)

HF Hight Frequency (Système de communications utilisant la bande Haute Fréquence)

IAC Information Aéronautiques Complémentaires IAS Indicated AirSpeed (Vitesse Indiquée)

ILS Instrument Landing System (système de guidage à l'atterrissage)

IMASSA Institut Médical Aéronautique de Santé des Armées

IMC Instrument Meteorological Conditions (conditions de vol aux instruments)

IPC Illustrated Parts Catalog

IR Inertial Reference (information de référence inertielle)

IRS Inertial Reference System (Systeme qui élabore la position inertielle)

ISIS Integrated Standby Instrument System (Instrument de secours regroupant plusieurs onformations)

ISRO In Service Reportable Occurrence (rapport d'évènement)

JAR Joint Aviation Requirements (Règlementation Européenne)

KTS Abrévation pour Noeud (unité de vitesse: 1 mile marin par heure)

MAC Manuel Aéronautique Complémentaire

MCDU Multipurpose Control & Display Unit (Ecran multifonctions)
MCT Maximum Continuous Thrust (poussée maximum continue)
MCT TP Manuel Complémentaire Technique Transport Public
MEAS Mission Evaluation Amélioration de la Sécurité

MEL Minimum Equipement List (Liste des équipements minmum requis)

METAR Observation météorologique

METAR Observation météorologique d'aérodrome MGN Manuel de Gestion de la Navigabilité

MMA

MMEL Master Minimum Equipement List (Liste des équipements minmum requis)

MMO Mach Maximum en Opérations

MOE Manuel des Opératins d'Entretien
MSN Manufacter's Seril Number

MTO Météorologie

MTOW Maximum Take Off Weight (Masse maximale au décollage)
ND Navigation Display (Ecran de navigation de la planche de bord)

NOTAM Notice To Airmen (informations sur les aéroports, les infrastrucutres et les espaces aériens)

OACI Organisation Internationale de l'Aviation Civile

OCV Organisme du Contrôle en Vol
OEB Operating Engeenering Bulletin
OPJ Officier de Police Judicière
OPL Officier pilote (Co-pilote)
OPS Opérations (aériennes)
OSV Officier de Sécurité des Vols

PART 145 Règlementation relative à la maintenance PART M Règlementation relative à la maintenance PCB Personnel Complémentaire de Bord

PF Pilote en Fonction (c'est le pilote, qui pour l'étape considérée est en charge du pilotage et de la trajectoire)

PFD Primary Flight Display (Ecran principal situé sur la planche de bord, avec entre autre la repésentation de l'horizon artificiel)

PFR Post Flght Report (enregistrement de données récupérable après le vol)

PHC Probe Heat Computer (calculateur de réchauffage des sondes)
PHR Plan Horizontal Réglable (parie horizontale de l'empennage)

PN Personnel Navigant

PNC Personnel Navigant Commercial

PNF Pilote Non en Fonction C'est le Pilote, qui pour l'étape considérée est en charge des communications)

PNT Personnel NavigantTechnique (Pilotes)

PPV Lieu de préparation des vol PRIM Primary (Calulateur Primaire) PSE Plan de Sécurité de l'Etat

PSU Passenger Service Unit (Boitier des masques à oxygène)

QAR Quick Access Recorder (données du vol d'accès rapide et non protégé)

OCM Questions à Choix Multiples

QRH Qick Reference Hand Book (livret de procédures)

QT Qualification de Type

REC MAX Niveau Maximale Recommandé

RESEDA

RMP Radio Management Panel (panneau des commandes de radio communication)

RNP

RTLU Ruuder Travel Limiting Unit

RVSM Rdeuced Vertical Separation Minimum (Espace aérien où la séparation verticale est réduite)

SAS

SATCOM Satellite Communication

SD System Display (écran de visualisation)

SEC Flight Control Secondary Computer (Calculateur secondaire de commandes de vol)

SELCAL Selective Call (système d'appel)

SFI Instructeur sol

SGS Systeme de Gestion de la Sécurité

SIGMET Message métérologique informant de phénomènes significatifs

SPD Speed (Virtesse)

SR GTA Section de Recherches de la Gendarmerie des Transports Aériens

STALL Décrochage (Perte de sustentation)

STPA

TAF Prévision météorologique

TAF Prévision météoroologique d'aérodrome
TAM Compagnie Aérienne Portuguaise
TAP Compagnie Aérienne Brésilienne

TCAS Taffic Collision Avoidance System (Systeme pour prévenir des collisions en vol)

TEMSI Carte Météorologique du temps significatif

THR Thrust (Poussé)

THS Trimable Horizontal Stabilzer (Plan Horizontal Réglable PHR)

TKR/FPA Track/Flight Path Angle (Route ou plan de descente)

TOGA Take Off and Go Around (Poussé au décollage ou en remise de gaz)
TRI Type Rating Instructor Instructeur pour la qualification de type
TRTO Type Rating Training Organization Organisme de formation

TU (Manue del) Technique Utilisation

TU Temps Universel (GMT)

V MAX Maximum Operating Speed (vitesse maximale en opérations)

 $V \alpha MAX$ Vitesse à l'incidence maximum



 $V \alpha PROT$ Vitesse à l'incidence maximale avec protections

VA PP Vitesse d'approche

VHF Very High Frequency Fréquence de communication dans la gamme des hautes fréquences

VMO Vitese maximale en opérations

VREF Vitesse de référence

VS Vertical Speed (Vitesse Verticale)

VSV Vol Sans Visibilité

WX TURB Weather Turbulence (Position sélectée du radar qui permet d'identifier les zones de turbulence)

2 EXPERTISE

2.1 MISSION

Madame Sylvia ZIMMERMANN, Vice-Président de l'instruction et Monsieur Yann DAURELLE, Juge d'instruction au tribunal de Paris ont confié le 15 juillet 2009 la mission suivante aux experts :

« Nous avons l'honneur de vous prier de bien vouloir déterminer les causes de l'accident de l'aéronef AIRBUS A330-200 effectuant le vol AF 447 en provenance de RIO DE JANEIRO et à destination de PARIS CHARLES DE GAULLE qui s'est produit le 1^{er} juin 2009.

- A cet effet, vous voudrez bien, en liaison avec les Officiers de Police Judiciaire de la Section de Recherches de la Gendarmerie des Transports Aériens, et en collaboration avec le B.E.A, procéder aux actes suivants :
 - prendre connaissance, examiner et analyser les pièces de l'entier dossier d'enquête judiciaire qui seront mises à votre disposition par les services de la GTA
 - recueillir tous les éléments descriptifs du type de l'aéronef en cause,
 - briser les scellés apposés sur tous les éléments utiles à votre mission et les reconstituer à l'issue de vos opérations,
 - procéder à l'examen technique des éléments de l'épave récupérés,
 - faire procéder sur lesdits scellés, par le C.E.A.T. ou tout autre laboratoire compétent préalablement soumis à notre accord, à tous tests, analyses ou examens utiles à la compréhension des causes de la catastrophe,
 - procéder à l'analyse des données ACARS (système de transmissions de données de maintenance) transmises durant le vol et émettre un avis motivé à l'issue de cette analyse,
 - émettre un avis motivé sur le rapport du B.E.A. du 2 juillet 2009, et sur tous les autres rapports techniques qui pourront être établis, et dont nous vous transmettrons les copies dès leur obtention,
 - plus généralement, faire toutes observations utiles à la manifestation de la vérité.

Vous voudrez bien solliciter auprès de nous toute adjonction d'expert ou de spécialistes que vous estimerez indispensable à l'accomplissement de votre mission.

Les coûts relatifs aux analyses de laboratoires spécialisés, ou aux experts ou spécialistes que vous vous serez éventuellement adjoints devront nous être soumis pour accord ».

D6x16/

Le 30 novembre 2009, les experts ont reçu la mission complémentaire suivante :

« Nous avons l'honneur de vous prier de bien vouloir faire procéder, par le C.E.A.T. et le CEPr, ou tout autre établissement compétent, préalablement soumis à notre accord, à l'analyse et aux examens que vous jugerez utiles des sondes PITOT de toutes marques, des systèmes ADM. ADIRU.PHC, et plus généralement de tous systèmes associés ou équipements relatifs à l'AIRBUS A 330-200.

Plus généralement, vous voudrez bien faire toutes les observations utiles à la manifestation de la vérité ».

Le 30 novembre 2009, les experts ont reçu la mission complémentaire suivante :

« Nous avons l'honneur de vous prier de bien vouloir, individuellement ou collectivement, en fonction de la sphère de compétence de chacun d'entre vous, assister à l'audition par les services de la Section de Recherche de la Gendarmerie des Transports Aériens :

- de Monsieur Antoine du PONTAVICE, coordonnateur du vol AF 447 à l'aéroport de Rio de Janeiro, qui doit avoir lieu le 9 décembre 2009, dans les locaux de la SR GTA à Roissy, ou à toute autre de date, si celle-ci venait à être déplacée.
- de toute personnes utiles au sein de la Société Air France, de la Société AIRBUS INDUSTRIES, de la Société THALES, de la DGAC, de l'EASA.
- Et plus généralement de toutes personnes pouvant apporter une aide à la manifestation de la vérité,

et de leur poser toutes questions utiles.

Vous voudrez bien nous donner votre avis motivé sur les auditions ainsi effectuées, et plus généralement faire toutes observations utiles à la manifestation de la vérité. »

Le 4 mai 2010, les experts ont reçu la mission complémentaire suivante :

Dans le cadre de la mission d'expertise qui vous a été confiée selon nos ordonnances des 15 juillet et 7 septembre 2009 et des expertises subséquentes,

Vu votre rapport d'étape déposé le 31 mars 2010 et notre prorogation de délai au 31 décembre 2010,



Nous avons l'honneur de vous demander de bien vouloir répondre à la question suivante lorsque vous serez arrivé au terme de vos investigations :

L'accident aurait il pu être évité, et dans l'affirmative, par quels moyens ?

Plus généralement, vous voudrez bien faire toutes les observations utiles à la manifestation de la vérité.

➤ Le 13 décembre 2010 les experts ont reçu une ordonnance de prorogation de délai :

Attendu qu'il y a lieu, compte tenu des éléments et de la complexité des investigations restantes, de faire droit à la demande de l'expert et de prolonger le délai accordé pour le dépôt du rapport définitif au 30 octobre 2011.

Par ces motifs, prorogeons le délai initialement imparti aux experts et disons qu'ils devront déposer leur rapport en notre cabinet avant le 30 octobre 2011.

Le 19 août 2011 les experts ont reçu une ordonnance de prorogation de délai :

Attendu qu'il y a lieu, compte tenu des éléments et de la complexité des investigations restantes, de faire droit à la demande de l'expert et de prolonger le délai accordé pour le dépôt du rapport définitif au 30 juin 2012.

Par ces motifs, prorogeons le délai initialement imparti aux experts et disons qu'ils devront déposer leur rapport en notre cabinet avant le 30 juin 2012.



2.2 LE COLLÈGE D'EXPERTS

Les experts ont fait le choix de travailler en commun sur l'ensemble des sujets, quelles que soient les spécialités fines de chacun.

Ils ont développé une synergie par la mise en commun des expériences et autorisé une investigation ouverte et élargie au sein du Collège.

L'auto-contrôle ainsi mis en place a assuré un gage d'indépendance pour la conduite de la mission.

Le curriculum vitae de chacun des experts est joint en annexe.

- Hubert ARNOULD(363), Expert près la Cour d'Appel de Reims
- <u>Charles MAGNE(359)</u>, Expert près la Cour d'Appel de Bordeaux
- Alain de VALENCE(360), Expert près la Cour d'Appel de Lyon
- Eric BRODBECK (361), Expert ayant prêté serment
- Michel BEYRIS(364), Expert ayant prêté serment



2.3 DÉROULEMENT DE LA MISSION

2.3.1 AVANT LA RÉCUPÉRATION DES ENREGISTREURS

	16/07/09	Palais de Justice	Rencontre avec les Juges
	20 au 24/07/09	CEAT Toulouse	Réception et identification des débris en provenance du Brésil
	24 & 25/07/09	Cellule AF447	Examen de la procédure d'enquête judiciaire
	28/07/09	CEAT Toulouse	Définition de la mission confiée au CEAT
	29/07/09	AIRBUS + CEAT	Examen sur la chaîne de montage
	03/08/09	GTA Nice	Audition de M. Yann SIRVEN CdB Air Caraïbes
	13/08/09	AF Roissy	Service Analyse des Vols
	18/08/09	CEAT Toulouse	Réception et identification des débris en provenance de Toulon
	19/08/09	Air France	Organisation d'une séance de simulateur.
	20/08/09	Air France	Simulateur au bénéfice des Juges et examen de documents AF
	27/08/09	CEAT Toulouse	Fin d'identification débris
\	03/09/09	Cellule AF447	Saisie des sondes Pitot
	04/09/09	Cellule AF447	Études des dossiers (ATL, dossiers de visites)
	10/09/09	CEAT Toulouse	Suivi analyse des débris Visite des Juges, remise des sondes
	18/09/09	CEAT Toulouse	Finalisation mission+ BEA+ Airbus
	23/09/09	BEA	Analyse messages ACARS
	24/09/09	Palais de Justice Paris	Réunion avec Juges et présentation aux Parties Civiles
	25/09/09	Air France	Analyse des mises à jour logiciels
	06/10/09	AF CDG	Mise à disposition A330+ Réunion GTA

Dex10

TGI de Paris. N° Instruction : 2369/09/52. N° du Parquet : 0915408221

08/10/09	Air France	Analyse des mises à jour logiciels
14 au 20/10/09	BRESIL	Commission Rogatoire Internationale au Brésil
18/10/09	SWISS ZURICH	Séance simulateur A330
21/10/09	Air France	Audition M. HURLIN (Achats 320)
22/10/09	CEAT Toulouse	Investigation épave + BEA
23/10/09	AIRBUS	Sondes Pitot
26/10/09	Orly Maintenance	Examen A330 + CEAT/BEA
10/11/09	Cellule AF447	Synthèse d'avancement des travaux Juges, GTA, experts
16/11/09	BEA	Analyse messages ACARS
17/11/09	CEAT Toulouse	Sondes Pitot, débris, dérive
20/11/09	Air France	Visite avion avec Juges
20/11/09	BEA	Mode opératoire Experts/BEA
01/12/09	AIR France Roissy	Simulateur A330 avec Juges
02/12/09	SKF St Vallier	Examen RTLU
14/12/09	AIR FRANCE	Exploitation des pièces F3-AFR
15/12/09	AIR FRANCE	Audition du CDB du vol AF455
18/12/09	Cellule 447	Réunion de synthèse d'avancement des travaux aux Juges et cellule GTA
22/12/09	Cellule 447+ AF	Examen avec médecin légiste + Visu A330
13/01/10	Cellule AF447	Audition GTA (M. Handriant)
14/01/10	Cellule AF447	Auditions GTA (Mrs. Ganglof, Bertier, De Courville, Canler)
15/01/10	CEAT+Airbus	Réunion sondes +logiciels
26/01/10	Palais de Justice	Préparation présentation Parties civiles
27/01/10	DGAC	Audition Mme. Florence ROUSSE (DSAC)

John 20

TGI de Paris. N° Instruction : 2369/09/52. N° du Parquet : 0915408221

	27/01/10	Cellule AF447	Auditions GTA (Mrs. Merkovic, Lichtenberger, Desomov)
	28/01/10	Cellule AF447	Auditions GTA (M. Berthier)
	28/01/10	Cellule AF447	Audition M. JJ THISSELIN
	03/02/10	Palais de Justice	Réunion avec Juges et présentation aux Parties Civiles
	15 & 16/02/10	CRI Madrid	Auditions équipages IBERIA
	15/02/01	CEAT	Investigation sur l'épave
	16/02/10	CEAT THALES Toulouse	Dérive, Logiciels, Sondes
)	17/02/10	DGAC	Audition M. Maxime COFFIN
	18/02/10	ORLY	Air Caraïbes
	21 au 27/02/10	Dakar	Commission Rogatoire Internationale
	02/03/10	BEA	Analyse messages ACARS
	03/03/10	Air France Industries	Programmes de maintenance
	04/03/10	AIRBUS	Messages ACARS, Elaboration des vitesses
	11/03/10	Air France	Charges du Galley G2
	12/03/10	Cellule 447	Audition M. David TURQUET
)	18/03/10	CEAT	Examen débris (Blue Star)
	18/03/10	BEA, AIR FRANCE	Réunion ACARS Réunion avec AF messages ACARS
	22/03/10	CEAT	Rendu des rapports CEAT
	25/03/10	CNRS PARIS	Rendez-vous M. LEGRAS (MTO, physique des cristaux de glace)
	26/03/10	Cellule AF447	Audition GTA (M. DAOUD ALMADOWAR)
	22/04/10	Cellule 447	Présentation perspectives
	05/05/10	CEPr	Sondes

D8/19 21

26/05/10	AF	Acars et sondes
02/06/10	AF	Sondes + données
02/06/10	BEA	Analyses accidents
03/06/10	DGAC	Audition(M. Marcou)
04/06/10	DGAC	Audition(M. Welterlin)
22/06/10	Palais de Justice	Réunion avec les Juges
06/07/10	Lufthansa Training	Simulateur
08/07/10	Palais de Justice	Réunion avec les Juges et la GTA
12/07/10	CEAT Toulouse	Débris + rapports
21/07/10	CEPr	Travaux sondes
05/08/10	DGAC	Audition (M. P.Bernard)
26/08/10	SR GTA	Synthèse + préparation auditions
31/08/01	CEPr	Découpe sondes
01/09/10	Palais de Justice	Réunion avec les Juges
16/09/10	AIRBUS	Messages ACARS
17/09/10	AIRBUS	Messages ACARS+ Iron Bird
11/10/10	AIRBUS	EADS ASTRIUM
12/10/10	AIRBUS	SATCOM
25/10/10	Paris	Réunion avec les Juges
09/11/10	CEAT Toulouse	Analyse sécurité PHC
10/11/10	CNES Toulouse	Liaisons satellite
17/11/10	AIRBUS	Domaine de vol (Buffet Onset, Buffet Deterrent)

D6916/

TGI de Paris. N° Instruction : 2369/09/52. N° du Parquet : 0915408221

22/11/01 Palais de Justice Réunion avec les Juges et BEA

06/12/10 Air France Entretiens PNT

07/12/10 Air France Entretiens PNT

16/12/10 AIRBUS Présentation de la campagne d'essais givrage

2.3.2 APRÈS LA RÉCUPÉRATION DES ENREGISTREURS

19/01/11 Roissy Entretien PNT

20/01/11 Airbus Décrochage

01/02/11 Palais de Justice Juges + GTA

08 au 15/01/11 Brésil Commission Rogatoire Internationale

23/02/11 Paris Réunion experts+Juges

24/02/11 Palais de Justice Réunion paries civiles

11/03/11 Palais de Justice Juges

22/03/11 Palais de Justice Note d'expertise

30/03/11 IRBA Dr. Y. Schuliar+ Dr. C. Roumes

05/04/11 CEAT SIE PHC et modes communs

07/04/11 Palais Justice Juges +Experts+GTA+Médecins

12/04/11 CEAT Examen Photos

05/05/11 Palais Justice Experts + Juge + GTA

06/05/11 Roissy GTA

12/05/11 BEA Ouverture Enregistreurs de Vol

13/05/11 BEA Ouverture Enregistreurs de Vol

14/05/11 BEA Ouverture Enregistreurs de Vol

TGI de Paris. Nº Instruction : 2369/09/52.Nº du Parquet : 0915408221

0626

15/05/11	BEA	Ouverture Enregistreurs de Vol
23/05/11	RESEDA	Analyse Enregistreurs de Vol
24/05/11	RESEDA	Analyse Enregistreurs de Vol
25/05/11	RESEDA	Analyse Enregistreurs de Vol
26/05/11	RESEDA	Analyse Enregistreurs de Vol
15/06/11	Palais de Justice	Réunion experts+Juges
21/06/11	RESEDA	Analyse Enregistreurs de Vol
22/06/11	RESEDA	Analyse Enregistreurs de Vol
28/06/11	RESEDA	Analyse Enregistreurs de Vol
29/06/11	RESEDA	Analyse Enregistreurs de Vol
06/07/11	RESEDA	Analyse Enregistreurs de Vol
20/07/11	BEA	Enregistreurs de Vol
28/07/11	Deauville	Réunion experts+Juges
04/08/11	Intertechnique	PHC
25/08/11	AF Roissy	Simulateur
25/08/11 14/09/11	AF Roissy Palais de Justice	Simulateur Note d'expertise
	•	
14/09/11	Palais de Justice	Note d'expertise
14/09/11 23/09/11	Palais de Justice Palais Justice	Note d'expertise Réunion experts et Juges
14/09/11 23/09/11 04/10/11	Palais de Justice Palais Justice Palais Justice	Note d'expertise Réunion experts et Juges Préparation réunion Parties civiles
14/09/11 23/09/11 04/10/11 05/10/11	Palais de Justice Palais Justice Palais Justice Palais de Justice	Note d'expertise Réunion experts et Juges Préparation réunion Parties civiles Réunion paries civiles
14/09/11 23/09/11 04/10/11 05/10/11 06/10/11	Palais de Justice Palais Justice Palais Justice Palais de Justice Palais de Justice	Note d'expertise Réunion experts et Juges Préparation réunion Parties civiles Réunion paries civiles Réunion experts et Juges
14/09/11 23/09/11 04/10/11 05/10/11 06/10/11 10/10/11	Palais de Justice Palais Justice Palais Justice Palais de Justice Palais de Justice CEAT + Airbus	Note d'expertise Réunion experts et Juges Préparation réunion Parties civiles Réunion paries civiles Réunion experts et Juges PHC
14/09/11 23/09/11 04/10/11 05/10/11 06/10/11 10/10/11 11/10/11	Palais de Justice Palais Justice Palais Justice Palais de Justice Palais de Justice CEAT + Airbus Airbus	Note d'expertise Réunion experts et Juges Préparation réunion Parties civiles Réunion paries civiles Réunion experts et Juges PHC Décrochage
14/09/11 23/09/11 04/10/11 05/10/11 06/10/11 10/10/11 11/10/11 13/10/11	Palais de Justice Palais Justice Palais Justice Palais de Justice Palais de Justice CEAT + Airbus Airbus Roissy	Note d'expertise Réunion experts et Juges Préparation réunion Parties civiles Réunion paries civiles Réunion experts et Juges PHC Décrochage Entretien PNT CCS-CDG
14/09/11 23/09/11 04/10/11 05/10/11 06/10/11 10/10/11 11/10/11 13/10/11 19/10/11	Palais de Justice Palais Justice Palais Justice Palais de Justice Palais de Justice CEAT + Airbus Airbus Roissy Airbus	Note d'expertise Réunion experts et Juges Préparation réunion Parties civiles Réunion paries civiles Réunion experts et Juges PHC Décrochage Entretien PNT CCS-CDG Décrochage



TGI de Paris. N° Instruction : 2369/09/52. N° du Parquet : 0915408221

09/11/11	BEA	Calculateurs
14/11/11	Palais de Justice	Préparation interrogatoire AF
15/11/11	Airbus	Décrochage
17/11/11	Palais de Justice	Interrogatoire AF
18/11/11	Palais de Justice	Interrogatoire AF
28/11/11	Palais de Justice	Interrogatoire Airbus
01/12/11	Palais de Justice	Interrogatoire Airbus
06/12/11	LSP Orsay	Examen QAR
07/12/11	Palais de Justice	Interrogatoire Airbus
08/12/11	Palais de Justice	Interrogatoire Airbus
05/01/12	RESEDA	Suite mission
10/01/12	RESEDA	Exploitation FDR
19/01/12	RESEDA	Exploitation FDR
02/01/12	BEA	Calculateurs
02/01/12	Palais de Justice	Réunion experts+Juges
09/02/12	RESEDA	Exploitation FDR
29/02/12	IRBA	Facteur humain
01/03/12	Airbus	Travaux sur données FDR
15/03/12	Paris	Réunion experts+Juges
12/04/12	Paris	Réunion experts+Juges
04/05/12	Palais de Justice	Réunion experts+Juges
09/05/12	Airbus	Préparation vol + simulateur
10/05/12	Airbus	Vol de démonstration
14/05/12	CEPr	Travaux sur Certification sondes



15/05/12	RESEDA	Transcription
29/05/12	Palais de Justice	Réunion experts+Juges
06/06/12	Thales -Toulouse	Analyse calculateurs
15/06/12	Palais de Justice	Réunion experts+Juges

2.3.3 FIN DES TRAVAUX DE M. HUBERT ARNOULD

Après exploitation des éléments disponibles, Monsieur Hubert ARNOULD a achevé ses travaux en qualité d'ingénieur le 31 octobre 2011.

Sa contribution a été intégrée au présent rapport.

D6716/

3 LES FAITS

ACCIDENT SURVENU LE 1^{ER} JUIN 2009 À UN AIRBUS A330-203, IMMATRICULÉ F-GZCP (MSN 0660) EXPLOITÉ PAR LA COMPAGNIE AIR FRANCE SUR LA LIGNE RIO DE JANEIRO – PARIS SOUS NUMÉRO DE VOL AF 447.

Le vol AF447 décolle de l'aéroport de Rio de Janeiro le 31 mai 2009 à 22h29, à destination de Paris aéroport Charles de Gaulle. Il pèse alors 232,8 tonnes (200 kg en dessous de la masse maximale autorisée au décollage) et emporte 216 passagers, 12 membres d'équipage et 70,4 tonnes de carburant. L'avion vole à son premier niveau de croisière, FL 350, sur la route UZ10 jusqu'à NTL (Natal) puis emprunte la route UN 873 pour la traversée de l'Atlantique. Il est alors en contact radio VHF avec le centre de contrôle de Recife jusqu'au point « INTOL ». Le contrôleur de Recife demande à l'équipage de contacter le centre de contrôle « Atlantico » pour la première partie de la traversée océanique entre « INTOL » et le point « TASIL » qui sera le transfert de zone de contrôle avec « DAKAR Oceanic ». A 1h35, l'équipage informe le contrôleur avoir passé le point « INTOL » 2 minutes avant au niveau de vol FL 350. Il précise estimer le point « SALPU » à 01h48 et le point « ORARO » à 02h00. Un essai de SELCAL est alors effectué de façon positive. A partir de cet instant, plus aucun contact radio ne sera établi avec l'équipage. Cependant, l'avion poursuit sa route conformément au plan de vol, ce qui est confirmé par le système de transmission automatique des données « ACARS ». La dernière position transmise par ce système, à 02h10min34sec, situera l'avion à 2°58,8 N et 30°35,4 W. Cette information permet de positionner l'avion sur sa route entre le point « ORARO » et le point « TASIL ». Entre 02h10min10sec et 02h14min26sec, le système ACARS émet 24 messages d'anomalies techniques à l'attention du centre de maintenance d'Air France à Roissy.

Après un certain nombre de communications de coordination entre les centres de contrôle, à 02h48min 07sec, le contrôleur en service au Centre de DAKAR avertit le contrôleur de SAL qu'il n'a eu aucun contact radio avec l'équipage du vol AF 447. De nombreux échanges ont lieu entre les différents centres concernés.

Le centre de BREST décide de déclencher la phase d'alerte à partir de l'heure prévue d'entrée du vol AF 447 dans sa zone de contrôle. A 08h15, le centre de contrôle de MADRID déclenche les phases d'incertitude et d'alerte et à 08h35, le centre de Brest déclenche la phase de détresse. A 12h14, le Breguet Atlantique 2 (avion militaire de recherche en mer) décolle de Dakar vers Cap Vert, mais à 13h, l'équipage militaire reçoit pour consigne de se diriger vers le point TASIL en empruntant la voie aérienne UN 873. Ces premières recherches seront infructueuses, les premiers débris de l'appareil ne seront retrouvés que le 6 juin.

Après plusieurs campagnes de recherches, l'épave est localisée le 29 avril 2011 par les équipes du BEA (Bureau enquêtes et Analyses) sur le bâtiment l'ile de Sein, en présence d'officiers de Police Judiciaire.

Le 1^{er} mai 2011 le FDR (Flight Data Recorder) a été localisé et remonté à la surface.

Le 2 mai 2011 le CVR (Cockpit Flight Recorder) a été localisé et remonté à la surface le 3 mai.

Les enregistreurs ont ensuite été rapatriés sous escorte d'un Officier de Police Judiciaire dans les locaux du BEA le 12 mai.

Le 26 juillet 2011, les débris remontés à bord de l'Ile de Sein sont arrivés sous escorte d'un Officier de Police Judiciaire dans les locaux du CEAT à Toulouse et ont été réceptionnés en présence d'un expert judiciaire.

DGX16/27

4 AVANT L'ACCIDENT

4.1 LES ACTEURS PRINCIPAUX

4.1.1 AIR FRANCE

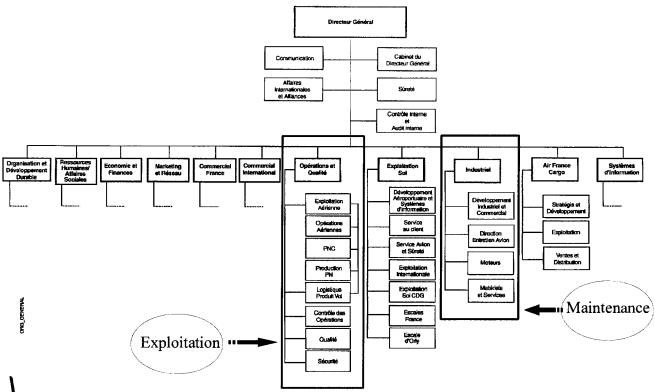
4.1.1.1 Présentation de la compagnie

La compagnie Air France exploite sa flotte dans le cadre réglementaire du transport aérien public.

L'exploitant n'exploite pas un avion à des fins de transport aérien commercial autrement que conformément à un Certificat de Transporteur Aérien (CTA).

Air France est titulaire d'un Certificat de Transport Aérien (CTA)N°F-SF 005 délivré le 8 juillet 2008.

L'exploitant nomme un « Dirigeant Responsable » acceptable par l'autorité de tutelle. Ce dernier a autorité pour s'assurer que toutes les activités liées à l'exploitation et à la maintenance peuvent être financées et effectuées selon les normes requises par l'autorité.



DG216/

La compagnie Air rance a été réorganisée au printemps 2009, la délégation de pouvoir désignant le Dirigeant Responsable a été signée le 31 mars.

L'organigramme ci-dessus est celui qui était en vigueur au 31 mai 2009.

Le transport commercial par avion est soumis au règlement européen N° 859/2008 du 20 août 2008 (EU-OPS).

L'EU-OPS définit les règles techniques et procédures administratives communes applicables au transport commercial par aéronef.

A Air France, c'est dans le cadre de l'application de ce règlement qu'un Dirigeant Responsable est nommé. Il assume cette responsabilité par délégation de pouvoirs du Directeur Général.

Dans le respect de l'EU-OPS 1.037 en particulier, la Compagnie Air France s'est dotée d'un Service de gestion de la Sécurité (SGS) avec pour objectifs : (GENOPS 03-01-00 page 1 et 2)(439)

« La Prévention des Risques aériens fait partie de ces obligations et sont décrites dans ce chapitre ; elle consiste notamment à :

- - procéder à une évaluation continue des risques d'accident aérien auxquels l'entreprise est exposée,
- - maintenir la conscience des risques au sein de l'entreprise,
- - rechercher de façon continue les solutions permettant de les réduire ».

4.1.1.2 Organisation des Opérations aériennes

4.1.1.2.1 Directeur Général Adjoint des Opérations Aériennes et Qualité

Il est important de préciser que le Directeur Général Adjoint Opérations Aériennes et Qualité a été désigné comme le Dirigeant Responsable au sens de la réglementation européenne EU-OPS.

Les tâches du « Dirigeant Responsable » au titre de l'EU-OPS sont décrites dans le courrier adressé à l'autorité de tutelle, c'est à dire la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile :

s'assurer que toutes les activités liées à l'exploitation et à la maintenance peuvent être financées et effectuées selon les normes requises par l'autorité au titre notamment de l'OPS1, PART M, PART 145 et FAR 145, et selon toutes les exigences additionnelles définies par la Compagnie, à l'exception du domaine de la sûreté.

Conformément à l'OPS1.175, il désigne les responsables acceptables chargés de l'encadrement et de la supervision des domaines suivants :

- Opérations aériennes
- Systèmes d'entretien
- Formation des équipages
- Opérations au sol, y compris fret

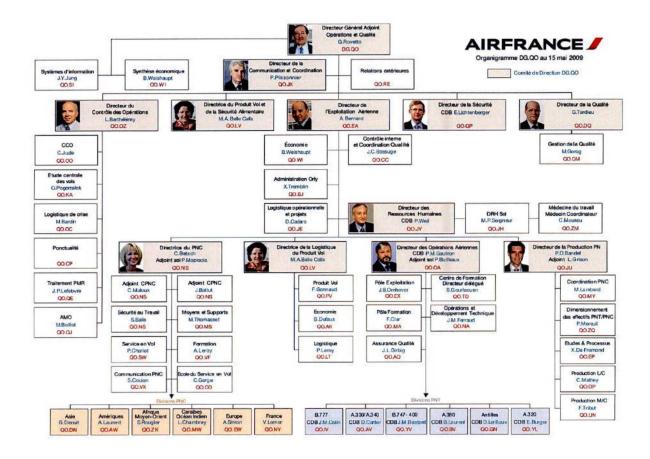
V62/16/29

En tant que Dirigeant Responsable, il a tout pouvoir pour faire adopter les mesures qu'il juge indispensables à la sécurité de l'exploitation ayant ou non un impact financier. Il est notamment habilité à demander aux responsables désignés par lui d'engager toutes dépenses à cet effet, qu'elles aient ou non un caractère d'urgence; à défaut, il pourra engager lui-même ces dépenses.

Il nomme au sein de l'entreprise le responsable qualité acceptable par les services compétents, chargé de la supervision du système qualité, de la mise en oeuvre d'actions correctives et de la cohérence avec le système de management Qualité Sécurité Environnement. Ce dernier approuve la désignation des responsables assurance qualité auprès des Directions Générales industrielle, cargo et opérations au sol et auprès des opérations aériennes et de la formation des équipages.

DP5/10/30

L'organigramme ci-dessous est celui qui était en vigueur au 31 mai 2009.



4.1.1.2.2 Le Système Qualité

Le Système Qualité répond à une obligation règlementaire définie dans la réglementation européenne EU-OPS :

« L'exploitant met en place un système qualité et désigne un responsable de la qualité chargé de surveiller la conformité avec les procédures requises, et leur adéquation, pour assurer la sécurité des pratiques opérationnelles sûres et la navigabilité des avions. Ce contrôle doit comporter un système de retour de l'information au dirigeant responsable afin que les mesures correctives nécessaires soient prises. »

4.1.1.2.3 Direction des Opérations Aériennes

La Direction des Opérations Aériennes est placée sous l'autorité du Directeur Général Adjoint Opérations Aériennes et Qualité.

Le Directeur des Opérations Aériennes est responsable de la formation réglementaire des personnels navigants.

31

A ce titre, il est chargé de transmettre à l'autorité de tutelle pour approbation, les programmes de formation et de maintien des compétences.

L'audition du Directeur des Opérations Aériennes est jointe en annexe.(377)

4.1.1.3 Organisation de la sécurité des vols

4.1.1.3.1 Direction de la sécurité

La Direction de la Sécurité est placée sous l'autorité de la Direction Générale des Opérations Aériennes.

Elle est chargée de la mise en place du SGS (Système de gestion de la sécurité).

A ce titre:

- -Elle propose une politique de sécurité au Dirigeant Responsable.
- -Elle établit une cartographie et un système de gestion des risques.
- -Elle pilote le système de retour d'expérience (entre autre les réunions RX2¹, le contenu de ces réunions et décrit en <u>annexe</u>)(412).
- Elle propose des axes de formation et met en place les moyens humains et matériels de la direction.

L'audition du Directeur de la sécurité est jointe en <u>annexe</u>(373).

4.1.1.3.2 Service Prévention et Analyse des Vols

Ce service conduit les programmes de retour d'expérience en matière de sécurité des vols.

Le Service Prévention et Analyse des Vols est destinataire des ASR.

L'ASR (Air Safety Report) est un compte rendu rédigé par un agent sur tout événement concernant la sécurité des vols.

Le Service Prévention et Analyse des Vols en assure l'exploitation et est responsable de l'acheminement aux services, institutions et autorités concernées conformément aux dispositions réglementaires. (le traitement des ASR est joint en <u>annexe</u>)(413)

Il diffuse un « Bulletin de Sécurité des Vols » qui reprend l'analyse du retour d'expérience dans le but de sensibiliser les personnels navigants.

L'audition du Responsable du Service Prévention et Analyse des Vols est jointe en annexe.

4.1.1.4 La Formation

La formation des PNT d'Air France est organisée au sein du Pôle Formation.

Ce Pôle inclut le TRTO (Type Rating Training Organization) qui est la structure réglementaire

Réunion de Retour d'eXpérience eXploitation technique et Réglementaire.

dispensant la formation en vue de l'obtention d'une qualification de type (QT).

Le TRTO est également en charge de la formation des instructeurs (SFI Synthetic Flight Instructor, TRI Type Rating Instructor)

Le TRTO d'Air France a obtenu son agrément en 1997 sous le N° F-TRTO 97-205(402) et le dernier certificat a été délivré le 27 avril 2009, ce certificat précise les formations approuvées par l'autorité.

Le TRTO réalise les qualifications de type A320 et A330, entre autres, et réalise également les qualifications additionnelles A330 pour des pilotes déjà qualifiés sur avion multipilote.

4.1.1.5 Division de Vol A330/340

4.1.1.5.1 Chef de Division

Le Chef de la division de vol A330/340 est un PNT dont la fonction est d'organiser la production de l'effectif PNT de la division pour réaliser le programme des vol A330 et A340 défini par l'entreprise.

Il a également sous son autorité le suivi de l'exploitation de la flotte et le niveau professionnel du personnel navigant technique. À ce titre, il gère l'actualisation et le maintien des compétences des pilotes qualifiés sur A330 et A340, conformément aux dispositions réglementaires.

Le chef de la division de vol est sous l'autorité du Directeur des Opérations Aériennes. (Organigramme joint en <u>annexe</u>)(414)

(L'audition du Chef de la Division A330/340 est jointe en annexe. (365))

4.1.1.5.2 L'Officier de Sécurité des Vols

L'officier de sécurité des vols est chargé de maintenir un niveau de culture et d'information de la sécurité des vols au sein de la division A330 et A340.

L'Officier de Sécurité des Vols est placé sous l'autorité du Directeur des Opérations Aériennes.

La fiche de poste de l'OSV est jointe en annexe. (415)

L'OSV participe à la classification des ASR, il reçoit les équipages qui se présentent spontanément à la suite d'un incident.

Une réunion mensuelle réunit les OSV des divisions de vol en présence du Directeur des Operations Aériennes au cours de laquelle les incidents sont passés en revue.

L'audition de l'Officier Sécurité des Vols de la Division A330/340 est jointe en annexe. (367)

4.1.1.5.3 Le Responsable Technique

Le rôle du Responsable Technique de la Division A330/340 est de s'assurer de la conformité de l'exploitation de la flotte A330/ et A340 avec le manuel d'exploitation déposé par l'entreprise.



Le responsable Technique est placé sous l'autorité du Chef de Division.

Le responsable Technique est ampliataire des ASR.

L'audition du Responsable Technique de la Division A330/340 est jointe en annexe. (369)

4.1.1.5.4 Le Responsable Niveau Professionnel

Le Responsable Niveau Professionnel est chargé du suivi réglementaire des équipages au niveau de leur licence, il est responsable de l'entraînement et du contrôle périodique (ECP) des équipages.

Le responsable Niveau Professionnel est placé sous l'autorité du Chef de Division.

4.1.1.6 Responsabilités et interface des services

La formation, qui revient au TRTO, couvre l'obtention des qualifications de type et l'acquisition des procédures de la compagnie.

Le TRTO est totalement indépendant des divisions de vol qui ont la responsabilité du niveau professionnel et de l'adaptation en ligne.

L'adaptation en ligne est réalisée par la division de vol sur des vols commerciaux et à pour objet de familiariser les pilotes qui viennent d'obtenir une qualification de type (QT) avec les contraintes et particularités du réseau exploité par la compagnie.

Néanmoins, ces deux entités indépendantes sont sous l'autorité du Directeur des Opérations Aériennes.

Le TRTO n'est pas partie prenante dans l'analyse des incidents et dans l'exploitation du retour d'expérience.

Le responsable adjoint du Pôle Formation confirme qu'il n'a pas été informé des incidents de vitesses erronées. Audition jointe en annexe. (404)

La boucle de retour d'expérience n'est pas formellement définie au sein de la Division de Vol entre l'OSV et le Chef de Division, en particulier dans le suivi et l'action du Chef de Division sur les évènements concernant la flotte et les équipages A330 et A340.

Le Chef de la Division A330/340 a pris connaissance des incidents de vitesse erronées lors de la rédaction de la note OSV de novembre 2008. (voir audition du Chef de Division A330)

L'organisation est néanmoins conforme aux dispositions réglementaires du règlement EU-OPS.

4.1.1.7 Organisation de la Maintenance

La maintenance des aéronefs est soumise à l'agrément décrit dans le règlement européen 2042/2003 partie 145 qui se compose en autre :

• Agrément d'entretien (décrit dans la sous-partie F)

D6716/

Cet agrément autorise la Compagnie AIR FRANCE à exécuter, sous sa responsabilité, des travaux d'entretien, de réparation et de modification sur des aéronefs et éléments d'aéronefs.

• Agrément de gestion du maintien de navigabilité (décrit dans la partie G)

Les tâches de maintien de navigabilité consistent en :

- 1. La remise en état de tout défaut ou dommage affectant la sécurité de l'exploitation, prenant en compte le cas échéant la MEL ou la CDL;
- 2. La réalisation de tout l'entretien, conformément au programme d'entretien approuvé;
- 2. Le suivi de fiabilité;
- 3. L'exécution de toute consigne de navigabilité applicable et, plus généralement, toute exigence applicable relative au maintien de la navigabilité ;
- 4. L'évaluation des dommages et la réalisation des modifications et réparations selon des données approuvées par l'EASA ou par un organisme de conception agréé Partie 21 ;
- 5. L'établissement d'une politique de mise en oeuvre des modifications non obligatoires (SB) ;
- 6. La gestion de la configuration avion (maîtrise de la définition du standard technique et maîtrise de la conformité au standard technique).

La Compagnie AIR FRANCE a obtenu l'agrément JAR 145 N°FR.145.010. Cet agrément a été délivré par la DGAC, autorité de l'Aviation Civile.

L'organisation de l'entretien est décrite dans le manuel des spécifications de l'organisme d'entretien (MOE) Procédure E2-6 Cote C-MTN 1

L'organisation de la gestion du maintien de la navigabilité, notamment dans ses aspects de périodicité des visites et des tolérances de dépassement associées, est décrite dans le manuel des spécifications de l'organisme de gestion du maintien de la navigabilité (MGN) Procédure E2-6 Cote C-MTN 1.

Au sein de cette organisation est intégré, conformément à la réglementation, un système de recueil est d'analyse du retour d'expérience. C'est le service Assurance Qualité Entretien qui est en charge de le faire vivre.

Commentaire d'experts : La Compagnie Air France dispose d'un certificat de transporteur aérien et d'un agrément de maintenance pour l'exploitation de sa flotte en transport aérien commercial.

L'organisation mise en place, en particulier pour ce qui concerne la maintenance et l'exploitation aérienne, est conforme au règlement européen 2042/2003.



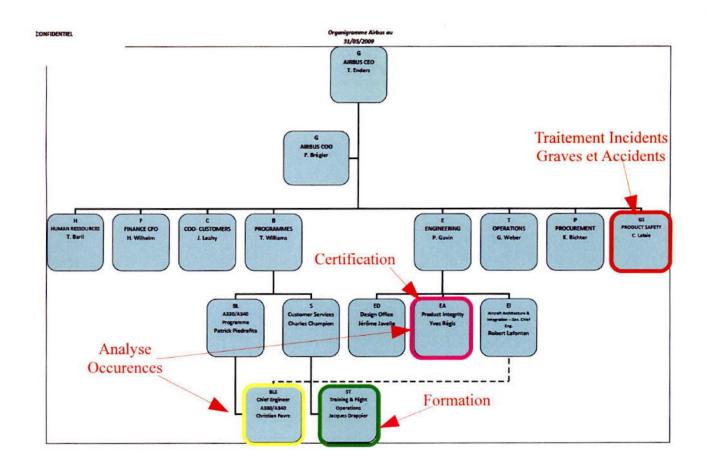
4.1.2 AIRBUS

4.1.2.1 Présentation générale

AIRBUS est une société par actions simplifiée, filiale à 100% du groupe EADS.

AIRBUS est un constructeur aéronautique et à ce titre, la société assume, entre autres, les responsabilités et obligations définies dans les règlements internationaux pour ce qui concerne le respect des critères de certification, de suivi de navigabilité, d'analyse des incidents et du retour d'expérience.

4.1.2.2 Organisation générale



4.1.2.3 Organisation de la certification

La certification de l'A330 respecte la norme CS25 (Certification specifications) édité par l'EASA.

AIRBUS détient un Certificat de Type (Type Certificate) comme concepteur de l'A330, c'est à dire

36

qu'il détient le privilège de la construction de l'A330. A ce titre, le service **Product Integrity** a la responsabilité du suivi de navigabilité dans le cadre de la norme CS25 et de toute directive éditée par l'EASA.

4.1.2.4 Formation et opérations

Le service **Training and Operations** au sein d'AIRBUS élabore les programmes de formation à la qualification de type.

Il dispose également d'une structure de formation TRTO (Type Rating Training Organisation). Cette structure est habilitée à délivrer des qualifications de type.

Le service **Training and Operations** élabore la documentation relative au type avion et, entre autres, les manuels réglementaires dont le FCOM (Flight Crew Operations Manual), soumis à l'approbation de l'EASA.

4.1.2.5 Suivi des incidents et accidents

Les incidents et accidents tels que définis dans l'annexe XIII de l'OACI, et repris dans la directive européenne 94/56/CE, remplacée depuis octobre 2010 par le règlement européen N°996/2010. (Définitions en annexe)(448), sont exploités par le service **Product Safety**.

Les événements qui ne rentrent pas dans la catégorie des incidents graves et accidents cités cidessus sont définis comme des « Occurences ». Ces événements sont exploités et analysés par les services **Product Integrity** et **A330/340 Cheif Engineer**.

Chaque « occurrence » est traitée suivant un processus qui répond aux exigences de suivi de navigabilité en liaison avec l'EASA.

Commentaire d'experts :AIRBUS est le concepteur de l'A330, à ce titre il assume la responsabilité du suivi de navigabilité.

La société AIRBUS s'est organisée pour traiter les incidents graves et les accidents conformément aux dispositions de la Directive européenne en vigueur au moment de l'accident.

Les évènements reportés par les exploitants sont traités selon un processus qui répond aux exigences du suivi de navigabilité.



4.1.3 THALES

4.1.3.1 Présentation générale

C'est le département THALES AVIONICS au sein de la DIVISION AERONAUTIQUE du groupe THALES qui est en charge des sondes PITOT.

A la date du 1er juin 2009, la Société Thales Avionics était intégrée opérationnellement dans la Division Aéronautique (organigramme joint) du Groupe Thales

La Division Aéronautique était organisée en fonctions centrales et support ainsi que 3 secteurs opérationnels.

Les activités Opérationnelles de Thales Avionics étaient intégrées dans le secteur SAS (Secteur Solutions pour Aéronefs)

Ces activités Opérationnelles étaient de 3 types :

Les Business Unit : avec pour responsabilités, les activités commerciales et le pilotage des programmes en interface avec les clients

- Commercial Aircraft Solution adressant les avions commerciaux (Airbus, ATR, Bombardier, Dassault, Boeing, ...). Cette « Business Unit » est en charge de la relation avec les avionneurs, organisée par Programme Avion: A320, A330, A340
- · Hélicoptère Solution, adressant les hélicoptères civils et militaires
- Aerospace Military Équipement, adressant les avions d'armes, les avions de transport militaires et les missiles.

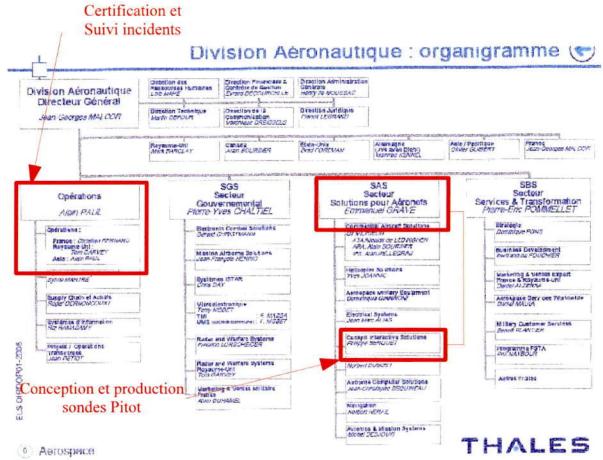
Les Technical Business Unit : dont le rôle est la conception, le développement et la production d'équipements pour l'ensemble des programmes de Thales Avionics, organisées par technologie produit

- Cockpit interactive Solution, adressant les équipements de visualisation cockpit et interface homme machine.
- Instruments, adressant les instruments de bord et sondes et en particulier les sondes anémométriques de type pitot, basée à Vendôme
- Navigation, adressant les équipements de navigation (GPS, centrale inertielle, ... -)
- Avionics et Mission System, adressant l'ensemble des software applicatifs des équipements.

La business Unit Support Civil: En charge de toute l'activité Support aux utilisateurs civils, des réparations d'équipements et de la fourniture des rechanges.

Cette « business unit » est en interface avec les compagnies aériennes.

D6416/38



4.1.3.2 Organisation de la certification et suivi des incidents

Dans la Division, la fonction certification était rattachée à la Direction des Opérations France (organigramme ci-dessous)

La fonction suivi et traitements des incidents aériens est intégrée dans la Direction Qualité avec une équipe dédiée pour le traitement des incidents aériens,

Le traitement des incidents aériens se faisait au travers "d'un comité incidents" avec :

des membres permanents :

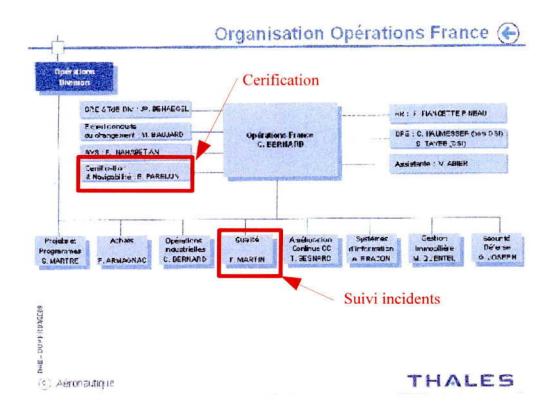
- Président: Directeur Opérations France
- DirecteurAdministration Générale
- ReprésentantDirectionTechnique
- Représentant Service Support Mondial
- DirecteurCertification
- Le Responsable de la gestion des incidents

des intervenants spécifiques en fonction de l'incident:

- Le Responsable du Programme
- Le Responsable technique produits
- et des experts lorsque nécessaire







4.1.3.3 Responsabilités dans les différents domaines

La société THALES est organisée au sein de la Division Aéronautique pour suivre et faire respecter les critères de certification dans le processus de fabrication des équipements.

La conception des équipements répond également aux spécifications complémentaires définies par le donneur d'ordres, AIRBUS dans le cas des sondes Pitot AA et BA.

La Société THALES est dotée d'un service de suivi et de traitement des incidents. Pour ce qui concerne les sondes Pitot, ce service se limite à l'analyse des sondes elles même mais ne prend pas en compte les conséquences sur l'ensemble de la chaîne anémométrique. Ceci relève de l'intégrateur, c'est à dire d'AIRBUS.

Commentaire d'experts : La Société THALES est organisée pour réaliser la conception et la réalisation d'équipements tels que les sondes Pitot avec les respect des critères de certification.

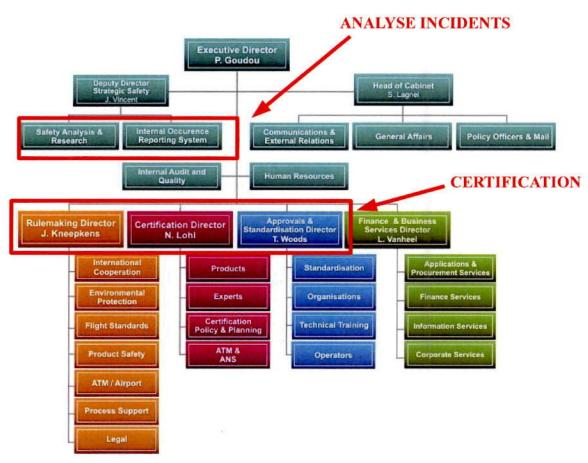
La Société THALES dispose d'un service de suivi et de traitement des incidents qui se limite aux équipements et non à leur intégration sur l'aéronef.



4.1.4 EASA

4.1.4.1 Présentation générale

L'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (EASA) a été créée en 2003 par le règlement 1592/2002 du conseil et du parlement européen. L'agence est une entité juridique européenne indépendante et soumise au droit européen. Elle est responsable devant les États membres.



Dans le cadre de ses missions, l'EASA collabore entre autres, avec l'OACI (Organisation de l'aviation civile internationale), la FAA (Agence fédérale Américaine) et diverses autres Autorités nationales.

4.1.4.2 Responsabilités dans les différents domaines

Les activités principales de l'Agence sont :

- Conception de la réglementation en matière de la sécurité aérienne.
- Uniformisation de l'application de la législation européenne de la sécurité aérienne dans les États membres



- Approbation des organismes de conception, de production et de maintenance dans les pays tiers
- · Certification de types pour la navigabilité des moteurs, équipements et aéronefs
- Contrôle du programme d'audits et de contrôle (SAFA) des aéronefs étrangers utilisant les aéroports de la communauté
- Collecte et analyse des données pour l'amélioration de la sécurité aérienne.

4.1.4.3 Calendrier de transfert des responsabilités et des moyens

Le transfert des compétences et responsabilités de la DGAC vers l'EASA, a débuté le 28 septembre 2003 conformément à l'application des textes européens 1592/2002 remplacés à ce jour par le règlement 216/2008 et 1702/2003.

Durant les deux premières années, l'EASA ne disposant pas d'effectifs suffisants, a décidé de faire appel à une équipe d'experts internationaux travaillant au sein des JAA (Joint Aviation Authorities) qui était la structure communautaire préexistante.

Cette période transitoire a cessé à la fin de l'année 2005.

La transition a été identique en ce qui concerne les compétences et les responsabilités en matière d'agrément d'organismes de conception dont fait partie le constructeur Airbus.

Depuis que le transfert vers l'EASA est effectif et dans le cadre de l'article Part. 21B25, la France a désigné comme Autorité responsable la DGAC. Les services concernés sont la DSAC, le GSAC et l'OSAC.

Airbus, en tant qu'organisme concepteur, est placé sous la responsabilité de l'EASA qui exerce son rôle de surveillance.

Airbus en tant qu'organisme de production est placé sous la responsabilité de l'EASA depuis le 21 juillet 2008. Dans ce cadre, l'EASA délègue une partie de ses activités de surveillance au GSAC.

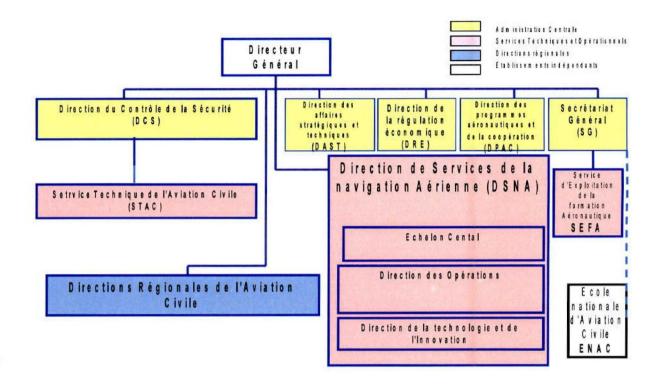
Commentaire d'experts : L'absence des réponses de l'EASA n'a pas permis l'examen et l'analyse des sujets concernant cette autorité.

4.1.5 DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AVIATION CIVILE (DGAC)

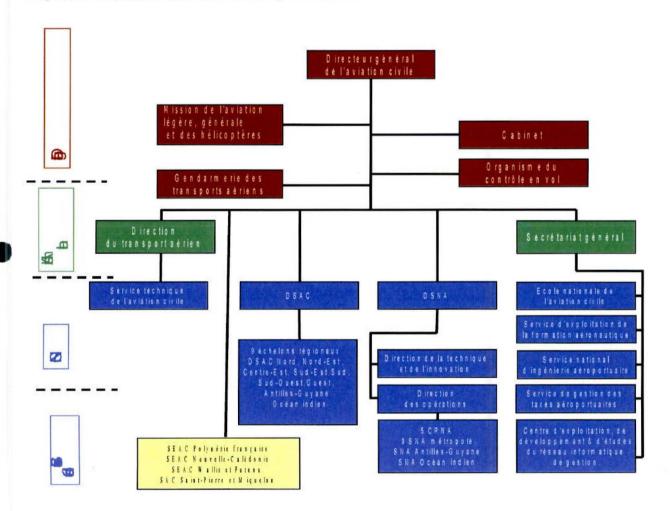
4.1.5.1 Présentation générale.

La DGAC était organisée comme ci-dessous avant la réorganisation entrée en vigueur le 01/01/2009





Depuis le 1er janvier 2009 la DGAC a pris cette forme :





4.1.5.2 Un Directeur Général de l'Aviation Civile

- Un cabinet du Directeur Général

Le cabinet du Directeur Général de l'aviation civile est conduit par un directeur de cabinet. luimême assisté d'un adjoint et de trois chefs de pôles.

L'adjoint du directeur de cabinet supplée celui-ci dans l'exercice et assure l'intérim du directeur de cabinet le cas échéant.

- Il participe aux permanences DGAC et à la gestion des crises.
- Il coordonne l'activité des pôles du Cabinet.

Les trois pôles sont :

Pôle affaires réservées

Le pôle des affaires réservées et territoriales apporte ses compétences techniques, économiques et juridiques au service de l'ensemble des missions de synthèse, de veille et de coordination confiées au cabinet du directeur général. Il intervient en relation avec les directions centrales et territoriales de la DGAC, les cabinets ministériels, les autres directions du ministère et les partenaires externes.

Pôle affaires générales

Le pôle des affaires générales est chargé de la coordination, de l'animation et du pilotage de projets conduits par le Cabinet.

Pôle communication

Le pôle communication participe, en tant que conseil, à la définition de la stratégie globale de communication de la DGAC, tant en interne qu'en externe, en regard des orientations du Ministère, ainsi qu'à la définition du plan de communication de la DGAC.

- Une mission aviation légère générale et hélicoptères (MALGH)

La description de la M.A.L.G.H. n'est pas abordée ici. Elle n'a aucun rapport avec l'objet de cette expertise.

- La Gendarmerie des Transports Aériens (GTA)

La G.T.A. est une formation "spécialisée" de la Gendarmerie Nationale dont la mission s'exerce au sein de l'aviation civile. La gendarmerie des transports aériens est placée "pour emploi" auprès de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC), par arrêté du 28 avril 2006 paru au Journal officiel du 3 mai 2006.

La Gendarmerie des Transports Aériens est une formation dont la mission est fondamentale en matière de sûreté aéronautique.

Missions de la GTA:

En matière aéronautique :

- police aéronautique
- constatation des accidents et incidents aéronautiques.

En matière de sûreté:

 contrôle des sociétés mettant en œuvre les mesures de sûreté sur les aéroports et zones de fret,

D6219/44

• protection des installations de l'aviation civile, protection des autorités, des aéronefs...

Police judiciaire:

- constatation des crimes et délits.
 - Un secrétariat général: (S.G.)

Le Secrétariat général est chargé de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique en matière de :

- organisation des services,
- gestion des ressources humaines et des affaires sociales,
- préparation et exécution du budget, des affaires financières et du contrôle de gestion,
- expertise juridique et de contentieux,
- système d'information de gestion et de pilotage,
- fonctions supports et d'immobilier,
- formation aéronautique,
- affaires médicales,
- ingénierie aéroportuaire.

Il assure également la tutelle de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile (ENAC) qui est un établissement public administratif (EPA), dispensant divers enseignements supérieurs de formation initiale et continue.

Le Secrétariat général comprend également un bureau des affaires médicales, chargé de la coordination des différents services médicaux en matière de médecine de prévention, de médecine d'aptitude au contrôle de la navigation aérienne et de médecine statutaire.

Ses principales missions sont :

- la maîtrise de l'équilibre financier du budget annexe,
- la gestion globale des ressources humaines

4.1.5.3 La Direction du Transport Aérien

La DTA est chargée de préparer les orientations stratégiques de l'État en matière d'aviation civile. Elle élabore le cadre institutionnel, réglementaire et économique du secteur aérien, dans le souci de répondre aux exigences d'un transport aérien durable.

L'action de la DTA s'inscrit dans six grands domaines :

- 1. les aspects environnementaux
- 2. la sûreté et la défense
- 3. la gestion de l'espace aérien et la réglementation de la navigation aérienne
- 4. la régulation du secteur
- 5. le soutien à la construction aéronautique
- 6. la stratégie internationale et la coopération

D6216/

4.1.5.4 La Direction de la Sécurité Aérienne.

La Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile (DSAC) est organisée de manière pyramidale, avec un échelon central et des échelons régionaux, nommés directions inter-régionales. Historiquement, la DSAC, dont la date de création est le 01/01/2009 (décret 2008.1299 du 11/12/2008), est le fruit de l'évolution de la Direction du Contrôle de la Sécurité (DCS), créée le 03/03/2005. L'objectif de cette réorganisation était de centraliser les services de la DCS.

L'échelon central

• Un cabinet de Direction

Le cabinet a pour mission d'assister le directeur de la sécurité de l'Aviation Civile dans le suivi des différentes activités de la Direction.

• Une direction gestion des ressources

Une mission évaluation et amélioration de la sécurité (MEAS).

Cette mission recueille les informations techniques en rapport avec la sécurité, coordonne leur analyse, propose des améliorations, ceci dans le cadre de la mise en œuvre du programme de sécurité de l'état (PSE). Enfin, elle diffuse le produit de ces travaux aux différents intervenants.

• Une Direction Coopération Européenne et Réglementation de Sécurité.

Cette direction est en charge de la préparation des textes de réglementation technique dans le domaine de la sécurité des aéronefs, des aérodromes et des personnels de l'aviation civile. Elle coordonne l'activité de la direction auprès des instances Européennes. Enfin, elle est en charge de l'analyse des évolutions communautaires effectives ou en projet. Elle élabore la position de la DSAC sur ces sujets.

• Une Direction Sûreté.

Cette direction est en charge de la politique de contrôle en matière de sûreté.

• Une Direction Aéroports et Navigation Aérienne.

Cette direction élabore, met en œuvre et anime la politique de sécurité pour les domaines correspondants.

• Une Direction Personnels Navigants (DSAC PN)

La direction Personnels Navigants élabore, met en œuvre et anime la politique de sécurité enmatière d'aptitudes et de compétences des personnels navigants en conformité avec les référentiels internationaux, européens et nationaux. Elle participe au programme de sécurité de l'État. La DSAC PN est en charge d'élaborer la politique de la DSAC en matière de compétences des personnels navigants de l'aviation civile. Ses missions sont définies par le décret de création de la DSAC : (Décret 2008/1299 du 11/12/2008).

Plusieurs pôles composent DSAC PN:

- Pôle licences : Ce pôle est en charge de la délivrance et du contrôle des licences du personnel navigant
- Pôle examens : Ce pôle est en charge de l'organisation de l'ensemble des examens de l'aéronautique civile et de la délivrance des brevets associés.
- Pôle formation : Ce pôle est en charge de la délivrance des agréments et de la surveillance de l'ensemble des écoles et organismes de formation.

D6716/46

• Pôle expertises du personnel navigant : Ce pôle est en charge de fournir des expertises dans les domaines techniques, en relation avec la réglementation OPS ou FCL.

Le pôle d'expertises du personnel navigant (EPN) travaille notamment en sous-traitance pour les DSAC IR sur les sujets suivants :

Expertise des programmes de maintien de compétences, avis techniques divers concernant les personnels d'encadrement des exploitants, avis techniques concernant les programmes de formation aux qualifications de types, nomination et standardisation des examinateurs de qualification de types.

Il travaille également en sous-traitance de DSAC NO pour l'expertise des maintiens de compétences de la compagnie Air France.

Les pilotes de ce pôle sont également en charge de la surveillance des exploitants, ils procèdent à des contrôles programmés en vol et au sol, ceci depuis la création de DCS. Depuis la création de DSAC, début 2009, l'activité de surveillance de ce pôle est en augmentation.

• Une Direction Navigabilité et 0pérations.

Le rôle et le fonctionnement de la DSAC NO est développé dans le chapitre surveillance des exploitants (AIR France) et dans le chapitre analyse et traitement des incidents.

Les échelons régionaux (DSAC IR)

Les directions inter régionales sont organisées, géographiquement, de la manière suivante :

- DSAC NORD : Région Parisienne et Nord de la France Paris
- DSAC NORD EST: Région Nord Est Strasbourg
- DSAC OUEST : Région Ouest Brest
- DSAC CENTRE EST: Région centre Est. Lyon
- DSAC SUD EST : Région Sud Est Aix en Provence
- DSAC SUD : Région SUD Toulouse
- DSAC SUD OUEST : Région SUD OUEST Bordeaux
- DSAC AG: Antilles Guyane Cayenne
- DSAC OI : Océan Indien Saint Denis de la Réunion

La DSAC a un rôle de surveillance de la conformité réglementaire par rapport aux textes élaborés par l'Agence Européenne de Sécurité Aérienne (EASA).

Cette surveillance s'exerce dans le domaine :

<u>De la navigation aérienne</u>: Elle certifie et contrôle l'organisation de la formation des personnels. Son activité de surveillance porte également sur les procédures et le matériel.

<u>Des aéroports</u>: Elle certifie les aéroports, et là encore, son activité de surveillance porte sur les procédures et le matériel.

<u>Des compagnies aériennes</u>: Les structures inter-régionales, Autorités de tutelle, sont en charge de tous les exploitants Français, en fonction de leur répartition géographique, à l'exception de la compagnie Air France. En effet, la tutelle de la compagnie Air France

D6716/47

est assurée directement à l'échelon central, DSAC NO (Navigabilité Opérations)

<u>Des aéronefs</u>: La DSAC a un rôle de surveillance de la fabrication et de l'entretien des aéronefs sous le couvert de la réglementation Européenne. Elle délivre les certificats de navigabilité. Il est a noter que le rôle de la DSAC dans la maintenance et la production des avions est sous traité au GESAC, organisme Français, sauf pour le cas de l'organisme de production AIRBUS, qui dépend de l'EASA.

<u>Des personnels navigants</u>: La DSAC intervient à plusieurs niveaux. Approbation et surveillance de tous les organismes de formation, délivrance des brevets, licences et qualifications.

4.1.5.5 La Direction de la Navigation Aérienne

La DSNA est en charge de la gestion des services français de la navigation aérienne et de l'espace aérien national. Il s'étend du sol au niveau de vol 660, soit 22 000 mètre.

Cette direction est organisée, pour le contrôle en route, de la manière suivante :

5 centres de contrôle en-route de la navigation aérienne (CRNA): CRNA Ouest (Centre de Brest), CRNA Nord (Centre d'Athis-Mons, region Parisienne), CRNA Est (Centre de Reims), CRNA Sud-Est (Centre d'Aix-en-Provence), CRNA Sud-Ouest (Centre de Bordeaux).

Les compétences de la DSNA s'étendent également dans les régions d'outre-mer.

4.1.5.6 L'Organisme du Contrôle en Vol : (OCV)

L'organisme du contrôle en vol dépend directement du Directeur Général de l'Aviation Civile. Il organise une surveillance des exploitants et dispose, pour cela, de tous pouvoirs de contrôle, que ce soit en vol ou au sol, lors de cours ou de séances de simulateur. Ces contrôles se déroulent en général de manière inopinée.

Le produit de ces contrôles est transmit à DSAC NO pour exploitation.

4.1.5.7 Calendrier des transferts de responsabilités.

Du fait de la mise en place d'une Agence Européenne pour la Sécurité Aérienne, La DGAC a vu progressivement une partie de ses compétences et responsabilités transférées vers cette Agence. Le calendrier de ces transferts est développé en chapitre 4.1.4.2. (EASA)



4.1.5.8 Surveillance de l'exploitant Air France

4.1.5.8.1 Par DSAC NO

La mission principale de DSAC NO, en terme de surveillance, intègre la surveillance directe de la compagnie AIR FRANCE.

La mise en œuvre de la démarche qualité au sein de la DGAC a eu pour conséquence l'organisation de l'« activité en processus ». Le processus « R5 » est relatif à la certification des exploitants d'aéronefs du transport public. Le « pilote » de ce processus est le directeur de DSAC NO.

Ce processus comprend deux « sous processus » : l'un ayant pour objet les autorisations des exploitants aériens et notamment le certificat de transporteur aérien (CTA) et l'autre ayant pour objet la vérification de la conformité réglementaire en lien avec ces autorisations.

Au niveau de la compagnie AIR FRANCE, la surveillance consiste en la réalisation d'audits des services, ceci aux fins de vérification de la conformité réglementaire et notamment de l'EU OPS. Ces audits portent sur :

- L'organisation générale de la compagnie.
- Le système qualité
- La maintenance
- La préparation et exécution des vols
- Les personnels
- L'infrastructure
- Le programme de prévention et qualité des vols
- Documentation et archivage
- Sûreté

Les non conformités de ces audits peuvent donner lieu à des remarques qui sont classées en écarts mineurs et en écarts majeurs. Ces remarques doivent être prises en compte par la compagnie et faire l'objet de mesures correctives.

La périodicité de ces contrôles est de 24 mois.

En amont, dans le cadre de la surveillance, Le personnel de DSAC NO procède directement ou par sous-traitance auprès de DSAC PN, à l'analyse du manuel d'exploitation, puis à son acceptation et/ou approbation.. Un guide d'organisation du contrôle technique, le MCT TP, est disponible à cet effet.

L'exploitant dispose d'une certaine latitude pour exploiter la documentation du constructeur, selon sa propre expérience et sa propre exploitation, pour la recomposer au sein de son manuel d'exploitation. Air France a fait ce choix documentaire.

Le suivi du plan de surveillance de la compagnie Air France est décrit dans le Manuel du Contrôle Technique (MCT TP) fait l'objet de réunions trimestrielles.

Le Manuel du Contrôle Technique Transport Public » (MCT TP) comprend plusieurs chapitres concernant les exploitants Français en général et un chapitre particulier (chapitre 9)(475) concernant l'organisation et les procédures DSAC NO propres à la surveillance de la compagnie AIR France.

DGA16/49

4.1.5.8.2 Par DSAC PN

DSAC PN intervient en sous-traitance de DSAC NO dans deux domaines :

- L' analyse des programmes de maintien des compétences annuel, partie sol et partie simulateur. Cette analyse porte sur la conformité réglementaire de ces programmes, notamment la conformité par rapport à l' EU OPS pour la partie « opérations aériennes de transport public » et, la conformité réglementaire par rapport au FCL, pour la partie prorogation des différentes qualifications de type d'avions exploités par AIR France. L'analyse porte aussi sur le respect de consignes complémentaires éditées par DSAC PN et par l'OCV, ainsi que les guides et pratiques recommandées (GPR).
- Des contrôles en vol et sur simulateur de vol. Cette activité consiste à vérifier l'adéquation entre les programmes de maintien de compétences approuvés précédemment par l'autorité de tutelle et la réalité de l'exécution de ces programmes par l'exploitant. L'activité de contrôle en vol, initiée lors de la création de la DCS, connaît un développement constant depuis la réorganisation du 01/01/2009, mais était très faible avant cette date. Elle était essentiellement réalisée par l'organisme du contrôle en vol (OCV).

4.1.5.8.3 Par L'OCV

L'organisme du contrôle en vol intervient de sa propre initiative, que ce soit en vol ou au simulateur de vol, selon des plans de surveillance propres, mais peut aussi intervenir à la demande de DSAC NO. Les comptes rendus de ces contrôles sont remis à DSAC NO pour leur exploitation, dans le cadre de la surveillance des exploitants.

Entre 2006 et 2009, <u>16 contrôles(478)</u> ont été effectués par l' OCV dans la division AIRBUS A330/A340 (6 au simulateur de vol et 10 en vol).

4.1.5.8.4 Analyse et traitement des incidents

4.1.5.8.5 Par DSAC NO

L'article EU OPS 1.420 fait obligation aux exploitants de rapporter à l'autorité de tutelle (DSAC NO pour AIR FRANCE) tous les événements, incidents et accidents survenus durant les opérations aériennes en transport public.

En amont, le service analyse des vols, puis le service sécurité des vols de l'exploitant, ont obligation, après analyse, de proposer des mesures correctrices. DSAC NO a pour obligation de contrôler le respect du programme de sécurité des vols de l'exploitant, lequel programme doit, après avoir élaboré les mesures correctrices, assurer le contrôle de l'efficacité de ces mesures.

Dans la pratique, le centre de coordination opérationnel d'Air France rapporte quotidiennement les incidents significatifs à DSAC NO. Un rapport mensuel des ASR est transmis avec un délai maximum de deux mois. Par ailleurs, AIR France envoie un relevé hebdomadaire des décisions prises en réunions RX2. Dans les cas d'incidents de navigabilité, DSAC NO vérifie que la notification est faite au constructeur.

D6316%

DSAC NO a une obligation réglementaire de vérifier que les incidents sont pris en compte par le système de prévention des accidents de l'exploitant.

Depuis la mise en application de l'annexe 3 au règlement 3922/91 de l' EU OPS, du 16/7/2008, la DGAC n'a plus autorité pour émettre des consignes opérationnelles.

DSAC NO peut transmettre à l' EASA certains sujets relatifs à la sécurité des vols.

Dans le cadre du traitement de l'incident d'anomalie anémométrique par l'exploitant Air Caraïbes, relayé avec insistance auprès de la DSAC NORD son autorité de tutelle; DSAC NO, informée par cette dernière a rédigé un courrier circonstancié adressé à l'EASA. Une telle démarche réactive n'a jamais été initiée par Air France.

4.1.5.8.6 Par MEAS

La création de la Mission Évaluation et Amélioration de la Sécurité est définie par l'arrêté du 19/12/2008 portant sur l'organisation de la DSAC.

La mission de son dirigeant est le pilotage du plan de sécurité de l'état gérant l'ensemble des thèmes en rapport avec les activités de la DSAC.

Il a en charge la coordination du système de gestion de la sécurité de la DSAC.

Au jour de l'accident, il n'existait pas de textes réglementaires décrivant une obligation de traitement des incidents d'une base de données. En revanche, l'annexe 13 de l'OACI prévoyait que, si une telle base de données existait, les états avaient obligation de l'exploiter.

Une directive Européenne traduite en droit Français, reprise par l'arrêté du 17/8/2007, impose aux États membres, de détenir une base de données sans obligations de l'exploiter.

La création de MEAS a été inscrite dans un processus « qualité » comprenant un certains nombre d'actions :

• Phase dite « A1 » :Formaliser

Cette phase correspondait à l'organisation du système d'acquisition et d'exploitation des événements, dans le but d'établir un plan stratégique d'amélioration de la sécurité. En 2009, un contrat de service existait avec le BEA pour l'échange d'information, mais rien n'était formalisé avec l'EASA.

Phase dite « A2 » : Mener

Cette phase consistait à sensibiliser les exploitants à la nécessité de la remontée de l'information concernant les incidents

• Phase dite « A3 »: Piloter

Cette phase correspondait à la formation à l'utilisation de la base de données ,des personnels des DSAC IR.

• Phase dite « A4 » : Réaliser

Cette phase correspond à l'alimentation effective de la base de données, par la centaine d'événements reçus quotidiennement et a la synthèse trimestrielle des événements marquants.

• Phase dite « A5 » : Piloter.

Cette phase consiste à gérer des études de sécurité commandées auprès des sous-traitants.

• Phase dite « A6 » : Vérifier.

D6716/51

Cette phase consiste à vérifier la mise en application par les structures concernées (en général les exploitants), des recommandations émises par les organismes d'enquêtes.

• Phase dite « A7 » : Assurer.

Cette phase consiste à organiser l'échange entre les différentes parties concernées par l'amélioration de la sécurité.La Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile (DSAC) est organisée de manière pyramidale, avec un échelon central et des échelons régionaux, nommés directions inter-régionales. Historiquement, la DSAC, dont la date de création est le 01/01/2009 (décret 2008.1299 du 11/12/2008), est le fruit de l'évolution de la Direction du Contrôle de la Sécurité (DCS), créée le 03/03/2005. L'objectif de cette réorganisation était de centraliser les services de la DCS.

L'échelon central

Un cabinet de Direction

Le cabinet a pour mission d'assister le directeur de la sécurité de l'Aviation Civile dans le suivi des différentes activités de la Direction.

• Une direction gestion des ressources

Une mission évaluation et amélioration de la sécurité (MEAS).

Cette mission recueille les informations techniques en rapport avec la sécurité, coordonne leur analyse, propose des améliorations, ceci dans le cadre de la mise en œuvre du programme de sécurité de l'état (PSE). Enfin, elle diffuse le produit de ces travaux aux différents intervenants.

• Une Direction Coopération Européenne et Réglementation de Sécurité.

Cette direction est en charge de la préparation des textes de réglementation technique dans le domaine de la sécurité des aéronefs, des aérodromes et des personnels de l'aviation civile. Elle coordonne l'activité de la direction auprès des instances Européennes. Enfin, elle est en charge de l'analyse des évolutions communautaires effectives ou en projets, et élabore la position de la DSAC sur ces sujets.

• Une Direction Sûreté.

Cette direction est en charge de la politique de contrôle en matière de sûreté.

• Une Direction Aéroports et Navigation Aérienne.

Cette direction élabore, met en œuvre et anime la politique de sécurité pour les domaines correspondants.

• Une Direction Personnels Navigants (DSAC PN)

La direction Personnels Navigants élabore met en œuvre et anime la politique de sécurité en

matière d'aptitudes et de compétences des personnels navigants en conformité avec les référentiels internationaux, européens et nationaux. Elle participe au programme de sécurité de l'État. La DSAC PN est en charge d'élaborer la politique de la DSAC en matière de compétences des personnels navigants de l'aviation civile. Ses missions sont définies par le décret de création de la DSAC : (Décret 2008/1299 du 11/12/2008).

Plusieurs pôles composent DSAC PN:

- Pôle licences : Ce pôle est en charge de la délivrance et du contrôle des licences du personnel navigant
- Pôle examens : Ce pôle est en charge de l'organisation de l'ensemble des examens de

D6216/

l'aéronautique civile et de la délivrance des brevets associés.

- Pôle formation : Ce pôle est en charge de la délivrance des agréments et de la surveillance de l'ensemble des écoles et organismes de formation.
- Pôle expertises du personnel navigant : Ce pôle est en charge de fournir des expertises dans les domaines techniques, en relation avec la réglementation OPS ou FCL.

Le pôle d'expertises du personnel navigant (EPN) travaille notamment en sous-traitance pour les DSAC IR sur les sujets suivants :

Expertise des programmes de maintien de compétences, avis techniques divers concernant les personnels d'encadrement des exploitants, avis techniques concernant les programmes de formation aux qualifications de types, nomination et standardisation des examinateurs de qualification de types.

Il travaille également en sous-traitance de DSAC NO pour l'expertise des maintiens de compétences de la compagnie AIR France.

Les pilotes de ce pôle sont également en charge de la surveillance des exploitants, et procèdent à des contrôles programmés en vol et au sol, ceci depuis la création de DCS. Depuis la création de DSAC, début 2009, l'activité de surveillance de ce pôle est en augmentation.

• Une Direction Navigabilité et Opérations.

Le rôle et le fonctionnement de la DSAC NO est développé dans le chapitre surveillance des exploitants (AIR France) et dans le chapitre analyse et traitement des incidents.

Les échelons régionaux (DSAC IR)

Les directions inter régionales sont organisées, géographiquement, de la manière suivante :

- DSAC NORD : Région Parisienne et Nord de la France Paris
- DSAC NORD EST: Région Nord Est Strasbourg
- DSAC OUEST: Région Ouest Brest
- DSAC CENTRE EST: Région centre Est. Lyon
- DSAC SUD EST : Région Sud Est Aix en Provence
- DSAC SUD : Région SUD Toulouse
- DSAC SUD OUEST : Région SUD OUEST Bordeaux
- DSAC AG: Antilles Guyane Cayenne
- DSAC OI : Océan Indien Saint Denis de la Réunion

La DSAC a un rôle de surveillance de la conformité réglementaire par rapport aux textes élaborés par l'Agence Européenne de Sécurité Aérienne (EASA).

Cette surveillance s'exerce dans le domaine :

<u>De la navigation aérienne</u>: Elle certifie et contrôle l'organisation de la formation des personnels. Son activité de surveillance porte également sur les procédures et le matériel.

<u>Des aéroports</u>: Elle certifie les aéroports, et là encore, son activité de surveillance porte sur les procédures et le matériel.



<u>Des compagnies aériennes</u>: Les structures inter-régionales, Autorités de tutelle, sont en charge de tous les exploitants Français, en fonction de leur répartition géographique, à l'exception de la compagnie Air France. En effet, la tutelle de la compagnie Air France est assurée directement à l'échelon central, DSAC NO (Navigabilité Opérations)

<u>Des aéronefs</u>: La DSAC a un rôle de surveillance de la fabrication et de l'entretien des aéronefs sous le couvert de la réglementation Européenne. Elle délivre les certificats de navigabilité. Il est a noter que le rôle de la DSAC dans la maintenance et la production des avions est sous traité au GESAC, organisme Français, sauf pour le cas de l'organisme de production AIRBUS, qui dépend de l'EASA.

<u>Des personnels navigants</u>: La DSAC intervient à plusieurs niveaux. Approbation et surveillance de tous les organismes de formation, délivrance des brevets, licences et qualifications.

Les incidents des compagnies XL AIRWAYS et AIR CARAIBES ont été enregistrés dans la base de données ECCAIRS.

Les treize ASR en provenance de la compagnie AIR France, et en rapport avec les pertes d'indications anémométriques, ont été enregistrés dans la base de données ECCAIRS.

Commentaire d'experts : La DCS, puis après le 1er janvier 2009, la DSAC, dans leur mission de surveillance de la compagnie Air France, au travers, d'audits d'expertises et de contrôles impliquant divers services, ont œuvré conformément à leurs obligations réglementaires.

A la date de l'accident, les résultats des audits, expertises et contrôles exploités par DSAC NO, n'avaientt pas révélé de non conformité en lien avec les causes de l'accident (maintenance, procédures, niveau professionnel, documentation).

A la date de l'accident, les résultats des retours d'expérience et la fréquence des incidents n'avaient pas permis de retenir les événements précurseurs comme thème important dans le cadre des activités de MEAS

4.1.6 BUREAU ENQUÊTES ET ANALYSES (BEA)

4.1.6.1 Présentation

Les pays contractants de l'Organisation internationale de l'Aviation Civile ont pour obligation d'appliquer les recommandations précisées dans l'annexe 13 de la convention internationale de l'Aviation Civile relative aux accidents et incidents d'aviation.

L'Etat concerné par un accident d'aviation a obligation d'ouvrir une enquête et, dans la mesure où ses lois le permettent, de la poursuivre d'après la méthode prescrite par l'OACI.



Le Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA) est l'autorité française chargée des enquêtes de sécurité relatives aux accidents ou aux incidents graves dans l'Aviation Civile.

4.1.6.2 Organisation

L'enquête est menée par un Enquêteur Désigné qui a pour obligation de mener l'enquête et de fournir un rapport.

En vertu des accords internationaux, des représentants de l'État d'immatriculation de la compagnie aérienne (dans le cas d'un accident d'une compagnie étrangère survenu sur le territoire français), des représentants de l'État constructeur de l'avion et de certains équipements ou encore des Etats dont de nombreux ressortissants sont au nombre des victimes sont associés à l'enquête de sécurité dirigée par l'Enquêteur Désigné.

Ils peuvent être accompagnés, à la demande de l'Enquêteur Désigné et sous son contrôle, d'experts appartenant au constructeur de l'avion ou de la compagnie concernée.

Ne sont donc associées à l'enquête que des personnes susceptibles de contribuer à son avancement. Selon la loi, elles sont soumises au secret professionnel parce que des informations confidentielles ou non validées y sont échangées au cours de l'enquête et que les discussions indispensables à son déroulement ne peuvent être mises sur la place publique.

4.1.6.3 Enquête de sécurité

L'enquête de sécurité est conduite conformément au règlement européen N°996/2010 du 20 octobre 2010.

Ce règlement est entré en vigueur au cours des opérations d'investigation en apportant des modifications sur les conditions du déroulement de l'enquête de sécurité par rapport à l'enquête judiciaire.

Ce règlement introduit ,en particulier, une priorité d'intervention des enquêteurs techniques.

Des dispositions ont été prises d'un commun accord avant qu'un protocole soit élaboré entre la Justice et le BEA afin d'assurer la présence d'experts ou d'OPJ pour toutes les opérations sur les enregistreurs et sur toutes les opérations à caractère destructif.

Le règlement européen définit clairement l'objet de l'enquête de sécurité dans son article premier : « Article premier

Objet

1. Le présent règlement a pour but d'améliorer la sécurité aérienne en garantissant un niveau élevé d'efficacité, de diligence et de qualité des enquêtes de sécurité menées dans l'aviation civile en Europe, dont l'unique objectif est la prévention des accidents et incidents sans détermination des fautes ou des responsabilités, y compris par la mise en place d'un réseau européen des autorités responsables des enquêtes de sécurité dans l'aviation civile. Il prévoit également des règles concernant la disponibilité en temps utile des informations relatives à toutes les personnes et aux marchandises dangereuses présentes à bord d'un aéronef impliqué dans un accident. Il vise aussi à améliorer l'aide aux victimes d'accidents

D6216/

Commentaire d'experts: Le Bureau Enquêtes et Analyses mène des enquêtes des sécurité dont l'unique objectif est la prévention des accidents et incidents. Avant le 20 octobre 2010 la réciprocité des échanges avec l'Autorité Judiciaire était établie, depuis le 20 octobre 2010 les échanges entre le BEA et l'Autorité Judiciaire sont régis par un protocole d'accord.

4.1.7 ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE (OACI)

4.1.7.1 Présentation

Institution spécialisée des Nations Unies, **l'OACI** a été créée en 1944 pour promouvoir le développement sûr et ordonné de l'aviation civile internationale dans le monde.

Elle établit les normes et les règles nécessaires à la sécurité, à la sûreté, à l'efficacité et à la régularité de l'aviation ainsi qu'à la protection de l'environnement en aviation.

Elle est en outre l'instrument de la coopération entre ses <u>191 États contractants</u>(433) dans tous les domaines de l'aviation civile.

4.1.7.2 Organisation

L'OACI est organisée autour

- d'une Assemblée qui regroupe les Etats Membres,
- d'un Conseil qui adopte les normes et les pratiques recommandées groupées dans les Annexes,
- d'un Secrétariat

Commentaire d'experts : L'OACI établit des normes et règles nécessaires à la sécurité de l'aviation civile. Celles-ci sont formulées sous forme de recommandations aux états contractants.



4.1.8 L'EQUIPAGE

4.1.8.1 Les Pilotes

4.1.8.1.1 Le Commandant de Bord

Le commandant de bord, Monsieur Marc DUBOIS, âgé de 58 ans, était titulaire d'une licence de Pilote de ligne (PL 4332-90) délivrée le 8 mars 1990 avec levée de limitation de tonnage en février 1992, et qualification de type A330 valide jusqu'au 30/10/2009.

Il a été successivement qualifié sur Caravelle SE 210, Airbus A300, Boeing 737, Airbus A320, puis A330 et A340.

Sa première désignation comme Commandant de Bord date de juin 1998 sur B737.

Il a obtenu sa qualification Airbus 330 en octobre 2006 et a été lâché en ligne en février 2007. Il a été qualifié sur A340 en août 2007 et lâché en septembre 2007.

Il totalisait au moment de l'accident 10 931 heures de vol, dont 6 200 en qualité de Commandant de Bord. Il avait effectué environ 1 100 heures d'A330 et 650 heures d'A340.

Son expérience récente était de 170 heures de vol dans les trois dernier mois comprenant 8 atterrissages et 6 décollages, et 57 heures dans les trente derniers jours.

Sa visite médicale était valide jusqu'au 31 octobre 2009.

Au moment de l'accident, il était à jour des formations et contrôles réglementaires dont les dates de fin de validité sont les suivantes :

- Contrôle en ligne A330 le 30/09/2009, A340 le 30/09/2010.
- Contrôle hors ligne A330 le 31/10/2009 et A340 le 30/04/2010.
- Entraînement A330 le 30/04/2010 et A340 le 31/10/2009.
- Cours au sol 4S le 31/10/2009 et S1 le 31/03/2010.
- Reconnaissances aérodromes : Rio le 30/11/2009.
- Reconnaissances de ligne : OCA 31/05/2010.

4.1.8.1.2 Le Copilote 1

Le premier copilote, Monsieur David ROBERT, âgé de 37 ans, était titulaire d'une licence de Pilote de Ligne (F-LAA 153087) obtenue le 13 avril 2001, et qualification de type A330 valide jusqu'au 31/07/2009.

Il a été qualifié sur Airbus A320 en février 1999, puis A340 et A330.

Il a obtenu sa qualification A340 en février 2002 et a été lâché en ligne en avril 2002.

Il a été qualifié sur A330 le 1^{er} octobre 2002 et lâché en ligne le même mois.

Il totalisait au moment de l'accident 6 546 heures de vol.

D6216/57

Son expérience récente était de 100 heures de vol dans les trois dernier mois comprenant 5 atterrissages et 4 décollages, et 40 heures dans les trente derniers jours.

Sa visite médicale était valide jusqu'au 31 octobre 2009 (mention port de verres correcteurs).

Au moment de l'accident, il était à jour des formations et contrôles réglementaires dont les dates de fin de validité sont les suivantes :

- Contrôle en ligne A330 le 31/10/2010, A340 le 31/10/2009.
- Contrôle hors ligne A330 le 31/07/2009 et A340 le 31/10/2010.
- Entraînement A330 le 31/01/2010 et A340 le 31/07/2009.
- Cours au sol 4S le 31/01/2010 et S1 le 31/03/2010.
- Reconnaissances aérodromes : Rio 31/05/2010.
- Reconnaissances de ligne : OCA 28/02/2010.

4.1.8.1.3 Le Copilote 2

Le deuxième copilote, Monsieur Pierre BONIN, âgé de 32 ans, était titulaire d'une licence de Pilote de Ligne (ATPL F-LAA 220628) obtenue le 3 août 2007, et qualification de type A330 valide jusqu'au 31/08/2009.

Il a été qualifié sur Airbus A320 en septembre 2004, puis A340 et A330.

Il a obtenu sa qualification A340 en février 2008 et a été lâché en ligne en juin 2008.

Il a été qualifié sur A330 le 1 er décembre 2008 et lâché en ligne le même mois.

Il totalisait au moment de l'accident 2 936 heures de vol.

Son expérience récente était de 191 heures de vol dans les trois derniers mois comprenant 8 atterrissages et 7 décollages, et 61 heures dans les trente derniers jours.

Sa visite médicale était valide jusqu'au 31 octobre 2009 (mention port de verres correcteurs).

Au moment de l'accident, il était à jour des formations et contrôles réglementaires dont les dates de fin de validité sont les suivantes :

- Contrôle en ligne A330 le 31/12/2010, A340 le 31/12/2009.
- Contrôle hors ligne A330 le 31/08/2009 et A340 le 28/02/2010.
- Entraînement A330 le 28/02/2010 et A340 le 31/08/2009.
- Cours au sol 4S le 28/02/2010 et S1 le 31/03/2010.
- Reconnaissances aérodromes : Rio non validée (non obligatoire pour ce type de vol, voir OPS 1.975 a).
- Reconnaissances de ligne : OCA 31/05/2010.

Commentaire d'experts: Les qualifications des membres de l'équipage technique sont conformes aux exigences réglementaires, en matière de licence, de qualifications de type, d'entraînements et contrôles périodiques ainsi que de qualifications de routes et d'aérodromes.



4.1.8.2 Le personnel de cabine

Sur le vol AF 447, l'équipage commercial était constitué de 9 membres dont 6 qualifiés pour un minimum de 5 réglementaires.

Un Chef de Cabine Principal (CCP)

Deux Chefs de Cabine

Trois membres d'équipage de cabine qualifiés A330

Deux membres d'équipage de cabine non qualifiés A330

Un personnel des services complémentaires de bord (PCB)

4.1.8.2.1 Chef de Cabine Principal

Madame Anne GRIMOUT née le 15/03/1960

CSS de juillet 1985

Qualifiée A330 août 1995

Entrainement et contrôles périodiques valides jusqu'en octobre 2009

Visite d'aptitude médicale juin 2008

Expérience totale environ 8 700 h dont 2 100 sur Airbus 330/340

4.1.8.2.2 Chef de Cabine 1

Madame Maryline MESSAUD née le 15/09/1963

CSS de septembre 1989

Qualifiée A330 décembre 2003

Entrainement et contrôles périodiques valides jusqu'en mars 2010

Visite d'aptitude médicale février 2009

Expérience totale environ 8 700 h dont 1 200 sur Airbus 330/340

4.1.8.2.3 Chef de Cabine 2

Madame Françoise SONNIC née le 01/12/1954

CSS de juillet 1981

Qualifiée A330 juin 1997

Entrainement et contrôles périodiques valides jusqu'en novembre 2009

36216/59

Visite d'aptitude médicale février 2009 Expérience totale environ 6 700 h dont 2 300 sur Airbus 330/340

4.1.8.2.4 Hôtesse

Madame Stéphanie SHOUMAKER née le 26/10/1970
CSS de août 1996
Qualifiée A330 mars 2003
Entrainement et contrôles périodiques valides jusqu'en août 2009
Visite d'aptitude médicale août 2008

Expérience totale environ 6 200 h dont 1 200 sur Airbus 330/340

4.1.8.2.5 Hôtesse

Madame Clara AMADO GAGLIARDO née le 30/06/1977
CSS de juin 2001
Qualifiée A330 mars 2001
Entrainement et contrôles périodiques valides jusqu'en octobre 2009
Visite d'aptitude médicale mai 2008
Expérience totale environ 5 100 h dont 1 000 sur Airbus 330/340

4.1.8.2.6 Hôtesse

Madame Carole GUILLAUMONT née le 23/02/1978

CSS de juillet 2004

Entrainement et contrôles périodiques valides jusqu'en septembre 2009

Visite d'aptitude médicale novembre 2007

Expérience totale environ 3 200 h dont 700 sur Airbus 330/340

4.1.8.2.7 Steward

Monsieur Sébastien VEDOVATI, né le 29/09/1975 CSS de mars 1998 Qualifiée A330 juin 1999



Entrainement et contrôles périodiques valides jusqu'en octobre 2009

Visite d'aptitude médicale juin 2007

Expérience totale environ 8 100 h dont 2 100 sur Airbus 330/340

4.1.8.2.8 Hôtesse

Madame Laurence YAPI née le 16/03/1965

CSS de septembre 1991

Entrainement et contrôles périodiques valides jusqu'en février 2010

Visite d'aptitude médicale novembre 2007

Expérience totale environ 3 200 h dont 700 sur Airbus 330/340

4.1.8.2.9 Personnel Complémentaire de Bord

Monsieur Lucas GAGLIANO JUCA DOMINGUES DE OLIVEIRA né le 02/09/1985

Stage de formation PCB octobre 2007

Maintien de compétences PCB août 2009

Visite d'aptitude médicale juin 2007

Expérience totale environ 900h dont 200 sur Airbus 330/340

Commentaire d'experts : Les qualifications des membres de l'équipage commercial sont conformes aux exigences réglementaires en matière de licence, de qualification de type, d'entraînements et contrôles périodiques.

4.2 LES INCIDENTS DE GIVRAGE DE SONDES ANÉMOMÉTRIQUES (SONDES PITOT) AVANT 1^{ER} JUIN 2009

4.2.1 HISTORIQUE

4.2.1.1 Introduction

Les problèmes d'obstruction de sondes anémométriques sont inhérents à la conception même de ces

DG219/61

sondes et ils ont de tous temps existé. Les sondes équipant les avions de transport répondent à une norme de certification (CS 25, appendice C).

Au jour de l'accident, et encore à ce jour, la norme de certification des sondes ne couvre pas la totalité du domaine de vol des avions modernes.

Cependant, les constructeurs demandent aux équipementiers de répondre à des critères plus exigeants que ceux de la certification. Les modèles de sondes n'ont ainsi cessé d'évoluer suivant un principe de suivi de leur fiabilité basé sur le retour d'expérience.

Le retour d'expérience fait partie intégrante du maintien de la navigabilité des aéronefs. Les événements ou incidents sont classés en fonction de leur dangerosité et du nombre d'occurrences, selon les normes de l'AMC 25-1309 § 7(a).

Les Autorités de certification peuvent être amenés dans certains cas à émettre des consignes de navigabilité (CN ou AD Airworthiness Directive) qui peuvent modifier les équipements, les procédures de maintenance ou la documentation technique ou opérationnelle.

Il est à ce titre important de considérer que la DGAC, Autorité de certification de l'A330, avant le transfert de ses responsabilités vers l'EASA le 28 septembre 2003, avait déjà émis de telles consignes afin d'équiper les avions de matériel plus performant.

On peut citer la CN 2001-354 émise le 18 août 2001, qui imposait le remplacement des sondes « Rosemount 0851 GR » par des sondes « Goodrich 0851 HL » ou des sondes « Sextant C 16195 AA », répondant à des critères de qualification plus sévères. (Sextant a pris le nom de Thalès ultérieurement).

Les sondes Thales BA ont, depuis été développées pour répondre à des problèmes d'ingestion d'eau.

Les phénomènes de givrage de sonde en haute altitude, amenant à la connaissance de la dangerosité des cristaux de glace à des températures très basses (précédemment réputées non givrantes) est récent.

4.2.1.2 Cadre réglementaire

4.2.1.2.1 OACI

L'Organisation Internationale de l'Aviation Civile précise dans son <u>ANNEXE XIII</u> (490) chapitre 8 « Mesures de Prévention des Accidents » les spécifications pour la prévention des accidents.

• Un système obligatoire :

« Les États établiront un système obligatoire de comptes rendus d'incidents pour faciliter la collecte de renseignements sur les insuffisances réelles ou éventuelles en matière de sécurité. »

Un système volontaire :

« Le système volontaire de comptes rendus d'incidents sera non punitif et assurera la protection des sources d'information. »



• Des systèmes de bases de données :

« Il est recommandé que les États établissent une base de données sur les accidents et incidents, pour faciliter l'analyse efficace des renseignements obtenus, notamment ceux qui sont issus de leurs systèmes de comptes rendus d'incidents. »

4.2.1.2.2 Directive européenne 2003/42/CE

La Directive Européenne 2003/42/CE reprend les recommandations de l'OACI concernant le système de comptes rendus obligatoires et définit les événements qui font l'objet de compterendus.

«Événement»: tout type d'interruption, d'anomalie ou de défaillance opérationnelles, ou autre circonstance inhabituelle, ayant eu, ou susceptible d'avoir eu une incidence sur la sécurité aérienne et qui n'a pas donné lieu à un accident ou à un incident grave d'aéronef.

La Directive précise l'objectif du système de compte-rendus :

L'objectif exclusif des comptes rendus d'événements est la prévention des accidents et incidents et non la détermination de fautes ou de responsabilités.

La Directive Européenne 2003/42/CE exclut les « accidents » et « incidents graves» du système de compte-rendus, ceux-ci sont exploités conformément à la Directive 94/56/CE qui précise les principes et le cadre de l'enquête technique.

La Directive Européenne 2003/42/CE précise également le principe de « dés-identification » qui permet de rendre le compte rendu anonyme.

«Dés-identification»: la suppression, dans les comptes rendus soumis, de tous les détails personnels concernant le notifiant et des aspects techniques qui pourraient permettre d'identifier le notifiant ou des tiers à partir des informations.

4.2.1.2.3 Code de l'Aviation Civile

Le code de l'Aviation Civile, qui transcrit dans le droit national la Directive 2003/42/CE mentionne dans son article R 722-7 les personnes qui doivent transmettre les comptes rendus d'événements.

« Art. R. 722-7. - Les obligations mentionnées à l'article L. 722-2 s'appliquent aux personnes suivantes :

- « a) L'exploitant et le commandant de bord d'un aéronef à turbine ou exploité par une entreprise détenant un certificat de transporteur aérien ;
- « b) Tout agent assurant les tâches de conception, de construction, d'entretien ou de modification d'un aéronef à turbine ou exploité par une entreprise détenant un certificat de transporteur aérien ou de tout équipement ou pièce s'y rapportant;
- « c) Tout agent qui délivre des certificats d'autorisation de remise en service après des opérations d'entretien d'un aéronef à turbine ou exploité par une entreprise détenant un certificat de transporteur aérien



Il s'agit donc de l'exploitant (Compagnie Aérienne), du Commandant de Bord, du constructeur (AIRBUS), des équipementiers (THALES.....), et des agents prononçant l'approbation pour remise en service (APRS) après des opérations d'entretien.

4.2.1.2.4 Arrêté du 17 août 2007

L'arrêté du 17 août 2007 précise les évènements qui doivent être rapportés, la liste n'est pas exhaustive et il est rappelé les obligations de l'employeur et du prestataire de la navigation aérienne.

Le compte rendu de l'événement doit être transmis à l'Autorité compétente de l'Aviation Civile dans les 72 heures sauf si un délai autre a été fixé par protocole.

Seuls sont transmis les comptes rendus qui, de l'avis de l'employeur ou du prestataire de la navigation aérienne, manifestent un intérêt pour la sécurité aérienne.

Les évènements sont enregistrés dans une base de données, l'anonymat est sauvegardé et les noms et adresses des personnes impliquées ne sont pas enregistrés dans la base de données.

4.2.1.2.5 L'article CS 25-1309 et AMC associés.

L'article CS 25.1309 - Equipment, systems and installations.

Cet article traite des spécifications de Certification CS-25 (applicable aux Aéronefs de grande taille - Large Aircraft) émises par l'EASA.

Il précise les exigences générales requises à l'égard des équipements ou systèmes installés dans les aéronefs, de façon isolée ou en interaction avec d'autres systèmes. Son AMC 25-1309 (Acceptable Means of Conformity ou moyens acceptable de conformité) précise, comme outil d'évaluation des risques, la classification des occurrences traitées par les constructeurs selon une échelle fonction de la gravité et de la probabilité de survenance. Cette classification comprend une échelle de dangerosité et une échelle de probabilité permettant en confrontant les deux échelles de statuer sur le risque acceptable.

Risque	Probabilité par heure de vol acceptable				
Sans effet sur la sécurité	Non requis				
Mineur	< 10 ⁻⁵				
Majeur	de 10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁷				
Hasardeux	de 10 ⁻⁷ à 10 ⁻⁹				
Catastrophique	< 10 ⁻⁹				

4.2.1.3 Incidents recensés

Date	Type Avion	Trajet	Thales AA	Thales BA	Goodrich	Reçu	Traité
12/11/03	A330	SAO-CDG	1			nov-03	aug 04

A 340	CDG-HAN	1				jun 05
A 330	AUH-BKK	1	0		sept-05	janv-06
A 340	CMB-	1	0		juin-09	juin-09
A340	LIS-GRU	1			juin-09	juin-09
A340	NRT-NRT	1		4	sept-06	dec 06
A340	SCL-MAD	1			avr-07	jul 07 et jun 09
A330	ISB				may 07	oct-07
A330						nov-09
A330	STA-NRT				aug 09	nov-09
A330	GIG-LIS	0	1			
A340	PPT-LAX	1				
A340	CDG-BKK	1			jun 08	aug 08
A330	KUL	1			jun 09	jul 09
A340	NRT-CDG	1			jul 08	nov-08
A330	KUL-KUL	1			jul 08	nov-08
A340	CDG-BOG	1			2 7 /0	
A330	NRT-HNL	1				feb 09
A340	CDG-TNR	1			aug 08	dec 08
A340	CAN-CDG	1				
A330	FDF-ORY	1			sept-08	dec 08
A330	PTP-ORY	1			sept-08	dec 08
A330	LIS-GIG	0	1		jul 09	oct-09
A340	CDG-SXM	1				
A330	BRC-CDG	1			sept-08	dec 08
A340	CDG-JFK				nov-08	feb 09
A330	DOH-KUL				dec 08	mars-09
	KIX-OOL	0	0	1	mars-09	aug 09
	GRU-CDG	1			apr 09	aug 09
A 340	CAY-ORY	1			apr 09	aug 09
A330	HKT-ARN	1			apr 09	aug 09
A330	GRU-LIS	0	1		jul 09	oct-09
A330	GIG-LIS	0	1		aug 09	
A 330	MIA-GRU	1			jun 09	jul 09
	GIG-CDG	1			jun 09	jul 09
	DOH-MNL	1			jun 09	jul 09
	KUL-DOH	1			jun 09	oct-09
	DOH-KUL					oct-09
					jul 09	
	NAT-LIS		1		aug 09	
	NOU-ICN			1		
	TPE-BNE			1	aug 09	
A330			1		sept-09	
	A 330 A 340 A 340 A 340 A 330 A 330 A 330 A 340	A 330 AUH-BKK A 340 CMB- A340 LIS-GRU A340 NRT-NRT A340 SCL-MAD A330 ISB A330 A330 STA-NRT A340 PPT-LAX A340 CDG-BKK A330 KUL A340 NRT-CDG A330 KUL-KUL A340 CDG-BOG A330 NRT-HNL A340 CDG-TNR A340 CDG-SXM A330 FDF-ORY A330 FDF-ORY A330 FDF-ORY A330 GRU-CDG A340 CDG-JFK A330 GRU-CDG A340 CDG-JFK A330 GRU-CDG A340 CDG-JFK A330 GRU-CDG A340 CAY-ORY A330 GRU-LIS A330 GIG-LIS A330 GIG-LIS A330 GIG-CDG A340 CAY-ORY A330 HKT-ARN A330 GIG-LIS A330 GIG-LIS A330 HKG-NRT A330 NOU-ICN A330 NOU-ICN A330 NOU-ICN A330 TPE-BNE	A 340	A 330 AUH-BKK 1 0 A 340 CMB- 1 0 A340 LIS-GRU 1 A340 NRT-NRT 1 A340 SCL-MAD 1 A330 ISB A330 A330 STA-NRT A340 PPT-LAX 1 A340 CDG-BKK 1 A340 NRT-CDG 1 A340 NRT-CDG 1 A330 KUL 1 A340 CDG-BOG 1 A330 NRT-HNL 1 A340 CDG-TNR 1 A340 CDG-TNR 1 A340 CDG-TNR 1 A340 CDG-SXM 1 A330 FDF-ORY 1 A330 FDF-ORY 1 A330 BRC-CDG 1 A330 BRC-CDG 1 A340 CDG-JFK 1 A340 CDG-JFK 1 A330 BRC-CDG 1 A340 CDG-JFK 1 A330 GRU-CDG 1 A340 CDG-JFK 1 A330 BRC-CDG 1 A340 CAY-ORY 1 A330 GRU-LIS 0 1 A330 HKT-ARN 1 A330 HKG-NRT 1 A330 NAT-LIS 1 A330 NOU-ICN A330 NOU-ICN A330 TPE-BNE	A 330 AUH-BKK 1 0 A 340 CMB- 1 0 A340 LIS-GRU 1 A340 NRT-NRT 1 A340 SCL-MAD 1 A330 ISB A330 A330 STA-NRT A330 GIG-LIS 0 1 A340 PPT-LAX 1 A340 CDG-BKK 1 A340 NRT-CDG 1 A330 KUL-KUL 1 A340 CDG-BOG 1 A330 NRT-HNL 1 A340 CDG-TNR 1 A330 FDF-ORY 1 A330 FDF-ORY 1 A330 BRC-CDG 1 A340 CDG-SXM 1 A330 BRC-CDG 1 A340 CDG-JFK 1 A330 BRC-CDG 1 A340 CAY-ORY 1 A330 GRU-CDG 1 A340 CAY-ORY 1 A330 GRU-LIS 0 1 A330 HKT-ARN 1 A330 HKT-ARN 1 A330 HKG-NRT 1 A330 NOU-ICN 1 A330 NOU-ICN 1 A330 NOU-ICN 1	A 330 AUH-BKK 1 0 sept-05 A 340 CMB- 1 0 juin-09 A340 LIS-GRU 1 juin-09 A340 NRT-NRT 1 sept-06 A340 SCL-MAD 1 avr-07 A330 ISB may 07 A330 STA-NRT aug 09 A340 PPT-LAX 1 jun 08 A330 KUL 1 jun 09 A340 NRT-CDG 1 jul 08 A330 KUL-KUL 1 jun 09 A340 CDG-BOG 1 A330 NRT-HNL 1 A340 CDG-TNR 1 aug 08 A330 RT-HNL 1 A340 CDG-TNR 1 sept-08 A330 FDF-ORY 1 sept-08 A330 FDF-ORY 1 sept-08 A330 BRC-CDG 1 jul 09 A340 CDG-SXM 1 A330 BRC-CDG 1 sept-08 A330 BRC-CDG 1 sept-08 A330 BRC-CDG 1 sept-08 A330 BRC-CDG 1 sept-08 A330 GRU-CDG 1 sept-09 A330 GRU-CDG 1 sept-08 A330 GRU-CDG 1 sept-09 A330 GRU-CDG 1 sept-09 A330 GRU-CDG 1 sept-09 A330 GRU-CDG 1 sept-09 A330 GRU-LIS 0 1 jul 09 A330 GRU-LIS 0 1 jul 09 A330 GIG-LIS 0 1 jul 09 A330 GIG-LIS 0 1 jul 09 A330 GIG-CDG 1 jun 09 A330 GIG-CDG 1 jun 09 A330 GIG-CDG 1 jun 09 A330 HKG-NRT Jul 09 A330 NOU-ICN 1 A330 NOU-ICN 1 A330 NOU-ICN 1 A330 NOU-ICN 1

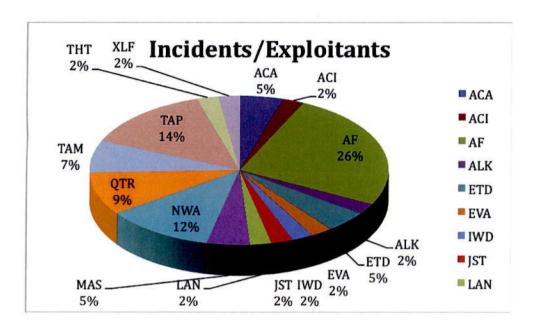
Cette étude porte sur les événements d'obstruction de sondes anémométriques dus à des phénomènes de givrage et d'absorption de cristaux de glace en haute altitude. L'analyse de ces événements se déroule sur la période allant de novembre 2003 à août 2009. Elle porte sur les avions Airbus A330 et A340.

Il est important de noter que de nombreux événements ont été reportés après l'accident du vol AF 447.

43 cas (de 2004 à août 2009) ont été examinés dont 34 font l'objet d'un In Service Reportable Occurrence (ISRO) rédigé par AIRBUS, 18 ont été rapportés ou en cours d'analyse après le 1^{er} juin 2009.



La classification des évènements par exploitants est ainsi répartie



Commentaire d'experts: Les évènements de givrage des sondes anémométriques antérieurs à l'accident du vol AF 447, ont été identifiés à partir de novembre 2003. Les sondes C 16195 AA étaient en service depuis deux ans. Ces évènements ont eu une fréquence très basse, de 1 à 2 par an. Les occurrences reportées ont progressivement augmenté, 3 en 2006, 4 en 2007 puis 17 en 2008.

En ce qui concerne les sondes Thalès AA, elles ont dans un premier temps été citées dans des évènements d'ingestion d'eau au décollage. En réponse, les sondes Thalès BA ont été développées pour améliorer le drainage et garantir un meilleur comportement dans des situations météorologiques de fortes précipitations.

La problématique du givrage des sondes en haute altitude est apparue simultanément au traitement déjà en cours du problème d'ingestion d'eau.

4.2.2 Traitement des évènements

4.2.2.1 Collecte et traitement des informations par Air France

Le Commandant de Bord responsable du vol doit rédiger un ASR lorsqu'il a rencontré un incident, il dispose pour cela d'un « carnet d'ASR ».

D6718/

Au dos de celui-ci est décrite la liste des incidents qui nécessitent la rédaction d'un ASR.

Les dispositions réglementaires du dépôt d'un ASR sont décrites dans le Manuel d'Exploitation) de la Compagnie Air France en conséquence, à l'issue de tout vol au cours duquel il a connu un incident ou un accident, il est demandé au Commandant de Bord de rédiger un ASR.

La Compagnie Air France a mis en place trois modes de transmission des ASRau sein de l'entreprise :

- Au retour du vol, l'ASR est récupéré dans l'enveloppe qui contient les documents du vol et ensuite acheminé en interne vers le service de « Prévention et Analyse des Vols » La transmission est faite dans la journée.
- Une boîte aux lettres dédiée est implantée à la division de vol (c'est le lieu où sont regroupés les services et moyens liés à une flotte d'avions et où les équipages peuvent passer avant ou après un vol). La boîte est relevée trois fois par semaine.
- Une boîte aux lettres électronique « mail.securite.des.vols@..... » C'est le moyen privilégié et la boîte est consultée deux ou trois fois par jour.

L'ASR est ensuite examiné par un cadre PNT (Personnel Navigant Technique). S'il est significatif et nécessite un traitement d'urgence, il est aussitôt transmis à la cellule « Veille Enquête Analyse » du service Prévention et Analyse des Vols.

Tous les ASR sont saisis dans une base de données interne à Air France (Outil informatique SENTINEL) Cette base de données est également alimentée par les GHR (Ground Handling Reports) c'est à dire les évènements relatifs à l'exploitation en dehors du vol.

Cette base de données est mise en réseau afin d'être exploitée par les différents services de la Compagnie, les rapports ne peuvent être modifiés mais il est possible de faire des commentaires.

La compagnie dispose également du traitement des AFL (Aircraft Flight Log) qui permettent aux pilotes de renseigner les problèmes techniques rencontrés. Ces AFL à disposition de la maintenance vont également permettre d'alimenter des réunions techniques.

Enfin la compagnie Air France dispose d'un système de retour d'expérience alimenté par des REX (formulaires de retour d'expérience) à destination du service de Sécurité des Vols.

Des réunions hebdomadaires nommées RX2 ont pour objectif l'examen des incidents significatifs dans le cadre de la prévention des risques opérations aériennes.

Tous les représentants des acteurs concernés sont présents, en particulier ceux de l'exploitation aérienne et de la maintenance.

Les suites à donner sont consignées sur les comptes rendus de ces réunions.

Les fiches de compte rendu sont transmises toutes les semaines à la DGAC (DCS) et au BEA.

Les relations entre la Compagnie Air France et le BEA sont régies par un protocole d'agrément entre autres pour la transmission des informations relatives à la sécurité des vols.

Dix événements ont été reportés, dont 3 n'ont pas fait l'objet d'inscription sur l'ATL (Aircraft Technical Log ou compte rendu mécanique)

Le premier événement significatif du 14 juillet 2008 sur le vol AF 279 NRT-CDG (Tokyo-Paris) a été analysé en réunion RX2 le 23 juillet 2008.(492)

Il s'en est suivi des échanges initiés le 30 juillet 2008 (495) avec le constructeur AIRBUS

A la suite de l'incident sur le vol AF 908 CDG-TNR (Paris- Antananarivo) du 16 août 2008, la Maintenance Air France a rapporté à THALES les incidents d'anomalies anémométriques le 27 août

D62167

2008 et une expertise des sondes Pitot est demandée par AIRBUS.

Le sujet des pertes d'indications anémométriques a été signalé lors de la <u>Conférence Technique du 18 septembre 2008</u> (Compte Rendu diffusé le 28 octobre 2008) qui regroupe les acteurs de la Maintenance et ceux des Opérations Aériennes.

Après six incidents similaires, une information à destination de l'ensemble des pilotes de la division A334/A330 (<u>INFO OSV</u>) (496) a été diffusée par l'Officier Sécurité des Vols pour préciser les alarmes et la nécessaire vigilance associées aux pertes d'indications anémométriques.

Aucun des vols Air France concernés par un événement de givrage de sonde aérodynamique, n'a fait l'objet d'étude approfondie de la part du service sécurité des vols, et ce malgré la requête de certains commandants de bord, qui auraient souhaité participer à ces travaux. On peut citer le vol du 16 août 2008, CDG-TNR qui a généré des écarts de trajectoire verticale importants associés à un message de type « Mayday ».

Commentaire d'experts: Les ASR émis par les équipages d'Air France ont circulé dans la compagnie. Les complaintes reportées sur les AFL (comptes rendus mécaniques) ont été traités simultanément par les services techniques. Les services techniques ont été les principaux acteurs du traitement de ces anomalies auprès d'Airbus. La dangerosité de ces évènements au travers de la lecture des ASR rédigés de façon factuelle et ne faisant pas référence à des difficultés de pilotage, n'est pas apparue lors de leur traitement. Leur classification en tant que « majeur », ne leur attribuait pas de traitement d'urgence. Pour autant au moins un rapport de vol (16/08/2008) aurait motivé une étude de sécurité de la part de la compagnie, ce qui n'a pas été fait. La note INFO OSV de novembre 2008 se contente de mentionner le terme de vigilance et ne fournit aucune indication sur la ou les procédures à appliquer.

Tous ces ASR ont été transmis à la DSAC (13) et inscrits dans la base données ECCAIRS, aucun n'a été retenu pour analyse par la DSAC (DSAC/NO et MEAS)

Parmi les ASR transmis au BEA aucun n'a été retenu pour analyse (courrier du 15 oct 2010)

Tous ont été traités et analysés par le constructeur AIRBUS qui les a classés en occurrences reportables (ISRO)

Sans une classification particulière en amont, ces ASR sont noyés dans la masse des rapports saisis mensuellement.

4.2.2.2 Collecte et traitement des informations par le bureau Enquêtes et Analyses

Le BEA est informé de tous les accidents pour lesquels l'État Français est compétent.

168 Per

<u>L'arrêté du 4 avril 2003</u> fixe la liste des incidents devant être portés à la connaissance du Bureau Enquêtes et Analyses.

L'arrêté ne précise pas d'obligation d'enquête de sécurité pour les incidents qui lui sont rapportés.

Le BEA est informé des accidents hors du domaine de compétence de l'Etat Français pour lesquels une enquête est menée, ce qui n'est pas le cas pour les incidents.

Le BEA a considéré que les incidents d'indications de vitesses erronées ne constituaient pas « un risque immédiat tel qu'un accident aurait pu se produire ».

4.2.2.3 Collecte et traitement des informations par la DGAC

4.2.2.3.1 DSAC NO

Les comptes rendus d'événements sont adressés sous 72 heures à la DSAC/NO (Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile, Bureau de la Navigabilité et des Opérations) pour ce qui concerne Air France et aux Directions Régionales de la Sécurité de l'Aviation Civile (DSAC /IR) pour tous les autres exploitants titulaires d'un CTA français (Certificat de Transport Aérien).

DSAC/NO et les DSAC/IR, dans le cadre de leur mission de surveillance des exploitants, doivent s'assurer du respect des procédures de suivi des ASR mises en place par les exploitants.

La DSAC/NO étant en charge directement de la surveillance d'Air France, elle a été destinataire des comptes rendus relatifs aux incidents de vitesses erronées d'Air France, mais pas des autres exploitants.

L'OCV (Organisme du Contrôle en Vol dépendant de la DGAC) a alerté dans un c<u>ourrier du 2 septembre 2008</u> (498) la DSAC/NO en proposant la publication d'une consigne opérationnelle.

Il est bien dans les prérogatives de l'Autorité Nationale d'émettre des consignes opérationnelles dans le cadre de la sécurité des vols, néanmoins cette proposition de l'OCV n'a pas été suivie d'effet.

4.2.2.3.2 DSAC IR

Les DSAC/IR (Directions de la Sécurité de l'Aviation Civile Inter Régionales) sont les échelons décentralisés de la DSAC.

Les DSAC/IR saisissent les événements qui relèvent de leur périmètre dans la base de données ECCAIRS (European Coordination Center for Accident and Incident Reporting System).

Cette base de données est accessible à tous les pays de la Communauté Européenne.

Les incidents d'indications de vitesses erronées des compagnies Air Caraïbes Atlantique et XL Airways ont été rapportés à la DSAC/Nord.

La DSAC/Nord a réagi rapidement lorsque les événements d'indications de vitesses erronées lui ont

D6716/69

été signalés, non pas en analysant les incidents mais en diffusant une information aux exploitants dont elle avait la charge de la surveillance et en alertant sa hiérarchie directe (DSAC/NO).

DSAC/NO a remonté vers l'EASA la problématique détectée par DSAC Nord.

4.2.2.3.3 MEAS

Les comptes rendus d'événements sont centralisés par la mission « MEAS » Mission Évaluation et Amélioration de la Sécurité » qui après la réorganisation de la DGAC au début 2009 a repris les activités « Analyse des Données de Sécurité » du Bureau de la Qualité Interne.

La MEAS a établi un protocole d'échange d'informations avec le BEA.

L'analyse des comptes rendus d'événements permet de conduire des actions de sensibilisation dans le cadre général du plan stratégique d'amélioration de la sécurité.

La Mission Evaluation Amélioration de la Sécurité mise en place par l'arrêté de 19 décembre 2008 fait suite au service « Qualité Interne et Analyse des Données de Sécurité » au sein de la DGAC.

Ce service n'avait pas d'obligation légale de traitement des incidents de la base de données.

Il faut noter que les évènements qui remontent à la MEAS concernent tous les évènements liés à l'aviation Civile Française, ceci en représente une centaine par jour.

Au cours d'une réunion hebdomadaire, les incidents qui font l'objet d'un pointage sont tracés comme suite à donner.

Les évènements de vitesses erronées n'ont pas été ciblés et n'ont donc pas fait l'objet d'un suivi spécifique.

4.2.2.4 Collecte et traitement des informations par l'EASA

Chapitre réservé

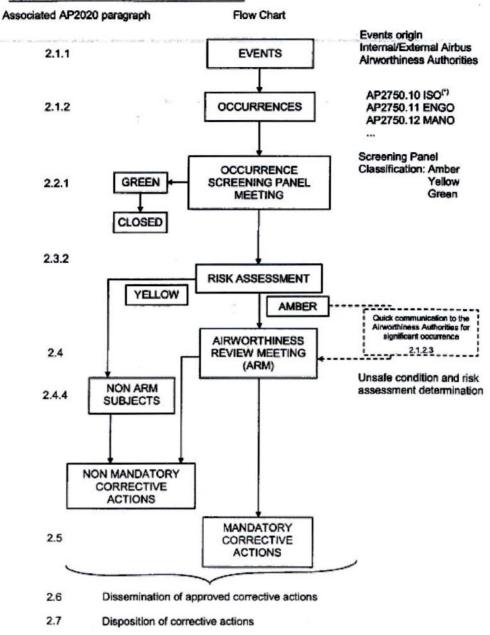
4.2.2.5 Collecte et traitement des informations par le constructeur Airbus

AIRBUS exploite les événements ISO (In Service Occurrence) qui lui sont rapportés.

Généralement les événements sont rapportés à la suite d'un ASR ou à la suite d'une opération de maintenance et transmission d'un rapport d'incident technique. Ils sont traités selon la procédure cidessous :

06216/70

Continued Airworthiness Process Flow Chart



Les événements (occurrences) sont classés en trois types par un comité d'étude (screening panel):

En fonction de leur classification vert, jaune ou ambre, elles suivent un cheminement différent.

Les occurrences lorsque jugées « reportable » sont classées comme ISRO (In Service Reportable Occurrence). (L'ensemble du dossier regroupant les ISRO est sous la cote C-MTN-28).

Les ISRO en fonction de l'analyse des risques qui en est faite, sont soumis à l'EASA au cours d'une réunion ARM (Airworthiness Review Meeting).

L'EASA décide alors si les mesures correctives envisagées lors de cette réunion doivent être rendues obligatoires, en particulier par la diffusion d'une AD (Airworthiness Directive).

Les occurrences de givrage des sondes anémométriques, ont ainsi été classées « majeures », leur probabilité ne pouvait être supérieure à 10^{-5} . Airbus n'a pas retenu la qualification d' « unsafe condition ».

Ces occurrences ont fait l'objet d'un traitement en réunion ARM (68ième et 69ieme) auprès de

06216/71

Lors du <u>« 68th Airworthiness Review Meeting »</u> (499) des 10 & 11 décembre 2008(diffusion 6 février 2009) en présence des autorités de certification, le givrage des Pitots était à l'ordre du jour.

- « All of these events involved THALES pitot P/N C16195AA,
 - > This P/N appears more sensitive to severe icing,
 - > These occurrences have been analysed and the impact on airworthiness has been found to be no more than Major,
 - Further to design review, no ageing effect or no other root cause has been identified that could explain the recent icing incidents. »

Conclusion:

- > Recent occurrences did not point out new information compared to the previous cases and then did not change previous conclusions,
- ➤ All of these events involved THALES pitot P/N C16195AA,
- > Fleet airworthiness is not impacted,
- ➤ Airbus position is unchanged and recommends the installation of Thales P/N C16195BA through SB 34-3206 and 34-4200

Lors du <u>« 69th Airworthiness Review Meeting »</u> (500) des 10 & 11 mars 2009 (diffusion 10 avril 2009) le sujet des sondes Pitots a été abordé.

« EASA has no adverse comment on the proposed action plan (recommended SB).

ACTION: EASA has requested to have a report once a year of the pitot icing event. »

Lors de la 14th Flight Safety Conference de Barcelone du 15 au 18 octobre 2007, un rappel a été fait pour sensibiliser les équipages à la difficulté d'analyse des phénomènes qui définissent une situation de « Unreliable Speed » et l'exigence de maîtrise de la trajectoire.

Unreliable Speed

- Difficult to:
- 1. Rapidly identify the situation
- 2. Fly the aircraft
- Generaly however, not a permanent situation:
- 1 It is transient, or
- 2 It can be stopped via use of an appropriate drill

Good knowledge of the symptoms is important for:

- 1. Early detection,
- 2. Taking appropriate decision

D6916/

Le constructeur AIRBUS a procédé à l'édition d'un Service Bulletin, c'est à dire un bulletin de maintenance, celui-ci recommandait le remplacement des sondes Thales AA par des sondes Thales BA. (SB 34-420-01 et SB 34-3206-01).

Le Service Bulletin précise que le remplacement est recommandé et que par conséquent il n'est pas obligatoire (mandatory).

4.2.2.6 Traitement des informations par Thalès

Thalès a été maintenue informée de problèmes de givrage de sondes anémométriques par le constructeur.

Un échange important de courriers entre Air France et Thales est intervenu au sujet de l'expertise des sondes Pitots, plusieurs pistes sont évoquées et celle de l'obstruction par des cristaux de glace est la plus probable.

Au sein de l'entreprise le <u>projet d'un groupe de travail</u> (501) est lancé le 8 décembre 2008 pour le début de l'année suivante.

Le 12 décembre un <u>courrier récapitulatif des compagnies</u> (502) ayant reportés des incidents de vitesses erronées est la première suite donnée.En mars 2009 THALES a proposé une informations aux exploitants :

Thales has performed a comparative tests campaign in icing wind tunnel

- Performed at the maximum possibility of the tunnel
- Real life conditions cannot be reproduced in the tunnel Could only partially be done in NASA facility at extreme costs
- Tests performed above the qualification requirements
- When limits of pitot AA are reached: Pitot BA remains functional and Air Data remains valid
- Pitot BA is more robust than Pitot AA in icing conditions Internal design of Pitot BA improves robustness to icing Verified by severe icing tests above qualification requirements

THALES a procédé à l'examen des sondes Pitots du vol CDG-TNR (16-08-2008)

« III. Conclusion

- 1. For the 3 probes, THALES has proved that the heating function is fully operational and no sign of internal pollution has been found.
- 2. The SN 7226 & 7231 was found NFF, but because of corrosive aspect (which cannot explain the behavior noticed on aircraft) THALES suggests exchanging these units for brand new ones.
- 3. The leak defect noticed on SN 7190 is unlikely to explain the major IAS discrepancy seen on aircraft. The worst, it might lead to a **minor** airspeed error reading. THALES suggests exchanging this unit for a brand new one too.
- 4. THALES recommends fitting brand new PNR C16195BA on all aircraft instead of old PNR C16195AA (no longer manufactured). The new PNR has a better nickel coating against corrosion and demonstrates an improved efficiency in heavy raining conditions (new water trap). »

Aucun défaut concernant les sondes n'est avéré, néanmoins il recommandé de les changer et de passer au standard Thales BA.



Commentaire d'experts: La circulation des divers comptes rendus (ASR, AFL) a été effective. Les évènements qui lui ont été transmis ont tous été analysés par le constructeur en conformité à sa procédure interne d'évaluation de la navigabilité de ses avions (AP-2020) et, comme requis, les occurrences ont été remontées en conférence ARM à l'EASA. L'évaluation du niveau de risque par le constructeur associant dangerosité et probabilité est conforme à la réglementation.

Airbus a également mené et suivi des actions vis à vis de l'équipementier Thalès.

Les retours des exploitants d'Airbus n'ont pas remonté au constructeur une dangerosité liée au pilotage, ou à la gestion de la situation dégradée, qu aurait pu influencer la perception du risque et avoir une conséquence sur le traitement des occurrences. Certains exploitants n'ont transmis des compte-rendus d'évènements qu'après l'accident du vol AF 447. La sécurité des vols d'Air France, bien que la compagnie ait été particulièrement impactée par ce phénomène de givrage haute altitude au deuxième semestre 2008, n'a pas non plus révélé une dangerosité particulière. La dangerosité des évènements liés au givrage des sondes anémométriques en haute altitude a été sous estimée par les exploitants eux mêmes.

La gestion séparée de la compagnie Air France et des autres exploitants français par l'Autorité de tutelle n'a pas permis de faire le lien entre la dangerosité perçue et exprimée par Air Caraïbes et les problèmes similaires vécus par Air France. Air France n'a été informée qu'après l'accident du vol AF 447 des actions menées par les exploitants régionaux. L'information très documentée transmise par les services de sécurité des vols d'Air Caraïbes, XL Airways ou Corsairfly, à l'attention de leurs pilotes tranche avec la simplicité de la note OSV d'Air France.

4.2.3 EXPLOITATION DES ÉVÈNEMENTS DE GIVRAGE DE SONDES ANÉMOMÉTRIQUES.

4.2.3.1 Généralités

Il est intéressant à ce stade de citer la première occurrences de givrage de sonde Pitot en croisière haute altitude.

Le 12 novembre 2003, un A330 de la TAM subit un problème d'indication de vitesses erronées en croisière. Les conséquences sur les systèmes avion de ce phénomène, sont la déconnexion du Pilote Automatique, le passage en loi de pilotage « alternate » et une réaction très vive des 2 pilotes pour regagner leur niveau de vol initial, qui a pour effet de générer une alarme STALL WARNING, une

D6716/74

action toute aussi vive de pilotage à piquer et provoque des blessures mineures à 26 passagers. Cet évènement est le premier incriminant les sondes Thales C 16195 AA.

Voici les conclusions de cet ISRO:

Based on the available data it seems that this event was initiated by a significant external perturbation affecting at least two ADR. This may have been caused by severe and specific icing conditions of Pitot probes. If confirmed, it would be the first reported case on aircraft equipped with improved Thales Pitot probes (P/N C16195AA). Following these perturbations and associated effects on aircraft (AP/ATHR disengagement, reversion to alternate law), crew repetitively applied large side stick orders. Resulting vertical factor load variations caused minor injuries to 26 passengers. - In addition, simulations performed in alternate 2 law enabled to reproduce

In addition, simulations performed in alternate 2 law enabled to reproduce surfaces and aircraft behaviour and showed that during the whole event the aircraft reacted as per design to side stick orders.

In order to confirm and complete the above scenario, Airbus requests:

- Detailed crew report (in particular to understand reason for applying such side stick orders),

- Information on meteorological conditions encountered by MSN232 and location of the event

- These information (meteorological and crew report) have been requested to the Brazilian Authorities via the French "BEA".

- Information on trouble shooting action (flushing?) performed on Pitot after or before the flight and findings,

- FADEC, FCPC, ADR and IR TSD.

Dans cet ISRO, l'on peut noter dans la phrase suivante, une expression qui se retrouvera dans toutes les analyses ultérieures menées par le constructeur :

 $\mbox{\tt \#}$ It leads as per design to AP/ATHR disengagement and reversion to FCPC alternate 2 laws. $\mbox{\tt \#}$

Cette expression "as per design", signifie que les systèmes de l'avion se sont comportés comme prévu, comme ils ont été conçus.

En effet, le système élimine automatiquement les informations erronées et en conséquence les automatismes sont conçus pour se déconnecter afin d'éviter de faire suivre à l'avion des trajectoires inappropriées ou dangereuses.

Les équipages récupèrent donc brutalement un avion en pilotage manuel et dans ce cas l'effet de surprise prouvé par la réaction disproportionnée des pilotes, n'est pas négligeable, bien que Airbus précise également :

« the aircraft reacted as per design to side stick orders »

Parallèlement au traitement technique du problème en relation avec les équipementiers (Thalès), Airbus a communiqué au travers de diverses conférences sur la problématique du givrage, comme par exemple en avril 2007 lors de la Performance & Operations conference ou une présentation est consacrée aux risque liés aux cristaux de glace en haute altitude et les conseils d'évitement de certaines masses nuageuses. Des échanges de correspondances ou de courriels ont également été effectifs entre Airbus et les exploitants.

Les givrages des sondes anémométriques en haute altitude ont, sur les avions de type Airbus, une signature spécifique et leurs impacts sur les systèmes et les automatismes sont particulièrement déroutants. Une information sur le déroulement et les conséquences de ces évènements, en terme de dégradation des indications instrumentales, recomposition automatique des systèmes et

D6716/15

automatismes, logique de décalage du seuil de l'alarme STALL aurait été cependant très utile aux équipages qui ont souvent manifesté leur incompréhension face à certaines alarmes et notamment les raisons de l'activation de l'alarme STALL WARNING.

Airbus n'a pas exploré de pistes techniques permettant d'éviter un givrage simultané de plusieurs sondes comme par exemple imposer un mixage de sondes de fabrication différentes, ce qui a été fait après l'accident et aurait pu améliorer la redondance du système.

4.2.3.2 La procédure UNRELIABLE SPEED INDICATION et l'alarme STALL WARNING

Les givrages de sondes anémométriques ne durent que quelques minutes au plus.

Airbus a continuellement affirmé que la procédure préconisée était « UNRELIABLE SPEED INDIC/ADR CHECK PROC ».

Cette procédure est une procédure générique qui s'adapte aux problèmes d'indications de vitesses erronées dans toutes les phases de vol.

Elle est traduite dans la documentation d'Air France sous l'appellation de «VOL AVEC IAS DOUTEUSES/ADR CHECK PROC».

Cette procédure est effectivement prévue pour lever le doute sur des indications de vitesses différentes (écart entre deux ou plusieurs instruments).

Pour autant, la problématique des pilotes, dans le cas du givrage de sonde anémométrique, est d'être déstabilisés par des alarmes multiples. Ainsi le diagnostic de vitesses erronées n'est pas évident, et si tant est qu'il soit fait, car l'ordre de perception des symptômes peut varier en fonction de l'attention portée aux instruments de vol au moment de la panne. Ainsi une alarme sera souvent perçue avant de constater des fluctuations dans les indications de vitesse.

Pour comprendre l'origine de cette réponse des équipages à ce phénomène de givrage des sondes anémométriques, il faut analyser le comportement des équipages face à une situation imprévue.

Le traitement d'une panne complexe va passer par plusieurs phases chronologiquement:

- Contrôler le vol (s'assurer que la trajectoire est compatible aux contraintes environnementales)
- Détecter et annoncer les alarmes ou indications douteuses
- Faire le choix et exécuter une procédure adaptée
- Analyser l'impact du problème sur la fonctionnalité après panne des systèmes de l'avion ainsi que d'un point de vue opérationnel
- Décider de la suite du vol en fonction de critères techniques et commerciaux de façon à garantir la sécurité du vol jusqu'à l'atterrissage.
- Informer (Cabine, ATC, Compagnie, etc..)

Or dans ce cas particulier, le questionnement des équipages fait apparaître que ce processus décisionnel va être contrarié par de multiples interactions. Il ne sera jamais conduit à son terme.

• La phase de contrôle de vol devient très rapidement prioritaire et dès qu'elle s'active elle est fortement consommatrice des ressources de l'équipage.

D62/b/

- La phase de détection et annonce des alarmes ou indications douteuses fait apparaître des interprétations multiples. L'équipage reste souvent dans le doute de l'origine et de la nature de l'évènement. Ce doute va jouer sur la stratégie à long terme car la durée du phénomène, de certaines alarmes persistantes ainsi que le défilement des pannes proposées à l'ECAM, viendront remettre en cause le projet d'action initial de l'équipage.
- Le choix de procédure à appliquer ne peut se faire sans ambigüité alors que certaines alarmes apparaissent incohérentes.

Les équipages ayant vécu ce genre d'évènement et ayant été questionnés par le experts après l'accident sur ce qui leur a manqué pour aborder ce problème, ont fait référence en majorité à de l'<u>information</u> et également à de l'<u>entraînement</u>. Cette étude est exposée ci-après.

Dans deux cas reportés par les pilotes, l'un des membres de l'équipage avait eu connaissance d'un incident similaire reporté par un autre équipage. Cette information a suffie pour que la difficulté ressentie par l'équipage soit considérablement atténuée.

Dès lors qu'un équipage sait qu'il s'agit d'un phénomène identifié, dont la durée est relativement courte, que les alarmes qu'il déclenche sont « normales » (au sens qu'elles sont générées conformément à la programmation de certains composants de la chaine anémométrique) et qu'il suffit de maintenir l'avion en ligne de vol et d'assurer certains préaffichages (assiette de l'avion et poussée des moteurs), il gardera toute sa disponibilité et sa vigilance pour répondre à cette situation précise.

La procédure VOL AVEC IAS DOUTEUSES/ADR CHECK PROC, se présente sous forme « papier », ceci veut dire qu'elle doit être consultée dans un recueil compact nommé QRH. Ce recueil est facilement accessible (on y accède en le saisissant de la même main que celle appelée à tenir le manche en pilotage manuel).

Cette procédure est classée en chapitre navigation (ATA 34).

Cette procédure contient des actions à réaliser de mémoire dans le cas ou « the safe conduct of the flight is impacted ». Cette phrase dont la signification n'a pas été développée par le constructeur, apparaît dans la documentation Air France comme : « si conduite du vol affectée dangereusement ».

Si l'équipage juge que cela est le cas, il applique cette procédure de mémoire qui lui demande de couper les automatismes et d'afficher une assiette de 5° et une poussée des réacteur

Si l'équipage juge que ce n'est pas le cas, il doit alors lire la suite de la procédure qui préconise une stabilisation en palier à l'aide de préaffichages assiette de l'avion et poussée des réacteurs.

La procédure consiste ensuite à lever le doute sur les éléments de chaine anémométrique en faute (ADR), de façon à éviter les perturbations qu'ils peuvent générer en les coupant et récupérer ainsi une configuration fonctionnelle.

Cependant, des recommandations sont fournies aux équipages, comme par exemple l'obligation de respecter l'alarme STALL WARNING.

Cette alarme STALL a été signalée par les équipages comme étant active dans ces conditions, la logique voudrait donc que l'on traite cette alarme en priorité, car si elle est vraie, il faut agir rapidement pour éviter un décrochage de l'avion.

L'alarme STALL WARNING est associée à une procédure qui n'apparaît pas dans le QRH, mais qui est citée en chapitre Navigation ATA 34 sans pour autant la développer. Le constructeur renvoie vers les techniques supplémentaires en chapitre commandes de vol. Le détail sur cette procédure n'existe chez Air France qu' en procédure anormale complémentaires dans le manuel d'exploitation en ATA

D6716/77

27 « commandes de vol ».

Cette procédure préconise d'afficher la pleine poussée (TOGA) et de diminuer l'assiette de l'avion et après récupération initiale, de maintenir la vitesse au dessus de VSW (vitesse déclenchant l'alarme de décrochage). Cette action est en opposition avec le début de la procédure UNRELIABLE SPEED INDIC/ADR CHECK PROC qui demandait à monter, et d'autre part elle fait référence à respecter une vitesse qui dans ce cas précis est sensée être indiquée de façon erronée.

Dans la suite de la procédure UNRELIABLE SPPED INDICATION, certaines recommandations comme par exemple, de vérifier que les paramètres affichés garantissent un maintien de vitesse adaptée par analyse de l'assiette de l'avion, sont particulièrement difficiles à appliquer en conditions turbulentes, conditions reportées par la majorité des pilotes à qui des incidents similaires sont arrivés (proximité de nuages à fort développement vertical).

Toute la partie recherche de panne d'ADR suivie éventuellement de la coupure des ADR incriminées est inutile car les incidents ont une durée relativement courte, de l'ordre de quelques minutes, et une éventuelle action de coupure d'ADR se solderait à court terme par l'impossibilité de récupérer ses indications alors qu'elle fonctionne peut être à nouveau correctement.

Cette procédure ne mentionne pas les spécificités de certains systèmes comme par exemple lors de la coupure automatique de l'auto Thrust, le passage en mode « THRUST LOCK ».

La procédure requise pour sortir de ce mode particulier apparaît sur l'écran de l'ECAM.

Or justement la procédure NON ECAM « VOL AVEC IAS DOUTEUSES » doit se substituer aux procédures affichées à l'ECAM.

Pourtant dès la révélation des premiers incidents de givrage de sondes anémométriques, la succession des alarmes relevées fait très souvent apparaître les conditions AP OFF, FD OFF, A/THR OFF (à laquelle est liée la condition THRUST LOCK), ALTN LAW, STALL WARNING,

Les procédures existantes préconisées par le constructeur, ne répondent pas à la « signature » spécifique d'un évènement de givrage des sondes en croisière haute altitude.

Elles comprennent 4 pages et ne sont pas suffisamment orientées vers le cas considéré.

Commentaire d'experts: Chez Air France la publication, d'une note qui se limite à l'information aux équipages, et de plus, sans référence à la procédure à appliquer en de telles circonstances, ne reflète pas qu'une analyse de l'adaptation des procédures à la situation ait été menée. Des consignes auraient pu être transmises de façon plus claire et surtout une information cohérente sur le déroulements de ces évènements. La note OSV fait référence à la consultation des RCT (renseignements complémentaires techniques) qui ne contiennent aucune information sur ce sujet dans le dossier de vol du vol AF 447.

Les pilotes avaient déjà fait part à la compagnie de l'activation de l'alarme STALL WARNING, aucune information sur ce sujet ne transparaît. Une réflexion menée sur le sujet aurait pu révéler que les procédures anormales complémentaires sensées être réalisées en « DO LIST » (lire puis effectuer l'action) ne sont pas le lieu de classement idéal pour une procédure restituée de mémoire.



Au regard de l'obligation de son propre système de prévention, Air France a réagi avec une note tardive et inefficace aux équipages, malgré un incident significatif le 14 juillet 2008 et 5 cas reportés ensuite



4.2.4 ÉTUDE SUR LE VÉCU DES ÉVÈNEMENTS PAR LES ÉQUIPAGES D'AIR FRANCE

4.2.4.1 Introduction

Avant que les enregistreurs de vol n'aient été retrouvés et exploités, les experts avaient procédé à un questionnement des équipages d'Air France sur leurs comportements et les réactions des systèmes avions, au cours des vols ayant subis des évènements de givrage de sondes anémométriques. Cette étude a permis de recueillir des données multiples, dont l'interprétation apporte une vision de la difficulté à traiter ces événements de façon standardisée.

Reportés sous forme de diagrammes, les conditions de vols, anomalies des systèmes et réponses des équipages, apportent à la problématique des indications de vitesses erronées, une dimension toute différente :

- celle de la variété des événements de givrage, et,
- celle des différences de perception de ces événements par les équipages techniques.

Courant 2008, les équipages concernés découvrent les conséquences multiples du phénomène.

L'effet de surprise est associé à un manque d'information sur l'origine des perturbations, la réaction des systèmes associés et les particularités liées à la recomposition des lois de pilotage et de certaines alarmes (comme l'alarme de décrochage par exemple).

Ainsi au travers et au delà de cette analyse, plusieurs thèmes sont abordés:

- La diversité des répercutions au poste de pilotage de ces phénomènes
- Les réactions des personnels navigants techniques, confrontés soudainement à des anomalies de fonctionnement de certains systèmes de bord.
- La dangerosité perçue de ces événements
- L'adéquation des procédures développées par le constructeur (Airbus)
- · Les retours des navigants au travers des ASR
- L'écoute et l'implication de l'exploitant (Air France) face à ces retours

4.2.4.2 Paramètres du questionnement

4.2.4.2.1 Population

Les experts se sont entretenus avec 22 membres d'équipage en fonction sur neuf vols qui ont donné lieu à la rédaction d'un ASR.

Ces vols sont : AF 675 PPT-LAX, AF 279 NRT-CDG, AF 908 CDG-TNR, AF 101 CAN-CDG, AF 488 CDG-SXM, AF 012 CDG-JFK, AF 459 GRU-CDG, AF CDG-BOG, AF 607 CAY-ORY

D63/180

4.2.4.2.2 Questionnaire

Les questions suivantes ont été posées à chacun :

- Composition du cockpit ?
- Quelles étaient les conditions de vol ?
- Présence de turbulence ?
- Types de nuages ?
- Mach?
- 1ère alarme ?
- Stress ressenti?
- 1ère action?
- Synergie équipage ?
- Compréhension de la situation ?
- Quelle panne traitée?
- Durée ressentie du phénomène ?
- Étiez-vous informé ou préparé ?
- Difficultés ressenties ?
- Perception et connaissance du Thrust Lock?
- Difficulté du pilotage manuel ?
- Perception sélective des alarmes ?
- Durée de retour à la normale ?
- Qu'est ce qui vous a manqué ?
- Retour d'ASR ?
- Dangerosité?

4.2.4.2.3 Convocation à l'entretien

Les membres d'équipages qui ont subi un incident de vitesses erronées ont rencontré individuellement les experts au cours d'un <u>entretien informel</u>.

D63/6/

4.2.4.3 Analyse des diagrammes

4.2.4.3.1 Environnement

4.2.4.3.1.1 Conditions de vol

Les cas analysés se sont passés autant de jour que de nuit, généralement les équipages étaient en conditions de vol aux instruments, sans visibilité extérieure.

Pour un cas cependant, les conditions de vol étaient bonnes, légèrement brumeuses, mais le contact visuel avec le sol était toujours assuré. Moins du tiers des équipages étaient en condition d'évitement de formations orageuses, les autres n'ont pas fait d'écart de route.

Tous étaient en croisière à des niveaux supérieurs à 30 000 ft.

4.2.4.3.1.2 Types de nuages

Les nuages décrits sont en majorité de type « cirrus ou cirro-stratus », tels que ceux constituant les sommets de développement vertical des formations orageuses (dénommées également enclumes).

Dans certains cas, et au ressenti des turbulences associées, certains équipages ont qualifiés les nuages de « cumulo-nimbus », mais pour autant, les images radar ne portaient pas de zones rouges, signature de très forte activité.

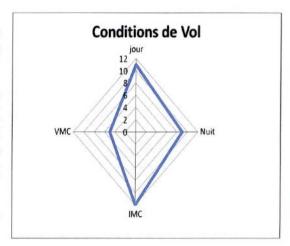
4.2.4.3.1.3 Turbulence

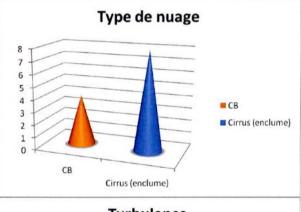
La turbulence a été rapportée dans la majorité des cas, et, dans 2 d'entre eux, elle a été signalée comme suffisamment forte pour gêner la lecture des instruments et notamment des instruments moteurs, dont par exemple la poussée des réacteurs.

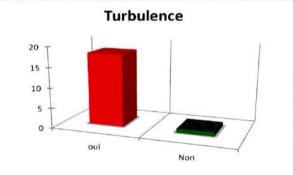
4.2.4.3.1.4 Mach

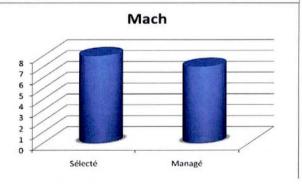
A l'approche ou au début des turbulences, les équipages ont en majorité sélectionné le mode « Mach sélecté », ceci en général pour réduire la vitesse de l'avion à Mach 0.8 ou 260 kt, qui est la vitesse recommandée en turbulences sévères.

Cette vitesse est généralement inférieure à la vitesse de croisière.











4.2.4.3.2 Équipage

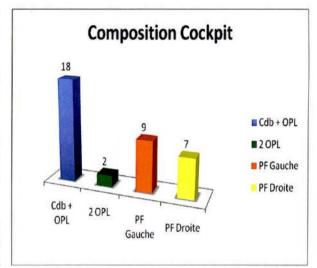
4.2.4.3.2.1 Composition du cockpit

Dans la grande majorité des cas, l'équipage était constitué du Commandant de bord et d'un copilote.

Dans un cas seulement, l'équipage était constitué de deux copilotes, c'est à dire du copilote et du copilote suppléant du Commandant de bord.

Cette qualification de suppléance du Commandant de bord est définie par la réglementation et ne s'applique qu'en phase de croisière (au dessus de 20 000 ft).

Cette disposition du cockpit peut être interprétée comme le fruit du hasard, ou comme une prédisposition des Commandants de bord à



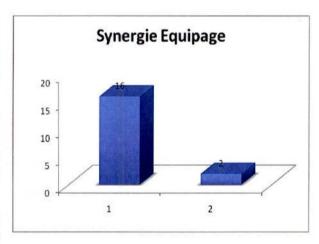
souhaiter assurer les parties du vol sensibles aux phénomènes météorologiques spécifiques, comme le franchissement des zones de convergences intertropicales par exemple.

4.2.4.3.2.2 Synergie équipage

On définit la synergie comme l'optimisation des ressources de l'équipage par la mise en commun des compétences et expériences de chacun, afin de répondre de façon efficace à une situation particulière.

La majorité des pilotes a estimé qu'un bon fonctionnement de l'équipage a un impact considérable sur la gestion du stress généré par une situation aussi inattendue et difficile à comprendre.

La présence du Commandant de bord (fonction des tours de repos) au moment de l'évènement a été majoritairement citée comme très positive, restituant une répartition des taches et des responsabilités naturelle dans ce cas.





4.2.4.3.3 Symptômes, réactions et analyse de la panne

4.2.4.3.3.1 1ère alarme

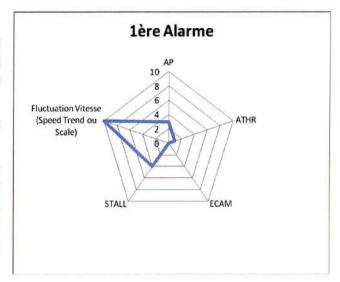
Le terme de 1^{ère} alarme correspond à la 1^{ère} alarme perçue par le membre d'équipage.

· Fluctuations de vitesse

Dans la majorité des cas, des fluctuations de vitesses ont été perçues en premier, rapides et aberrantes, quelquefois fugitives, parfois bloquées à 100kt.

Ces fluctuations ne sont accompagnées d'aucune alarme.

Un des cas le plus étonnant a été des problèmes alternatifs (planche de gauche, puis planche de droite) se répétant à plusieurs reprises, sans qu'à aucun moment le pilote automatique (AP) ou la gestion automatique de poussée (A/THR) ne soient automatiquement désactivés.



Alarme de décrochage (STALL WARNING)

Plusieurs équipages mentionnent avoir perçu en premier l'alarme de décrochage (STALL). Cette alarme, intervenant simultanément au passage en loi de pilotage alternative (ALTN 2), est due à une modification du seuil de déclenchement, plus sensible qu'en loi normale.

De ce fait le seuil est rapidement atteint en conditions turbulentes.

Une voix synthétique annonce par les hauts parleurs ou les casques audio le mot « STALL » de facon répétitive. Le volume de cette alarme ne peut pas être réduit.

L'alarme STALL WARNING est vécue comme très préoccupante par les équipages et a été interprétée systématiquement comme peu vraisemblable.

Elle n'a jamais été suivie d'action par les équipages.

Pourtant dans le mental d'un pilote, cette alarme est l'annonce de la chute imminente de l'avion et du risque de perte de contrôle.

Elle aurait du normalement susciter une augmentation de la poussée vers TOGA (poussée maximale), suivie d'une action à piquer sur les commandes de vol. Un cas particulier a été vécu de jour, en conditions de vol à vue, l'alarme a duré plusieurs minutes, l'équipage nous a confié que bien qu'interprétant cette alarme comme fausse, avec le temps elle devient oppressante.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que la Check-list associée à cette alarme majeure, renvoie à des procédures supplémentaires. Aucune action de mémoire n'est décrite dans ce cas par le constructeur.

Déclenchement du pilote automatique (AP)

Le déclenchement du pilote automatique est accompagné d'une alarme rouge, d'une information sonore, et l'apparition d'une ligne rouge « <u>AUTO FLT</u> : AP OFF » sur l'ECAM (« Electronic Centralised Aircraft Monitoring », panneau central constitué de deux écrans permettant la



surveillance des paramètres et systèmes de l'avion).

Cette alarme signifie la déconnexion non intentionnelle du pilote automatique.

Dès que perçue, le pilote doit reprendre le pilotage manuellement, puis tenter de réengager le système AP 1 ou AP 2. Ce comportement est naturel car les automatismes sont les garants de la précision de tenue des paramètres nécessaires au bon suivi de la navigation.

Un cas dont l'origine était un givrage de sonde anémométrique a été traité comme une déconnexion intempestive de pilotage automatique, suivie immédiatement d'un réengagement. Ce n'est qu'au dépouillement des paramètres suite à l'analyse du message ACARS « AP OFF » que les services techniques ont pu être informés d'un problème anémométrique.

Désengagement de la gestion automatique de poussée des réacteurs (A/THR)

Le désengagement de la gestion automatique de poussée (A/THR) est signalé par une alarme sonore, un simple gong (SC ou single chime) et l'apparition d'une ligne ambre « <u>AUTO FLT</u> : A/THR OFF » sur l'ECAM, suivie d'une action à réaliser qui est « THR LEVERSMOVE » et consiste à agir sur les manettes de poussée, de façon à sortir d'un cran noté « CL », et d'afficher manuellement la poussée requise.

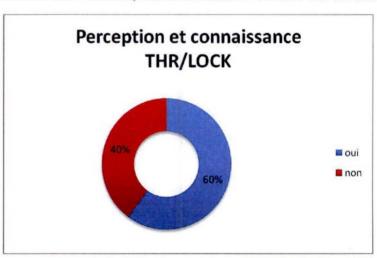
Dans cette attente, la poussée des moteurs est figée à celle qui était affichée au moment de la panne. Si l'action d'agir sur les manettes de poussée n'est pas réalisée dans les 5 secondes, une alarme ambre « ENG : THRUST LOCKED » également associée à un simple gong, et à l'action « THR LEVERSMOVE », apparaît et est réactivée à nouveau toutes les 5 secondes tant qu'aucune action n'est menée par les pilotes.

Il est intéressant de noter que l'alarme sonore associée peut être masquée par l'alarme d'écart d'altitude (son continu) qui devient prioritaire dès que l'altitude de l'avion s'écarte de plus de 300ft de celle qui est présélectionnée sur le panneau « ALT SEL » par les pilotes.

En conditions turbulentes, et également suite au fonctionnement particulier en mode dégradé des calculateurs ADR qui interviennent dans le calcul de l'altitude, cet écart de 300ft est très vite atteint.

Il est apparu, que dans cet environnement de pannes multiples, les conditions associées à cette panne « THRUST LOCKED » ont pu être perçues différemment par les pilotes. Ceci a fait l'objet d'une question spécifique dont la réponse apparaît dans le diagramme « perception et connaissance THR/LOCK ».

Il ressort de ce questionnement que 40% des pilotes n'ont pas pu démontrer une connaissance satisfaisante de cette fonction. Des confusions avec le mode TOGA LOCKED ont été détectées.



La différence fondamentale entre ces deux modes est :

• THRUST LOCKED : la poussée est figée à sa valeur instantanée du moment de la panne (cette valeur instantanée dépend des conditions de vol juste avant la panne, elle peut donc se situer dans toute la plage de régulation des moteurs)

D6216 85

TOGA LOCKED : la poussée est figée à sa valeur maximale.

4.2.4.3.3.2 1ere action

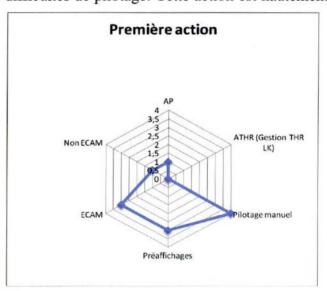
Pilotage manuel

Pour 4 cas, la première action des équipages, liée à la déconnexion du pilote automatique, a été de reprendre le pilotage manuel de l'avion. Piloter manuellement à ces altitudes et en loi de pilotage dégradée est une pratique inhabituelle. Beaucoup de pilotes ont signalé des sensations de pilotage particulières, sans pour autant ressentir de réelles difficultés de pilotage. Cette action est hautement

consommatrice de ressources, surtout en conditions de vol turbulent, et monopolise l'attention du pilote aux commandes.

Pré-affichages

On entend par pré-affichages l'action consistant à s'assurer que l'avion maintient une ligne de vol en référence aux paramètres connus (assiette, poussée, inclinaison). Dans comportement, qu'il soit sous pilotage automatique ou en pilotage manuel, l'équipage fait référence à des notions de pilotage de base. Cette démarche est aussi associée à un lever de doute : l'équipage confirme ses paramètres de vols et va considérer que les autres alarmes ne sont pas justifiées.



ECAM

Le terme ECAM est ici utilisé pour caractériser comme première action de l'équipage, la recherche de panne par consultation du panneau électronique centralisé (ECAM), sur lequel sont inscrites les alarmes et les actions à effectuer pour traiter le problème.

Au fur et à mesure que l'équipage effectue les actions requises, le panneau ECAM se recompose.

Si des pannes temporaires apparaissent et qu'elles se résorbent d'elles mêmes, le panneau se recompose également.

Certains équipages ont mentionné ne plus être capables dans ces cas de poursuivre le traitement des pannes et ont décidé d'attendre une éventuelle stabilisation des indications.

Les indications de l'ECAM dans ces circonstances ont souvent été ressenties comme une gène.

Non ECAM

AP

L'appellation non ECAM correspond à l'application de procédures spécifiques, ne figurant pas sur le panneau ECAM mais dans un recueil de procédures nommé QRH (quick référence handbook) ou documentation réduite. Ce recueil de procédures et de check-lists, contient notamment la procédure IAS douteuses (UNRELIABLE SPEED INDIC / ADR CHECK PROC), qui comprend des actions de mémoire à restituer, suivies de plusieurs pages de traitement de panne. Seul un équipage sur neuf, a cherché à appliquer cette procédure. Elle est pourtant la procédure préconisée par le constructeur pour gérer cette situation.



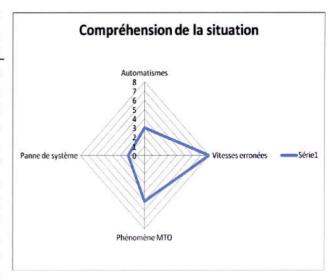
Un seul équipage a tenté de réengager le pilote automatique qui venait de sauter en identifiant le problème comme venant exclusivement du pilotage automatique.

4.2.4.3.3.3 Compréhension de la situation

La compréhension de la situation est la résultante de l'analyse du problème par les équipages en tenant compte des signaux extérieurs et intérieurs décryptés au poste de pilotage.

Vitesses erronées

Dans 8 cas, les fluctuations de vitesse ont orienté les pilotes vers un problème de panne dans la chaine du système de mesure de vitesse, sans en détecter la cause précise. La panne a souvent débuté par une chute brutale d'indication de vitesse d'un seul coté (CDB ou OPL). A cet instant, l'autre coté donnait encore une mesure cohérente par rapport aux paramètres de croisière tenus précédemment. Ce facteur est essentiel car il a orienté les équipages vers un problème instrumental et non un problème lié aux performances de l'avion. C'est pourquoi lorsque la panne a pu s'étendre à un deuxième ou un troisième système, et après déconnexion du pilote automatique, la majorité d'entre eux s'est



contenté de conserver l'avion en ligne de vol, notamment sans suivre l'alarme STALL.

Phénomène météorologique

Dans 5 cas, les pilotes ont fait le lien avec un phénomène météorologique, dont 4 l'ont associé à un problème de forte turbulence ou de givrage (selon la gravité des symptômes et la durée de la panne), et dans 1 cas, des sensations olfactives (odeurs particulières de chaud ou de brulé) ont orienté l'équipage vers la possibilité de rencontre d'un nuage de cendres volcaniques.

Automatismes et pannes de systèmes

7 Pilotes ont pensé que la panne provenait d'un problème de pilote automatique, d'auto poussée, ou même de système de navigation et ont orienté leurs actions en ce sens.

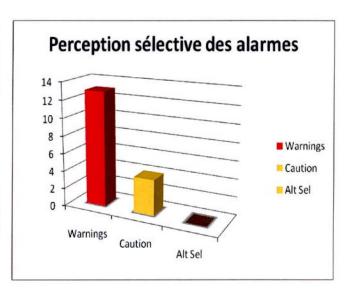
J849/87

Warnings

Pour la majorité des pilotes (12), les alarmes rouges (c'est-à-dire des alarmes requérant une attention immédiate de la part de l'équipage) ont été prédominantes. On peut citer AP OFF, STALL WARNING.

Caution

Pour 4 d'entre eux, des alarmes ambres (c'està-dire des alarmes devant être traitées par l'équipage dès qu'il est disponible) ont été détectées. On peut citer THRUST LOCK, ou divers problèmes d'ADR.



Alt Sel

Aucun n'a rapporté ou perçu d'alarme d'écart d'altitude par rapport à l'altitude sélectée.

4.2.4.3.3.5 Procédure appliquée

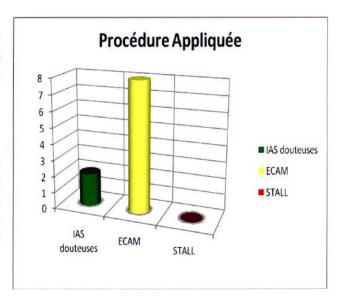
Ce diagramme traite de la réponse en terme de stratégie des équipages, une fois la trajectoire maîtrisée, et souvent l'effet de surprise passé, les équipages s'orientent vers un traitement de panne ou l'application d'une procédure préventive comprenant des items à restituer de mémoire.

STALL

Aucun équipage n'a suivi la procédure « STALL WARNING », malgré la manifestation souvent gênante et oppressante de cette alarme, la jugeant incohérente.

IAS douteuses

Seuls 2 équipages ont appliqué la procédure IAS douteuses (UNRELIABLE SPEED INDIC/ADR CHECK PROC). Cette procédure est décrite par le constructeur (Airbus) comme la procédure à appliquer en cas d'indication de vitesses erronées.





ECAM

La majorité des équipages (8 d'entre eux) a commencé le traitement des check-lists affichées sur le panneau électronique centralisé (ECAM). La recomposition permanente de l'ordre des priorités à l'apparition ou disparition de chaque nouvelle occurrence ne leur a pas permis de traiter la totalité des check-lists. Certains ont eu le temps de commuter certaines sources d'information pour récupérer des informations valides (Air Data Switching)

4.2.4.3.4 Stress ressenti, durée et difficulté ressentie

4.2.4.3.4.1 Stress ressenti

Pour 81% des pilotes, le stress ressenti a été moyen, après un effet de surprise, les stratégies mises en place et les informations échangées ont permis de faire face à la situation du moins

temporairement. Par contre tous ont manifesté une difficulté croissante avec la durée du phénomène, et notamment la remise en cause de leur première analyse ou stratégie (maintenir l'avion en ligne de vol). Généralement la fin du phénomène est venue libérer les équipages de leurs hésitations et les conforter dans la théorie d'un phénomène passager ayant trait aux instruments mais sans rapport avec les performances réelles de l'avion. (L'alarme STALL a été signalée comme un facteur préoccupant).

Pour 19% des pilotes, le stress a été fort. L'équipage a jugé la situation difficile. Certains pour des raisons de turbulence se sont vus dans Stress Ressenti

19%

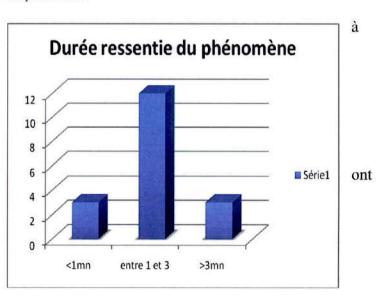
Moyen
Fort

l'incapacité momentanée de lire les instruments moteurs ou de consulter dans le QRH la liste des check-lists ou les paramètres à préafficher.

Ce sentiment d'impuissance à réagir a été un facteur aggravant du stress ressenti.

4.2.4.3.4.2 Durée ressentie du phénomène

En majorité, le phénomène a été associé une durée de 1 à 3 minutes. L'analyse des courbes obtenues après décryptage des paramètres de vol fait rarement apparaître des fluctuations de vitesse supérieures à 20 secondes. Les équipages sont tous conscients de ce phénomène de dilatation du temps dans des situations particulièrement denses et stressantes. Ils insisté sur cette durée ressentie relativement longue, surtout que pour beaucoup d'entre eux, cette situation dégradée ne leur permettait d'envisager la poursuite du vol dans ces conditions.



163/16/89

Deux cas font état de modifications volontaires de trajectoires (mise en descente) afin de récupérer un domaine de vol plus confortable et également d'échapper à des conditions météorologiques défavorables.

Un seul message de détresse a été communiqué (en VHF sur fréquence d'information), dans le but de prévenir les autres aéronefs évoluant dans le même secteur, d'une mise en descente sans accord du contrôle aérien

4.2.4.3.4.3 Difficulté ressentie

Il s'agit ici de statuer sur la difficulté de pilotage, la manœuvrabilité de l'avion et la réalisation du traitement des pannes.

12

10

8 6

Faible

Dans un seul cas, le pilote a ressenti des difficultés à dominer la situation, restant dans l'incompréhension de ce qui se passait et a senti ne pas avoir de ressources suffisantes pour envisager une stratégie de traitement de panne.

C'est le retour des indications normales et cohérentes de vitesse qui l'a libéré de cette situation ressentie comme difficile.

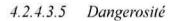
Les autres cas mentionnent des difficultés moyennes à faible.

Il faut considérer à ce stade que chaque

évènement signalé par les équipages a été différent dans ses caractéristiques techniques et dans la perception qu'ils en ont eue.

La difficulté ressentie est considérablement atténuée par l'expérience, les connaissances, l'information et la synergie de l'équipage.

Les ASR ne mentionnent pas la notion de stress et de difficulté ressentie.

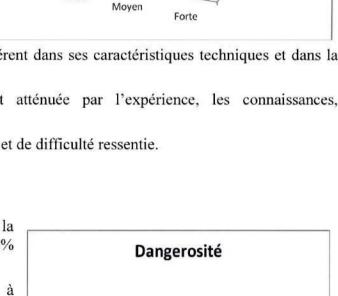


Plus de la moitié pilotes interrogés ont estimé la dangerosité du phénomène comme faible, 12% l'ont jugé moyenne et 35% l'ont estimé forte.

La dangerosité est un élément interessant à considérer car il intervient dans la classification des incidents, et notamment pour définir un incident grave.

La dangerosité est à distinguer du nombre d'occurrences d'un phénomène.

Certains modèles d'estimation des risques masquent la dangerosité par la faible probabilité d'occurrence.



Difficulté ressentie

Faible

Moven

Forte

■ Faible

■ Forte

Movenne

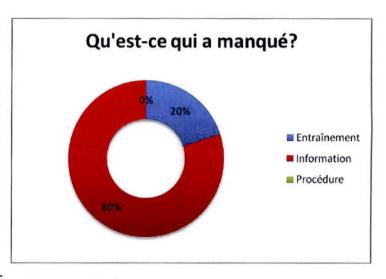
En ce qui nous concerne, si la dangerosité a été ressentie comme relativement faible c'est que l'équipage a eu le sentiment de maîtriser la situation en ne faisant rien, mais conscient que ce ne serait pas longtemps supportable.

4.2.4.3.6 Retours de l'exploitant

4.2.4.3.6.1 Qu'est-ce qui a manqué

80% des équipages estiment que l'information sur le phénomène a manqué.

Il aurait suffi d'une explication sur l'origine de la panne (givrage des sondes), la durée relativement courte du phénomène, les lois de discrimination des ADR, l'explication des pannes de PA et d'A/THR, l'origine de l'alarme « STALL » et la procédure à suivre (IAS douteuses avec accès direct au préaffichage des paramètres de croisière et la temporisation nécessaire à la furtivité du phénomène), pour que



l'effet de surprise et le stress soient considérablement réduits.

20% des équipages pensent qu'un entraînement adapté sur ce type de situation, en haute altitude, avec un pilotage en loi alternate, aurait été utile.

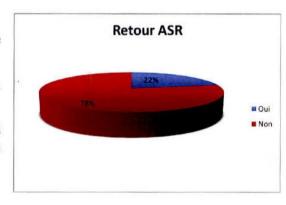
Ils précisent également que l'entraînement à la procédure IAS douteuses après décollage telle que réalisée dans les entrainements périodiques de l'année passée ne restitue pas les spécificités de cet évènement.

4.2.4.3.6.2 Retours ASR

78% des pilotes n'ont eu aucun retour ou réponse de l'exploitant (Air France).

22% ont eu une réponse ou un entretien avec un responsable de division suite à leur demande.

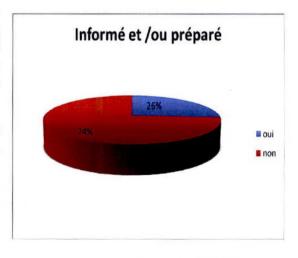
Beaucoup se sont plaints d'un contact difficile (au sens de difficile à joindre) avec leurs responsables de division.



4.2.4.3.6.3 Étiez-vous informés ou préparés

A l'époque du déroulement des incidents, les équipages n'étaient pas préparés à les affronter. Ils estiment que la révision des procédures « VOL AVEC IAS DOUTEUSES » après décollage n'ont rien en commun avec le déroulement du phénomène et les perturbations associées.

Questionnés sur l'efficacité de la note d'information OSV parue en novembre 2008, certains équipages nous ont confié qu'ils ne l'avaient pas vu passer (distribuée dans des casiers déjà très encombrés par beaucoup d'autres formulaires) et la majorité pense qu'elle n'apporte pas de réponse en terme de comportement





face à l'événement (quelle procédure utiliser ?)

4.2.5 LA FORMATION DES PILOTES

4.2.5.1 Cadre réglementaire

La formation des pilotes répondait à la date des fait à deux réglementations complémentaires, FCL 1 et OPS 1, issues de la réglementation européenne JAR FCL et JAR OPS

La partie Licence (FCL) expose les règles de délivrance des licences et qualifications.

La partie Opération (OPS) expose les règles d'adaptation aux méthodes et spécificités d'une compagnie aérienne, ainsi que le maintien des compétences associé.

D'une façon générale, les licences et qualifications s'obtiennent au sein d'une structure de formation spécifiquement approuvée par l'Autorité. Cependant, certains exploitants peuvent se doter d'une structure de formation nommée TRTO (Type Rating Training Organisation), destinée à délivrer des qualifications de type.

Au titre du FCL, les pilotes acquièrent leurs licences dans des organismes de formation (FTO). Les licences professionnelles sont le CPL (commercial pilot license), la qualification de vol aux instruments IR (Instrument Rating) puis, avec une expérience suffisante en vol ainsi que sur avion multipilote, la licence ATPL (Airline Transport Pilot License).

Les pilotes acquièrent leur qualifications de type dans des TRTO (par exemple qualification sur avion de type Airbus A 330)

Au titre de l'OPS, lorsqu'ils entrent en compagnie, les pilotes doivent satisfaire à des compétences opérationnelles complémentaires répondant aux spécificités de la compagnie. Ces principales compétences sont délivrées par la compagnie selon des programmes de formation et de contrôle acceptables par l'Autorité. Ces stages sont développés dans la partie D (formation) du manuel d'exploitation que la compagnie a déposé à l'Autorité. Ces stages comprennent le stage d'adaptation de l'exploitant, le stage de commandement (pour les commandants de bord uniquement), ainsi que des stages spécifiques concernant les opérations par faible visibilité, les compétences de route et d'aérodrome, les opérations ETOPS, les qualifications pour agir dans l'un des deux sièges pilotes.

4.2.5.2 La formation chez Air France

Air France a intégré dans son service formation, un TRTO qui délivre toutes les qualifications de type représentatives de sa flotte, et notamment les qualifications de type Airbus A320, A330 et A340, ainsi que des programmes de qualification croisée (CCQ) d'un type à un autre dans une même famille d'avions (de A320 vers A330 par exemple)

Ce TRTO est également en charge de la réalisation de divers stages de formation complémentaire.

Cette entité de formation est le Centre de Formation Technique du Personnel Navigant.

Toutes les formations délivrées par Air France sont référencées et délivrées conformément à des programmes identifiés et répertoriés sous forme de Programmes Généraux d'Instruction, les PGI.

D6416/

Les méthodes de formations, les moyens humains (instructeurs et examinateurs) et matériels sont également gérés par le CFTPN.

Ceci présente l'avantage d'inclure dans tous les programmes de formation, les méthodes de travail appliquées au sein d'Air France.

Les pilotes entrant en compagnie doivent être titulaires de licences CPL/IR ou ATPL.

Cependant, certains cursus (filière cadets) permettent d'embaucher des jeunes se destinant à la carrière de pilote. Ils n'ont alors pas d'expérience de vol et reçoivent, à l'issue de leur embauche, une formation ab initio afin d'obtenir une licence CPL/IR. Ces formations sont délivrées dans des FTO sous-traitants.

Un autre cursus (stagiaire A) permet l'embauche de jeunes pilotes ayant suivi une formation complète à l'ENAC (École Nationale de l'Aviation Civile).

Ces jeunes pilotes suivent ensuite un cursus de pré-formation sur simulateur de vol, qui permet de les initier au pilotage des avions à réaction, avant d'entamer une formation à la qualification de type.

Les deux copilotes du vol AF 447, David ROBERT et Pierre Cédric BONIN avaient suivi ce cursus pré-réacteur avant leur entrée en qualification de type A320.

Le commandant de bord, Marc DUBOIS, provenant d'Air Inter, avait intégré Air France à l'issue de la fusion des deux compagnies. Il était alors déjà titulaire d'une licence française de Pilote de Ligne, et commandant de bord sur A320. Il a suivi directement une formation à la qualification de type B 737 à son entrée dans la compagnie Air France.

Le centre de formation technique du personnel navigant gère également les stages d'adaptation de l'exploitant, définies dans la réglementation OPS 1.

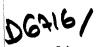
Ce type de stage comprend entre autre, des séances d'entraînement et un contrôle sur simulateur de vol, une adaptation en ligne adaptée à l'expérience du pilote, puis un contrôle en ligne, communément appelé « lâché en ligne ».

Une fois lâché sur un type d'avion et sur le réseau de la compagnie, les pilotes entrent alors dans un cycle d'entraînement et de contrôles périodiques, qui permettent à la compagnie de s'assurer du maintien de leurs compétences par le biais de contrôles semestriels et annuels, ainsi que de révisions théoriques.

Au cours de leur carrière, et à chaque changement d'affectation sur un nouvel appareil, les pilotes devront à nouveau suivre un stage de qualification de type, suivi d'un stage d'adaptation en ligne.

De même, le passage à la fonction de commandant de bord sera redevable d'un stage de commandement.

Commentaire des experts : La formation des trois pilotes du vol AF 447 était conforme aux exigences réglementaires du moment. Elles ont été réalisées selon les programmes déposés par Air France, et acceptés par l'Autorité.



4.2.5.3 Qualification de type A320

David ROBERT a obtenu le 15 novembre 98 sa qualification de type A320. Durant sa formation, il a notamment effectué sur simulateur de vol (FFS) et en vol, les exercices suivants :

- FFS du 15/10/98 : Loi normale, Protection grandes incidences, protection hautes vitesses, protection en roulis. Loi Alternate, Vol aux grands angles, décrochage. Loi Directe.
 - L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante.
- FFS 7 du 22/10/98 : Sensibilisation au vol haute altitude.
 - L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante.
- FFS procédures anormales 1 du 23/10/98 : Familiarisation loi Alternate et loi Directe suite à des pannes de calculateurs de commandes de vol. Exercice EMER ELEC CONFIG (pilotage manuel en loi alternate).
 - L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante.
- FFS procédures anormales 4 du 29/10/98 : Pilotage en DIRECT LAW suite à des pannes de calculateurs de commandes de vol. Évolutions en loi directe.
 - L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante.
- Vol en Ligne du 30/11/98 Roissy-Milan-Roissy: Exercice réalisé en situation fictive: Perte des protections en loi Alternate. Étude des protections décrochage (Alpha Prot, Alpha max)

Pierre BONIN a obtenu sa qualification de type A320 le 7 septembre 2004. Durant sa formation, il a notamment effectué sur simulateur de vol (FFS) et en vol, les exercices suivants :

- FTD 07 du 21/08/04 : Exercice N°4 Panne système Pitot/Statique NAV ADR1 FAULT
 L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante.
- FTD 08 du 22/08/04 : EMER ELEC CONFIG traitement de la panne en équipage.
 - L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante.
- FFS 4 du 25/08/04 : AUTO FLT : FAC 1+2 FAULT Pilotage en loi dégradée avec effet de buffeting, évolutions en loi Alternate réalisées par chaque membre d'équipage. Évolutions en loi directe réalisées par chaque membre d'équipage.
 - L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante.
- FFS 7 du 01/09/04 : Reconnaissance préventive et contre-mesure de l'approche du décrochage en loi Directe, démonstration STALL WARNING en loi Directe et Alternate réalisée par chaque membre d'équipage.
 - L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante

Marc DUBOIS a obtenu sa qualification A320 le 13 mars 1997 au sein de la compagnie AIR INTER. Durant sa formation, il a notamment effectué sur simulateur de vol (FFS) et en vol les exercices suivants :

- FFS 01 du 24/02/97 : Vol en loi Directe, Vol avec IAS douteuses, Étude du décrochage et rétablissement de la trajectoire, Vol en loi Alternate avec évolutions et virages enchaînés avec l'utilisation du FPV, Mise en œuvre des protections, Procédures GPWS en loi Alternate,

DG216/

Étude du vol haute altitude (35000ft)

L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante

- Vol en ligne 17/3/97 : Connaissance du domaine de vol, vitesses maxi-mini, vol haute altitude

4.2.5.4 Stages complémentaires sur A320

Marc DUBOIS a suivi un stage d'accès à la fonction Commandant de Bord A320 au sein de la compagnie AIR FRANCE, ce stage s'appuie sur le programme de qualification de type A320.

L'aptitude Commandant de Bord est prononcée le 29 mai 2001. Durant sa formation, il a notamment effectué les exercices suivants :

- FTD 2 du 23/4/01 : ADR2 + ADR3 FAULT, pilotage manuel en loi Alternate
 L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante
- FTD 8 du 15/5/01 : ELEC EMER CONFIG, pilotage manuel en loi Alternate
 L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante
- FFS 4 du 16/5/01 : FAC1 +FAC2 FAULT, évolutions en loi Alternate et évolutions en loi Directe.

L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante

 FFS 7 du 22/05/01 : Démonstration basses vitesses en loi Directe et récupération suite à une alarme STALL

L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante

- FFS 8 du 24/05/01: ELEC EMER CONFIG, pilotage manuel en loi Alternate (en PNF)
 L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante
- Briefing Adaptation en Ligne : Vol à haute altitude, météo défavorable

4.2.5.5 CCQ (CrossCrew Qualification)

Marc DUBOIS a suivi un stage à la qualification de type additionnelle A330 (CCQ avec antécédents A320) en date du 2 octobre 2006. Durant sa formation, il a notamment effectué sur simulateur de vol (FFS) et en vol les exercices suivants :

- FTD 02 du 28/9/06 : NAV ADR1 + NAV ADR2 FAULT, Traitement complet de la panne avec étude de la loi Alternate.
 - L'ensemble de ces exercices a été réalisé de manière satisfaisante
- Adaptation en Ligne Long-courrier: Un échec a été prononcé lors du contrôle de lâcher en ligne le 17 janvier 07. La commission de formation a proposé un ré entraînement de deux vols et l'aptitude a été prononcée le 2 février 2007.



Marc DUBOIS a suivi un stage de qualification croisée (CCQ A330 vers A340) le 3 octobre 2007 Durant cette formation, tous les exercices requis ont été réalisés de façon satisfaisante.

Pierre BONIN a suivi un stage de qualification additionnelle de type (CCQ A340 avec antécédents A320) le 26 février 2008.

Durant cette formation, tous les exercices requis ont été réalisés de façon satisfaisante. Un briefing spécifique concernant les sorties de positions inusuelles et utilisation de la gouverne de direction a été réalisé (EAO 88/POS.INUS du 6/2 2008).

Pierre BONIN a suivi un stage de qualification croisée (CCQ A340 vers A330) le 1er décembre 2008.

Durant cette formation, tous les exercices requis ont été réalisés de façon satisfaisante.

4.2.5.6 ECP (Entraînements et Contrôles Périodiques) A320

Module « E » (Entraînement) 2006-2007 (1er avril au 31 mars)

Suivi par:

- Marc DUBOIS
- Pierre BONIN

Les manœuvres d'urgence Vol avec IAS douteuses en basse altitude avec configuration équipage OPL PF et CdB PNF ont été réalisées au cours d'un exercice de 25 minutes.

Les points clés développés par l'instructeur lors du briefing ont été :

- Conditionnement du réajustement de la poussée, restitution de la manœuvre d'urgence, conformité Assiette/poussée de la phase de vol.
- Alerte Facteurs Humains : Comportement procédurier, stress aigu.

4.2.5.7 ECP (Entraînements et Contrôles Périodiques) A330-A340

Module « E » (Entraînement) 2007-2008 (1er avril au 31 mars)

Suivi par:

- David ROBERT
- Marc DUBOIS

Durant cette formation, tous les exercices requis ont été réalisés de façon satisfaisante. Le programme de cette période de révision ne comportait pas d'exercices relatifs aux instruments de navigation et aux commandes de vol.

Module « E » (Entraînement) 2008-2009 (1er avril au 31 mars)

Suivi par:

(2/6)7

- David ROBERT
- Pierre BONIN
- Marc DUBOIS

Durant cette formation, l'exercice IAS douteuse au décollage, suivi d'un retour et atterrissage sur le terrain de départ, a été réalisé au cours d'un exercice de 25 minutes. Chaque stagiaire a réalisé l'exercice en tant que pilote aux commandes.

L'exercice est ainsi répertorié

ATA34A: ADR ERRONEOUS - SPEED ERROR (ADR 1,2,3) +50KT ADR 1 et 3 (CDB PF) à 100FT ADR 2 et 3 (OPL PF) à 100FT

CHL (Contrôle Hors Ligne, Simulateur) A330

- Marc DUBOIS a réalisé au cours de ce stage le 22 octobre 2007, un exercice STALL WARNING
- David ROBERT a réalisé au cours de ce stage le 1er juillet 2007, un exercice STALL WARNING

Remarque : A l'issue de ce contrôle noté satisfaisant, son niveau professionnel ayant été jugé perfectible, David ROBERT a été convoqué à un entretien technique.

4.2.5.8 Journée 4S 2008

Cette journée de formation s'intègre dans les révisions annuelles programmées dans le cadre des entraînements et contrôles périodiques. Elle a été suivie par les trois pilotes du vol AF 447

Elle comprenait:

- un diaporama édité par Boeing concernant les « ICE CRYSTAL WEATHER »
- Une révision des systèmes sous forme d'apprentissage sur ordinateur comprenant :
 - o ATA 27 : Commandes de vol 0h35
 - ATA 31 : Instruments 0h15

L'acquisition des connaissances développées dans ce cours est vérifiée par un questionnaire.

Commentaires d'experts : Au cours de leur qualification initiale de type A320, les pilotes ont reçu une formation au pilotage en loi Alternate et en loi Directe, une formation au décrochage et au vol à haute altitude.

Le Commandant de Bord a reçu une formation complémentaire sur ces mêmes sujets lors de son intégration à AIR FRANCE.

Ces sujets ne faisaient cependant pas partie des programmes de qualification croisées CCQ à l'exception d'un exercice de pilotage en loi Alternate à la suite d'une double



panne ADR pour le Commandant de Bord.

Le CdB et l'OPL PF ont suivi un entraînement à la manœuvre d'urgence « Vol avec IAS Douteuses » en basse altitude au cours de la période de référence 2006-2007 sur A320.

Les trois pilotes ont suivi un entraînement à la manœuvre d'urgence « Vol avec IAS Douteuses » après décollage dans la période 2008-2009 sur A330.

4.2.5.9 Acquis antérieurs en rapport avec l'évènement

4.2.5.9.1 Au titre de l'information

Une information sur les occurrences de givrage des sondes Pitot en haute altitude, avec pour certaines d'entre elles, une analyse du phénomène, apparaît dans les bulletins mensuels de l'analyse des vols d'Air France « Survol », N° 7, N° 9, N° 10 et N° 11 couvrant la période de mai 2008 à mai 2009.

Une Note OSV en date du 6 novembre 2008 informe les pilotes de l'occurence de six évènements d'anomalies anémométriques A330/A340 en croisière à haute altitude et en zone givrante prévue ou observée, ainsi que des symptômes et alarmes associés.

Ces documents sont distribués dans les casiers individuels des pilotes dans les divisions de vol.

Commentaires d'experts: Le contenu de ces supports relate des évènements de givrage de sondes anémométriques similaires à ceux du vol AF 447 et alerte sur les alarmes et les dégradations des conditions de pilotage, sans toutefois orienter vers l'application d'une procédure. Ces supports informatifs n'ont pas la portée d'une note opérationnelle. Les réactions de l'équipage ne font jamais transparaître la connaissance des ces informations.

4.2.5.9.2 Au titre de la formation

Au cours de leurs formations et entraînements les trois pilotes ont pratiqué les exercices suivants:

- Reconnaissance préventive et contre mesure de l'approche du décrochage
- Pilotage en loi Alternate et loi Directe avec alarme STALL WARNING
- Entrainement à la manoeuvre d'urgence : Vol avec IAS Douteuses (Écart d'indication de vitesses de 50kts)
- Sensibilisation au vol haute altitude : Notions de domaine de vol.

D6316 |

Commentaires d'experts: A l'occasion des diverses qualifications de type et des maintiens de compétences, les exercices et procédures nécessaires au traitement de la situation vécue par l'équipage du vol AF 447 ont été enseignés et contrôlés à plusieurs reprises. Les connaissances et pratiques acquises lors de la réalisation de ces exercices n'ont pas été restituées au cours de l'évènement. La spécificité de la perte d'indication de vitesse liée au givrage des sondes en haute altitude n'a pas été abordée, ceci ne constituant pas un exercice requis au sens réglementaire. Le scénario exact de la panne qu'a subi l'équipage ne peut pas être reproduit précisément au simulateur d'entraînement.

4.2.5.9.3 Au titre de l'expérience

A ce stade des investigations, le collège d'experts n'a pas identifié de vécu d''évènement similaire chez aucun des membres de cet équipage.



4.3 LA CERTIFICATION

4.3.1 GÉNÉRALITÉS

Le "certificat de type" de l'AESA confirme que la conception de l'aéronef est conforme aux normes européennes de sécurité et de protection environnementale.

4.3.2 CERTIFICATION DE L'AIRBUS A330

L'Airbus A330 a été certifié le 23 janvier 1996.

La version A330-203 a été certifiée le 20 novembre 2001 par la DGAC sous le Certificat de Type N°184 (DGAC TC N°184).

L'EASA a repris la responsabilité du Certificat de Type lors du transfert de compétences le 28 septembre 2003.

La fiche de navigabilité(479) précise les éléments de certification de l'A330-203, notamment les conditions spéciales dérogatoires à la réglementation JAR 25.

> Commentaires des experts : L'absence des réponses de l'EASA n'a pas permis l'examen et l'analyse des sujets concernant l'autorité de certification, notamment les conditions spéciales dérogatoires à la réglementation JAR 25.

4.4 DOCUMENTATION OPERATIONNELLE

4.4.1 **AIRBUS**

La documentation opérationnelle des aéronefs de construction Airbus est basée sur les données du Manuel de vol de l'aéronef, l'AFM (Aircraft Flight Manual). Elle est mise à jour périodiquement par le constructeur, la dernière version faisant seule référence. Elle peut être dédiée spécifiquement (customisée) à une compagnie, prenant ainsi en compte les particularités de sa flotte (versions, équipements particuliers, etc.).

Elle est constituée d'un FCOM (Flight Crew Operating Manuel) duquel est extrait une documentation réduite d'accès rapide en vol, le QRH (Quick Reference Handbook).

Airbus publie également un manuel complémentaire explicatif, le FCTM (Flight Crew Training Manual).

4.4.1.1 FCOM

Bien qu'il soit précisé que ce manuel est édité en complément du manuel de vol approuvé, le FCOM reste la documentation opérationnelle de référence à l'usage des pilotes. Airbus précise dans son introduction au FCOM:

Le FCOM et le QRH associé sont développés spécifiquement pour les équipages techniques afin de leur apporter toutes les informations nécessaires concernant les caractéristiques opérationnelles et techniques ainsi que les performances et procédures, requises pour une utilisation opérationnelle efficace et en toute sécurité. Ces manuels prennent en compte toutes les procédures opérationnelles devant être appliquées en situation normale, anormale et d'urgence qui pourraient survenir au sol et en vol.

Ces manuels ne sont pas destinés à procurer les compétences de base du métier de pilote ou la technique du pilotage. Ils sont rédigés à l'intention d'équipages ayant déjà été entraînés à piloter ce type d'avion et sont familiarisés avec leurs caractéristiques de pilotage.

De plus le but du FCOM est d'être utilisé :

•en tant que guide de référence compréhensible lors des qualifications initiales et des maintiens de compétence des équipages. Les informations concernant les pratiques et entraînements sont consignées dans le FCTM

•afin de procurer aux exploitants d'avions Airbus un support pour l'élaboration de leur propre manuel d'exploitation en accord avec les règlements applicables.

Le FCOM est organisé selon 4 volumes qui totalisent environ 2670 pages.

Chacun des volumes décrit en préambule les différentes révisions qui permettront sa mise à jour. Il est important de constater que ces mises à jour prennent 5 formes différentes selon leur degré d'importance.

- Les révisions normales sont émises périodiquement pour couvrir les corrections et changements non urgents et rajouter de nouvelles données. Une liste de ces révisions est éditée en tête de chaque volume.
- Les révisions intermédiaires sont émises entre les révisions normales et destinées à décrire les changements de définition des aéronefs ou de composition de flotte d'une compagnie.
- Les révisions temporaires, imprimées sur papier jaune, sont émises entre les révisions normales et procurent des informations devant être publiées en attente de la prochaine révision normale. Une liste de ces révisions apparaît en tête de chaque volume.
- Les « Service Bulletins » concernant les évolutions des avions ou de la flotte d'avions de la compagnie sont incorporés à chaque révision normale dans tous les manuels. Si Airbus Industrie le juge nécessaire ou si la compagnie le demande, une révision temporaire ou intermédiaire sera publiée entre les révisions normales.
- Enfin des « Operations Engineering Bulletins » (habituellement nommés OEB » sont édités dès que nécessaire pour fournir à la compagnie tout changement technique significatif ou informations sur les procédures.

4.4.1.1.1 Le volume 1 (Systems description) est consacré à la description des systèmes de l'avion.

Ce volume d'environ 1040 pages comprend une première partie d'informations générales décrivant

TGI de Paris. Nº Instruction : 2369/09/52.Nº du Parquet : 0915408221

D64161

l'organisation du manuel, la liste des codes, la liste des révisions normales et temporaires, la liste des abréviations et des symboles, une table de conversion des unités et la liste des pages effectives.

Les systèmes y sont ensuite décrits suivant une classification numérotée de standardisation internationale (ATA).

0 20 : Aircraft general (Généralités avion)

Dans cette section sont décrites les particularités extérieures de l'avion, ses dimensions et encombrement.

O 21: Air conditioning/Pressurization/Ventilation (Conditionnement d'air, pressurisation et ventilation).

Dans cette section sont décrits les systèmes d'Air conditionné de pressurisation et de ventilation de la cabine, leurs indications et moyens de contrôle dans le poste de pilotage.

O 22 : Auto Flight System (Systèmes automatiques de vol)

Dans cette section, sont décrits les systèmes de gestion de vol (Flight Management), d'assistance au pilotage (Flight Guidance), de protection du domaine de vol (Flight Envelope) ainsi que l'interface du système de communication ACARS.

O 23 : Communications (Communications)

Cette section décrit les systèmes de communication radio (VHF et HF), de communication interne entre les différentes zones de l'avion, les signaux d'appels normaux et d'urgence (entre le poste de pilotage, la cabine, le ou les postes de repos, l'assistance au sol), l'enregistreur de conversations du poste de pilotage (CVR), les balises de détresse, l'ACARS et le système de communications par satellite.

0 24 : Electrical system (Système électrique)

Cette section décrit l'ensemble des moyens de production, de distribution et de contrôle de courant alternatif et continu selon les fonctionnements normaux, anormaux et d'urgence, ainsi que leurs indications et moyens de contrôle dans le poste de pilotage.

o 25 : Equipment (Equipements)

Dans cette section on retrouve le descriptif général du poste de pilotage, de la porte blindée et du poste de repos équipage.

o 26: Fire protection (Protection incendie)

Dans cette section sont décrits les systèmes de détection et de traitement de surchauffes et feux moteurs et APU, des fumées et feux en compartiments avionique, toilettes et soutes, ainsi que les indications correspondantes et moyens de contrôle dans le poste de pilotage.

o 27: Flight controls (Commandes de vol)

Dans cette section est décrit l'ensemble des commandes de vol, dispositifs hypersustentateurs et destructeurs de portance ainsi que les différentes lois de pilotage et toutes les interfaces et moyens de contrôle associés dans le poste de pilotage.

o 28 : Fuel system (Système carburant)

Le système de stockage, de distribution et de gestion du carburant est décrit dans cette section ainsi que les différentes indications et moyens de contrôle au poste de pilotage.

o 29 : Hydraulic system (Système hydraulique)

Le système de stockage du fluide hydraulique et son utilisation dans les différentes servitudes sont décrits dans cette section ainsi que les indications et moyens de contrôle correspondants au

poste de pilotage.

o 30 : Ice and rain protection (Système de protection givrage et pluie)

Cette section décrit les systèmes de détection et de protection contre les effets du givrage de la voilure, de l'empennage, des moteurs, des pare-brises et des différentes sondes ainsi que les indications et moyens de contrôle au poste de pilotage.

o 31: Indicating and recording system (Système de présentation des informations en poste et enregistrement des données)

Cette section décrit la présentation des informations de vol, de navigation et de fonctionnement des différents systèmes, dans leur mode normal, anormal et d'urgence. C'est ici que l'on retrouve l'architecture des EFIS (Electronic Flight Instrument System) comprenant les PFD (Primary Flight Display), les ND (Navigation Display), les ECAM (Electronic Centralised Aircraft Monitoring), les SD (system Display) et leurs moyens de contrôle.

o 32: Landing gear (Train d'atterrissage)

Cette section décrit le fonctionnement du train d'atterrissage et du système de freinage, ainsi que leurs indications et moyens de contrôle dans le poste de pilotage.

o 33 : Lights (Eclairages)

Cette section décrit les éclairages du poste de pilotage, de la cabine ainsi que l'ensemble de l'éclairage et feux extérieurs de l'avion, ainsi que les commandes associées..

34 : Navigation (Navigation)

On trouve dans cette section le descriptif des centrales de navigation (ADIRS Air Data Inertial Reference System), des instruments de secours, des moyens de radionavigation, des radioaltimètres, des transpondeurs, du radar météorologique, du système de détection de proximité de sol, du système anti-collision, ainsi que leurs indications et moyens de contrôle dans le poste de pilotage.

o 35 : Oxygen (Oxygène)

Cette section décrit le stockage et la distribution de l'oxygène utilisable en cas d'urgence dans le cockpit et dans la cabine ainsi que leurs indications et moyens de contrôle.

o 36 : Pneumatic (Prélèvements d'air)

Le système de prélèvement d'air alimentant la pressurisation et la climatisation est décrit ici, ainsi que les indications et moyens de contrôle dans le poste de pilotage.

o 38: Water an waste (Circulation d'eau et évacuation)

Il s'agit ici de décrire le stockage, la distribution, l'utilisation et l'évacuation de l'eau à bord de l'appareil.

o 45 : On board maintenance system (interface maintenance)

Cette section décrit les systèmes d'acquisition des informations destinées à la maintenance de l'appareil et les diverses interfaces d'exploitation de celles-ci.

o 46: Information system (Système d'informations)

Cette section décrit les systèmes et les interfaces de communication entrant et sortant, entre l'avion et divers services (opérations de l'entreprise, contrôle aérien automatisé, suivi automatique de navigation).

o 49 : Auxiliary power unit (Groupe auxiliaire de puissance)

D6216/

Description et fonctionnement du groupe auxiliaire de puissance dans ses fonctions de production d'électricité et d'énergie pneumatique ainsi que les indications et moyens de contrôle dans le poste de pilotage.

o 52 : Doors (Portes)

Dans cette section sont décrites l'ensemble des portes et issues de l'avion, ainsi que les moyens associés d'évacuation (toboggans).

o 70: Power plant (Moteurs)

Description des turboréacteurs, de leur système de gestion et de régulation, de leur alimentation en carburant, de leur lubrification et des accessoires associés, ainsi que leurs indications et moyens de contrôle dans le poste de pilotage.

4.4.1.1.2 As volume 2 (Flight preparation)

Ce volume d'environ 290 pages du FCOM traite de la préparation des vols, en terme de performances et de chargement.

Il comprend une première partie d'informations générales décrivant l'organisation du manuel, la liste des codes, la liste des révisions normales et temporaires, la liste des abréviations et des symboles, une table de conversion des unités et la liste des pages effectives.

Il est divisé ensuite en 5 parties :

o Chargement et centrage.

Cette section contient les informations liées au chargement des compartiments cargo, à l'emport du carburant ainsi qu'à l'établissement du devis de masse et de centrage.

o Performances au décollage.

Cette section décrit les caractéristiques de performance des moteurs ainsi que les exigences des pentes (capacité de l'avion à monter sur un plan requis) permettant à l'appareil d'effectuer un décollage en fonction des caractéristiques de piste et d'obstacle définies pour chaque aéroport.

o Performances à l'atterrissage.

Cette section décrit les caractéristiques de performance des moteurs ainsi que les exigences des pentes (capacité de l'avion à monter sur un plan requis) permettant à l'appareil d'effectuer un atterrissage en fonction des caractéristiques de piste, d'obstacles et de trajectoire de remise des gaz définis pour chaque aéroport. Sont également décrites les procédures relatives à l'utilisation du système automatique de freinage.

o Opérations spéciales

Cette section décrit les conditions d'utilisation de l'appareil dans des circonstances particulières telles que pistes contaminées, vol non pressurisé, vol train sorti, opérations sur aéroports élevés et également certaines spécificité de navigation (ETOPS, RVSM, RNP).

o Flight planning

Cette section décrit la méthode de calcul de l'emport carburant lors de la préparation et la planification d'un vol. Plusieurs types de croisière sont décrits ainsi que les niveaux optimums utilisables en fonction de la masse et de la température. Ces calculs englobent également les trajets de dégagement vers les terrains accessibles.

Degle 1

4.4.1.1.3 Le volume 3 (Flight operation)

Ce volume d'environ 820 pages, décrit les procédures d'utilisation de l'avion.

Il contient une introduction qui décrit les niveaux de priorité de certaines procédures selon qu'elles soient classées en :

- Warning (alerte): une procédure ou technique d'utilisation, qui, si elle n'est pas suivie, peut mener à des blessures ou pertes en vie humaine.
- Caution (attention) : une procédure ou technique d'utilisation, qui, si elle n'est pas suivie, peut mener à une endommagement du matériel.
- Note : une procédure ou technique d'utilisation qu'il est essentiel de mettre en valeur. Les informations contenues dans les notes peuvent aussi être en rapport à la sécurité.

Il est découpé en chapitres décrivant les limitations opérationnelles, les procédures normales standard de vol, les procédures anormales et d'urgence, les techniques supplémentaires, ainsi que les paramètres de performances en vol.

Ce chapitre décrit les valeurs des paramètres devant être respectés lors de l'utilisation de l'avion, comme :

- le nombre de membre d'équipage minimum,
- les valeurs limites de positionnement du centre de gravité,
- Les masses maximales autorisées au roulage, au décollage, à l'atterrissage,
- les facteurs de charge à ne pas dépasser (accélérations verticales)
- l'enveloppe de vol opérationnelle
- les caractéristiques des pistes et les valeurs de vent traversier maximum
- les limitations de vitesse
 - vitesse à ne pas dépasser,
 - vitesse maximale de manœuvre des gouvernes,
 - domaine de buffeting détaillant les limites de sustentation de l'avion
 - diverses vitesses maximales de manœuvre des trains d'atterrissage, volets hypersustentateurs, essuie-glaces, ouverture de glaces latérales, aérofreins, etc.
 - vitesses minimales de contrôle latéral de l'avion
 - vitesses de décrochage
- les limitations particulières associées à certains équipements ou circuits classés par ATA

4.4.1.1.3.2 Chapitre 3.02 : Procédures anormales et d'urgence

Ce chapitre décrit la totalité des procédures à appliquer en cas de pannes de systèmes ou d'équipements. Il se compose de :

4.4.1.1.3.2.1 Introduction

L'introduction des procédures anormales et d'urgence décrit les conventions d'écriture selon lesquelles les pannes de systèmes ou manœuvres spécifiques sont relatées sous leur format

« papier » qui est différent de leur présentation sur le panneau ECAM à bord de l'avion.

Cette introduction précise :

- La présentation sur papier est autant que possible similaire à la présentation des pannes sur le système ECAM
- Les abréviations sont identiques à celles inscrites sur les panneaux de systèmes du poste de pilotage.
- Les procédures « papier » font apparaître des informations complémentaires à celles du système ECAM et dans ce cas, elles sont rédigées en minuscules.
- Les procédures « papiers» font également apparaître des notes explicatives détaillées et dans ce cas, elles sont rédigées en italique.
- Des carrés noirs indiquent que sous le même titre, plusieurs procédures peuvent apparaître, mais qu'une seule est applicable.
- Des ronds noirs insérés dans la documentation papier permettent d'identifier les conditions pour lesquelles on applique la procédure ou une partie de la procédure.
- Les règles d'alignement du texte identifient la restriction d'une action ou consigne à une condition particulière.
- La codification des titres de chaque panne ou procédure permet de distinguer
 - o une procédure anormale affichée à l'ECAM
 - o une procédure anormale non affichée à l'ECAM consultable sur le QRH
 - o une procédure d'urgence affichée à l'ECAM
 - o une procédure d'urgence non affichée à l'ECAM consultable sur le QRH

L'introduction consacre également un paragraphe à la répartition des taches dévolue à l'équipage lors du traitement des pannes. Cette répartition (Tasksharing) est la méthode conseillée par le constructeur. Il est précisé :

- Le Pilote en fonction (Pilot Flying ou PF) doit conserver les commandes pendant le traitement de la panne ou l'application de la procédure. Il est responsable :
 - des commandes moteur (thrust levers)
 - o de contrôler la trajectoire et la vitesse
 - o de gérer la bonne configuration de l'avion (demander les changements requis)
 - o d'assurer la navigation
 - o d'assurer les communications
- le pilote non en fonction (Pilot Not Flying ou PNF) est responsable de :
 - o Surveiller et lire à voix haute les ECAM et Check-lists
 - Appliquer les actions requises ou les actions demandées par le PF
 - Ne manipuler les interrupteurs des moteurs, les systèmes inertiels ou les interrupteurs protégés qu'après confirmation du PF.

L'introduction consacre également un paragraphe aux procédures devant être appliquées de mémoire sans référence à la documentation écrite, ces procédures sont :

Deg 107

- Windshear et Winshear ahead qui sont des actions à appliquer en cas de cisaillement de vent,
- TCAS qui sont une série de manœuvres d'évitement d'un autre appareil,
- EGPWS qui sont une série de manœuvres destinées à réagir à la proximité du sol
- Loss of braking qui est la procédure à appliquer en cas de perte de freinage,
- Les actions de mémoire de la procédure Emergency Descent (Descente d'urgence)
- Les actions de mémoire de la procédure Unreliable Speed indication/ADR check Procedure qui sont destinées à réagir aux indications de vitesse erronées,
- Crew incapacitation qui permet de réagir à l'incapacité d'un des membres de l'équipage.

L'utilisation du pilote automatique est également recommandée dans la plupart des cas et tant qu'il est disponible. Il est précisé notamment dans les cas de panne de moteur et toute autre cas de pannes au dessus de 500 ft sol. Il est rappelé que le pilote automatique n'est pas certifié pour toutes les configurations et que dans certains cas, le pilote devra le déconnecter si l'avion ne suit pas la trajectoire souhaitée ou en toute sécurité.

Le constructeur préconise que les procédures soient lancées par le PF.

Il est conseillé de n'effacer aucune action ECAM sans vérification croisée de l'autre pilote.

Lorsque les actions ECAM ont été effectuées, et les statuts des pannes parcouru, le constructeur préconise, si le temps le permet, de faire référence à la documentation papier du FCOM pour recueillir des informations supplémentaires.

Enfin des recueils nommés « summaries » et disponibles dans le QRH, permettent de synthétiser les actions devant être réalisées lors de l'approche et de l'atterrissage. Dans certains cas, peuvent se substituer aux check-lists dites normales.

4.4.1.1.3.2.2 Suite des procédures

Les procédures anormales et d'urgence sont ensuite décrites selon la nomenclature ATA les regroupant par systèmes ou équipements, à l'identique du volume 1. Cependant, 3 sections ne correspondent pas à cette nomenclature car décrivant des situations particulières. Il s'agit de :

- 3.02.10 qui traite des techniques d'utilisation dans les cas d'interruption du décollage, du décollage poursuivi après une panne moteur, du retour à vue sur le terrain de départ en cas de panne moteur, d'une approche indirecte avec une panne de moteur, d'un atterrissage en cas de blocage ou de panne de dispositifs hypersustentateurs.
- 3.02.80 qui traite de procédures diverses, l'évacuation d'urgence de l'aéronef, l'amerrissage forcé, l'atterrissage forcé (en campagne), la descente d'urgence, l'atterrissage en surcharge, l'incapacité d'un membre de l'équipage technique, la présence d'une bombe à bord, la craquelure ou la présence d'arcs électriques sur une fenêtre ou le pare brise du cockpit, les phénomènes de cisaillement de vent, la pénétration dans un nuage de cendres volcaniques ou l'impact du cône de queue sur la piste lors du décollage.
- 3.02.90 qui traite de la procédure détaillée d'évacuation de l'avion.

4.4.1.1.3.3 Chapitre 3.03: Procédures opérationnelles standard

Ce chapitre décrit les procédures normales d'utilisation de l'avion, elles font partie d'un savoir faire qui est restitué de mémoire par les pilotes. Airbus précise qu'une compagnie peut réécrire ce chapitre, sous sa responsabilité, ceci pouvant néanmoins rajouter des complexités en terme de mise à jour et de cohérence avec les autres chapitres. L'application de ces procédures sous entend que

Doy 108

tous les systèmes fonctionnent normalement et que les automatismes sont utilisés normalement.

Airbus précise que certaines procédures normales, qui ne sont pas habituelles, sont décrites dans le chapitre « techniques supplémentaires » (3.04) de ce même volume et dans le chapitre opérations spéciales (2.04) du volume 2 décrit précédemment..

Airbus recommande d'appliquer ces procédures bien qu'elles ne soient pas certifiées par l'Autorité. Ces procédures sont révisées régulièrement et prennent en compte les remarques des compagnies.

Les procédures sont déclinées par phases de vol, depuis la préparation du vol jusqu'à l'arrêt des moteurs et la mise hors tension de l'appareil après l'atterrissage. Airbus propose également des schémas de réalisation des divers briefings pour le décollage et l'approche. Les différentes procédures d'approche aux instruments ainsi que les cas de remise des gaz sont également décrits.

Airbus propose également des annonces standard « standard calls » devant être faites par les équipages lors des diverses manipulations ou surveillance des systèmes et des automatismes, et précise que ces annonces ont été conçues pour maintenir la conscience de la situation et la bonne compréhension et utilisation des systèmes lors des opérations en ligne. Ces annonces standard couvrent les actions réalisées par les équipages ainsi que leur contrôle mutuel. Des annonces spécifiques d'appel des procédures de mémoire sont également déclinées comme par exemple pour « Reactive Windshear » annoncer « windshear toga » ou pour « unreliable speed indication » annoncer « unreliable speed ».

4.4.1.1.3.4 Chapitre 3.04: Techniques supplémentaires

La première partie de ce chapitre est consacrée à la définition des vitesses de référence. Ces vitesses dont le calcul est réalisé par FE (« flight enveloppe » et FMGC (« Flight Management and Guidance Computer ») sont affichées sur les PFD et certaines sont également disponibles sur pages de performance au décollage, en approche et en remise des gaz du MCDU qui est l'interface pilote/FMGC. Les vitesses de référence sont fonction des données de masse fournies par le FCMC (« Fuel Control and Monitoring Computer »).

Un chapitre est ici consacré à la vitesse de décrochage, la VS « V Stall » ou Stalling Speed qui n'est pas affichée sur les instruments.

Remarque : l'affichage de la VS n'est pas non plus réalisée sur d'autres appareils, la vitesse utilisée par les pilotes étant généralement qualifiée de vitesse de référence et égale à 1,3 fois la Vs sur avion classique ou 1,23 VS1g sur les avions récemment certifiés.

Le référencement des vitesses par rapport à la notion de VS1g est motivé par Airbus dans ce chapitre comme : « Puisque l'A330 possède un système de protection basse vitesse (alpha limit) que l'équipage ne peut pas surpasser, les Autorités de certification ont reconsidéré la définition de la vitesse de décrochage pour cet appareil ».

Les vitesses de protection sont ensuite évoquées, elles sont calculées par les PRIM basées sur des données aérodynamiques. Les vitesses de protection d'incidence V\alpha PROT et V\alpha MAX ne sont représentées qu'en loi normale, la vitesse d'alarme de décrochage VSW est représentée lorsque la loi normale est inactive. Enfin la VMAX est une vitesse maximale limite qui intègre les configurations de l'avion.

Les vitesses V1, VR et V2 apparaissent au PFD lors du décollage après avoir été insérées manuellement dans le MCDU par les pilotes.

Les vitesses VREF et VAPP calculées par le FMGC sont accessibles via le MCDU mais non affichées.

La vitesse VAPP TARGET (vitesse cible pour l'approche) intégrant les données de vent transmises par les contrôleurs est calculée par le FMGC et est affichée sous forme d'un index magenta au PFD,

Def 109

elle est la vitesse de référence à tenir par les pilotes en finale.

Ensuite des consignes, techniques et explications spécifiques sont listées par nomenclature ATA.

Par exemple:

- le chapitre 27 flight controls (commandes de vol) développe les particularités des lois de pilotage, les protections ainsi que certaines techniques de pilotage pour réagir au Stall Warning (alarme décrochage) ou à une alarme VMO (haute vitesse).
- La chapitre 91 adverse weather (mauvais temps) développe le vol en conditions turbulentes, givrantes ou cisaillement de vent.

Ce chapitre consacré aux performances de l'avion est consulté par les équipages dans des cas spécifiques de calcul d'affichage de paramètres moteurs (au décollage, en attente, en dégagement), de vérification de consommation carburant ou de niveau d'accrochage (en croisière), mais la majorité de ces données sont incluses dans les plans de vols en exploitation fournis par les opérations des compagnies ainsi que dans le s données de vol intégrées aux FMGC. Il est organisé par phases de vol

Ce chapitre fournit comme le chapitre précédent des performances de vol mais avec un moteur en panne.

Il débute par le développement des diverses stratégies associées à la panne moteur (descente, croisière, approche,./.), fournit des données sur les plafonds de rétablissement ainsi que sur les consommations de carburant et les distances parcourues selon trois stratégies identifiées qui sont :

- une stratégie standard qui privilégie les marges de manœuvre et la consommation,
- une stratégie de passage des obstacles qui va garantir des pentes minimales
- une stratégie de vitesse qui va garantir des temps de vol (notion ETOPS)

4.4.1.1.4 Le volume 4 (FMGS pilot guide)

Ce volume d'environ 520 pages est entièrement consacré aux procédures d'utilisation du système de gestion et de guidage du vol. Il est précisé que lorsqu'un paragraphe fait apparaître l'étiquette « FOR INFO » (pour information), ceci constitue un savoir complémentaire (« nice to know ») qui n'est pas requis lors de la qualification de type.

Il comprend une première partie d'informations générales décrivant la pagination, l'organisation du manuel, la liste des codes, la liste des révisions normales et temporaires, et la liste des pages effectives.

Il est ensuite précisé que les automatismes de vol sont déjà décrits en volume 1 du FCOM, en tant que système, et que ce volume 4 est dédié à son utilisation opérationnelle.

L'interface des pilotes avec le FMGS (Flight Management Guidance System) sont les MCDU (Multifunction Control and Display Unit) avec lesquels ils peuvent entrer des données et lire des informations.

Le FMGS est un système de navigation complet pouvant assurer la gestion du vol, le pilotage automatique ainsi que la gestion de la poussée des réacteurs.



Il existe deux modes de guidage,

- le mode « managé » où le système calcule et alimente les automatismes en valeurs cibles de cap, vitesse, altitude, et références de navigation
- le mode « sélecté » où le pilote impose une valeur cible dictée par des impératifs extérieurs ou des choix opérationnels.

Le volume 4 décline ensuite :

- les principes opérationnels
- les interfaces pilotes comprenant la description des MCDU, des commandes du pilote automatique (FCU), des commandes de la gestion de poussée (ATHR), de la répartition des informations sur les instruments de pilotage que sont les PFD (Primary Flight Display) et les ND (Navigation Display). Cette section présente ensuite sur 150 pages, le listing de touts les menus, fonctions et pages des MCDU, ainsi que leur utilisation pour renseigner les données du vol envisagé et les actualiser en route, suivi de la liste des messages d'information, d'alerte ou d'erreurs et terminant par la codification d'insertion des données.
- Les procédures de gestion du système par phases de vol.
- Les pannes, alarmes ou fonctionnements altérés
- Un index permettant une consultation rapide des rubriques requises

4.4.1.2 QRH

Le QRH (Quick Reference Handbook) est un recueil de données extraites du FCOM.

Le QRH débute par des informations générales qui stipulent :

- Qu'il contient des procédures non affichées sur les ECAM, les procédures ECAM ne figurent pas dans le QRH
- Un rappel sur la répartition des taches pour le travail en équipage tel que décrit dans le FCOM
- les consignes d'effacement des données ECAM en contrôle mutuel
- Le lancement des procédures anormales et d'urgence sur appel du PF
- les consignes de lecture et de réponse aux check-lists normales
- l'utilisation des résumés applicables aux procédures de pannes électriques et hydrauliques multiples
- Une liste des modifications
- Une liste des pages

4.4.1.2.1 Section 1 - Procédures d'urgence

Cette section rassemble les procédures d'urgence non ECAM associées aux pannes majeures des systèmes électriques, contrôles et éliminations de fumées, systèmes hydrauliques, perte de freinage, alarmes du système de détection de proximité de sol (EGPWS), alarmes du système de détection

D69/6/

anti collision (TCAS), extinction d'un moteur, extinction de deux moteurs, amerrissage, atterrissage forcé (hors d'un aérodrome aménagé), Descente d'urgence, et cisaillement de vent.

4.4.1.2.2 Section 2 – procédures anormales

Cette section rassemble les procédures anormales non ECAM classées par systèmes. La procédure « unreliable speed indication » est ici classée en partie NAV (instruments de navigation). Bien qu'étant classée dans les procédures anormales, elle possède une partie d'items devant être restitués de mémoire.

En dernière partie « Miscellaneous » (divers), se trouvent diverses procédures dont une spécifie les cas nécessitant des redémarrages de calculateurs (reset of computeurs) et les cas de « reset » des fusibles.

4.4.1.2.3 Section 3 – procédures normales

Il s'agit ici de procédures normales développées associées à la répartition des taches. Ces procédures peuvent être celles de la compagnie. La page 4.09 fait notamment apparaître les niveaux optimums et maximums utilisables en fonction de la masse et de la température.

4.4.1.2.4 Section 4 – Performances

Cette section fait apparaître les performances de l'avion lors de l'atterrissage, ainsi qu'en croisière, un moteur en panne ou tous moteurs en fonctionnement.

4.4.1.2.5 Section 5 – Données opérationnelles

La section 5 est constituée comme un aide mémoire et contient des schémas de certains systèmes ou des listes d'équipements nécessaires à certains types d'approche (CAT 2 et CAT 3). Cette dernière section comporte une page de référence concernant les conditions turbulentes sévères, spécifiant la vitesse à prendre ainsi que le préaffichage des paramètres moteurs nécessaires au vol sans ATHR (gestion automatique de la poussée des moteurs).

4.4.1.3 FCTM

Le FCTM est un document d'environ 340 pages. Il contient en introduction le préambule suivant :

Le FCTM est publié en tant que supplément du FCOM et il est conçu afin d'apporter des informations pratiques sur la façon d'utiliser l'avion. Il devrait être lu en complément du FCOM et en cas d'information contradictoire, le FCOM fait foi. La philosophie de formation de la compagnie peut être différente dans certaines sections, dans ce cas il faut appliquer les consignes de la compagnie.

Le FCTM est ensuite composé de 5 sections, qui sont la philosophie d'utilisation, les procédures Normales, les procédures anormales, les informations supplémentaires et la prévention des risques identifiés.

D6916/

4.4.1.3.1 Philosophie d'utilisation

Cette section, après avoir décliné la liste des pages ainsi qu'un résumé des récentes corrections, commence par une introduction dans laquelle on peut lire que le poste de pilotage de l'A 330 est conçu pour répondre à trois critères :

- renforcer la sécurité du vol
- améliorer l'efficacité du vol
- répondre aux besoins des pilotes face à un environnement variable

La philosophie d'utilisation de l'avion résulte de sa conception et plus particulièrement dans les systèmes suivants :

- les commandes électriques
- les automatismes
- · les affichages
- la conception du poste de pilotage

Les règles d'or d'utilisation sont donc ainsi déclinées :

- L'avion se pilote comme tout autre avion
- Respecter l'ordre : voler, naviguer et communiquer
- Maintenir à chaque instant au moins un membre d'équipage en position d'observation tête haute.
- Vérifier la précision des systèmes de navigation (FMS) (vérification croisée)
- Avoir conscience des affichages des modes d'automatisme en permanence
- Lorsque les choses ne se passent pas comme prévu, reprendre le contrôle.
- Utiliser le niveau d'automatismes opportun à la tache souhaitée
- Respecter la répartition des taches et rendre compte à chacun.

La section « Philosophie d'utilisation se poursuit par l'étude de 4 chapitres, les commandes de vol,le pilote automatique, la gestion automatique de la poussée des réacteurs, les modes de réversion et les significations de l'alerte dite « triple click ».

4.4.1.3.1.1 Commandes de vol

Cette section décrit les différentes lois de pilotage, « normal », « alternate » et « direct » et fournit une description technique ainsi que des recommandations d'utilisation adaptées à chaque cas, pilotage vertical, latéral et en cas de vol dissymétrique (panne moteur). Les indications permettant d'identifier chaque loi sont décrites. Les lois extrêmes (mechanical back-up et abnormal attitudes) sont également décrites dans ce chapitre.

Le fonctionnement des manches, ainsi que les interrupteurs de prise de priorité sont décrits également dans cette section.

4.4.1.3.1.2 Pilote automatique et directeur de vol.

Ce chapitre est destiné à décrire les modes d'utilisations (sélecté et managé), les principales interfaces (FCU et MCDU), la répartition des taches et les précautions nécessaires aux entrées de données dans les systèmes de navigation, le suivi du bon fonctionnement par la lecture des FMA,



les limitations d'emploi et l'utilisation du FD sans l'AP.

L'ATHR faisant partie des automatismes est également décrite ici, son fonctionnement, modes d'enclenchement et commandes de déclenchement.

Les modes de réversion du pilote automatique sont décrits comme par exemple le passage des modes de capture d'altitude en vitesse verticale (mode VS) dans certains cas de trajectoires incohérentes ou de mode de navigation en tenue de cap (mode HDG).

Un chapitre entier est consacré à l'ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring). Ce système intègre les principes de « Dark Cockpit » (les alarmes et signalisation sont éteintes lorsque tout est normal) et de « forward facing crew » (le plan de travail des équipages est face à eux dans le sens de la marche). L'ECAM permet l'affichage des informations sur les systèmes, le suivi de ces systèmes et fournit à l'équipage des actions à réaliser pour faire face à la plupart des situations de panne de systèmes.

Il fonctionne selon 4 modes, Normal avec suivi automatique des phases de vol, Gestion des pannes, Gestion des paramètres déviants (advisories), et mode manuel permettant de consulter les systèmes.

Les niveaux de pannes et leur priorités et leurs signalisations visuelles et sonores sont détaillés.

Les règles d'or d'utilisation (répartition des taches) sont également rappelées, ainsi que l'utilisation des résumés dans le QRH applicables conjointement pour certaines pannes complexes.

Il est également rappelé que grâce à l'aide apportée par le système, il y a peu d'actions de mémoire à connaître, ces actions sont rappelées et concernent 6 points :

- Descente d'urgence
- indication de vitesse douteuse (unreliable)
- perte de freinage
- windshear
- EGPWS
- TCAS

Les différents cas de pannes du système sont également abordés.

4.4.1.3.2 Opérations normales

Le FCTM reprend ensuite la totalité des phases de vol pour donner des précisons et conseils sur l'utilisation de l'avion et des systèmes.

Il précise également la répartition des taches standard et les annonces requises à la bonne utilisation et la bonne surveillance des systèmes ainsi que les cheminements de vérification des panneaux du poste de pilotage et les briefings départ et arrivée qui intègrent la vérification des bons affichages à bord de l'avion. Le réglage correct des sièges est également décrit.

Les phases de vol sont déclinées dans l'ordre ci-après :

- Pré-vol
- Démarrage
- Roulage



- Décollage
- Montée
- Croisière
- Descente
- Attente
- Différents types d'approche
- Atterrissage
- Remise des gaz
- Roulage

4.4.1.3.3 Opérations anormales

Les procédures anormales abordent la gestion des pannes, un chapitre général décrit l'utilisation de la documentation pour calculer les performances dégradées et décrit de façon imagée la manière de les insérer dans les différentes interfaces (MCDU) et de calculer les distances d'atterrissage. Le chapitre suivant décrit les techniques d'utilisation concernant les cas d'arrêt du décollage et d'évacuation, de panne moteur après décollage, panne moteur en vol, approche un moteur en panne, atterrissage un moteur en panne et remise des gaz un moteur en panne.

Les chapitres suivants sont dédiés au traitement des procédures anormales des systèmes classés par N° ATA. On ne trouvera dans ce chapitre que les procédures les plus complexes et les plus significatives:

- Pilotage automatique
- Système électrique
- Protection incendie
- Commandes de vol
- Carburant
- Hydraulique
- Train d'atterrissage
- Navigation
- Moteurs
- Divers

Dans chaque cas les procédures de mémoire lorsqu'elles existent sont détaillées. La logique de traitement de la panne ainsi que la répartition des taches préconisée par Airbus sont détaillées ainsi que l'application des procédures papier issues du QRH.

Le chapitre « divers » fait apparaître les mêmes procédures que celles du QRH.



4.4.1.3.4 Informations supplémentaires.

Le chapitre informations supplémentaires reprend les thèmes suivants :

- conditions météorologiques adverses,
- référence de vol en attitude ou en vecteur (HDG/VS TRK/FPA)
- précision de navigation,
- erreurs d'entrées de valeurs de masse et de centrage sans carburant,
- centre de gravité
- TCAS
- utilisation du radar.

Il les décrit en détail et fournit des informations très précises sur la façon d'aborder les conditions de vol particulières.

4.4.1.3.5 Prévention des risques identifiés.

Sous forme d'un tableau selon les phases de vol, ici sont listées les erreurs les plus fréquentes et les conséquences associées.

Analyse la documentation:

Lors de l'acquisition des compétences associées à la qualification de type A330 au sein d'un organisme de formation, les stagiaires suivent un cours assisté par ordinateur consacré à la description de l'avion et des systèmes pendant une dizaine de jours. Pendant cette phase, ils disposent du FCTM (Flight Crew Training Manual), du FCOM (Flight Crew Operating Manual) et du QRH (Quick Reference Handbook), mais n'ont pas le temps de les étudier en profondeur. La phase d'étude de la connaissance théorique de l'avion et de ses systèmes s'achève par un examen écrit, généralement sous forme de questionnaire à choix multiple (QCM) auquel les stagiaires ont une exigence de réussite globale (70%) et également matière par matière.

A l'issue de cette phase d'apprentissage des systèmes, ils entament une phase d'apprentissage à l'utilisation de l'avion associée à des moyens pédagogiques comme les FMGS Trainer (entraînement à la programmation et l'utilisation des automatismes), FNPT (entraînement aux procédures de navigation et de vol en conditions normales et anormales), FFS (Entraînement aux manœuvres de l'avion sur simulateur de vol). A l'occasion de ces séances de formation ils utilisent plus particulièrement le FCTM, le FCOM et le QRH (incluant les check-lists normales et anormales).

Lorsque les stagiaires suivent leur formation dans un centre autre qu'Airbus, comme c'est par exemple le cas pour la formations des pilotes d'Air France, ils utilisent la documentation produite par ce centre. En ce qui concerne Air France il s'agira du Manuel d'exploitation qui reprend les données du constructeur. Le chapitre suivant consacré à la documentation Air France fera apparaître la façon dont ce Manuel d'Exploitation est constitué.

Durant la phase pratique, constituée de séances de travail de 2 à 3 heures espacées au moins d'une journée, le travail personnel des stagiaires est intense, il leur permettra de s'habituer à la manipulation de la documentation. En fonction des exercices réalisés en séance, les stagiaires consulteront une partie de la documentation associée. Pendant ces séances, l'accent est mis prioritairement sur l'application des procédures normales et anormales en intégrant les particularités

D6216/

des automatismes et le traitement des procédures ECAM (affichées sur les écrans du poste) et non ECAM (n'apparaissant pas sur les écrans du poste et devant faire référence au QRH). Cette phase pratique comprend une dizaine de séances de formation suivies d'une séance de contrôle de 4 heures qui constitue l'acquisition de l'aptitude au pilotage de l'avion.

Une séance d'entraînement d'environ une heure sur avion, constituée de tours de piste (enchaînement de décollages et d'atterrissages) viendra finaliser la formation.

La formation initiale à la qualification de type sera concrétisée par une mention sur la licence de chaque pilote. Cette formation est soumise aux exigences de la réglementation FCL 1 (transposée en droit national)

Ainsi en sortant du stage de qualification de type, les stagiaires ont acquis une connaissance générale de l'avion et une connaissance des procédures d'utilisation. Ils connaissent également les actions de mémoire qui doivent être appliquées dans certains cas. Il est évident que toute la documentation ne peut être exploitée lors de ce stage.

Lorsque les pilotes entrent en compagnie, ils vont avoir à faire une transformation pour acquérir les méthodes de la compagnie et être formés à certains modes d'opération spécifiques, puis suivront ce qui est appelé une adaptation en ligne dont le volume peut être adapté à l'expérience des pilotes (débutants sur ce type d'avion ou déjà expérimenté sur des avions similaires). Durant cette phase « opérationnelle », ils vont utiliser l'avion dans des conditions spécifiques d'exploitation. Ils vont alors utiliser des chapitres documentaires touchant plus particulièrement aux limitations, procédures et performances de l'avion, et mettre en pratique la programmation et le suivi des automatismes. Cette phase d'adaptation en ligne est soumise aux exigences de la réglementation OPS 1 (transposée en droit national).

Les connaissances approfondies de la documentation seront acquises ultérieurement, ceci dépendra des événements vécus en exploitation, du travail personnel des pilotes et du travail requis par la compagnie lors de ses stages de révisions et de contrôles périodiques. Le type d'exploitation (court, moyen ou long courrier) aura une influence conséquente sur la spécialisation et la consolidation des savoirs et des habiletés au pilotage.

L'entraînement et l'information restent une composante majeure du maintien des connaissances et de l'appréhension des spécificités de certaines procédures qui requièrent une interprétation particulière. Ainsi les exploitants sont redevables dans leurs programmes d'entraînement et de maintien des compétences de réviser la totalité des pannes majeures selon un cycle de 3 ans (obligation réglementaire).

Il est important de considérer que si les procédures d'utilisation des avions doivent être connues des pilotes, la documentation reste un support d'analyse qui ne sera consulté que lorsque l'on doit y faire référence. Ce référencement est rendu obligatoire dans le traitement des pannes. Ainsi l'expérience et donc la connaissance, se construit-elle en grande partie sur le vécu.

On peut conclure qu'un pilote n'est pas tenu de connaître la totalité de la documentation en vigueur, il doit être capable d'y faire référence et donc savoir où se trouve l'information dont il a besoin.

Une partie seulement de la documentation, les procédures de vol (que l'on trouve en FCOM volume 3) renforcées par le QRH qui en est un extrait et une partie du FMGS Pilot's Guide (que l'on trouve en FCOM volume 4) est requise pour l'obtention de la qualification de type apposée sur la licence.

La documentation Airbus est descriptive de l'utilisation de l'avion et de ses systèmes, étant donné le niveau de complexité de la conception d'un avion de type Airbus, elle ne rentre pas dans le détail des composants. Il s'agit bien d'une documentation opérationnelle.

En ce qui concerne les procédures devant être appliquées lors des incidents de perte d'indications aérodynamiques et de décrochage de l'appareil, elles nécessitent un approfondissement qui est l'objet du paragraphe ci-après.

4.4.1.3.6 Unreliable speed indication/ADR check procedure

Cette procédure apparaît en FCOM volume 3, section 3.02 procédures anormales et d'urgence en ATA 34 Navigation. Elle est reprise dans le QRH en « Abnormal procedures » page 2.21 en tant que :

• procédure anormale « non ECAM »

et également dans le FCTM en « abnormal operations » ATA 34 (AO-034 page 1/10).

La philosophie d'Airbus pour le traitement des pannes, telle que décrite en FCOM volume 3, section 3.02, introduction précise :

- Le PF gère les manettes de poussée des moteurs, contrôle la trajectoire, la configuration de l'avion, la navigation et les communications radio.
- Le PNF surveille et lit à voix haute les ECAM et check-lists, réalise les actions indiquées, ou bien requises par le PF s'il y a lieu et n'agit sur certaines commandes définies qu'après vérification croisée par le PF.
- Les actions de mémoire de la procédure Unreliable Speed Indication sont applicables sans faire référence à la documention.
- Les appels standards définis précisent que le PF doit annoncer « Unreliable speed »

Lorsque les actions ECAM ont été effectuées, et les statuts des pannes parcouru, le constructeur préconise, si le temps le permet de faire référence à la documentation papier du FCOM pour recueillir des informations supplémentaires.

La documentation papier du FCOM débute par une page d'explication qui précise dans quels cas cette procédure va s'appliquer. Comme elle doit être consultée après application de la procédure elle n'est théoriquement d'aucune utilité.

Le FCTM n'est pas applicable en vol, il n'a donc pu être lu par les pilotes qu'à titre de curiosité ou pour préparer un exercice identique lors d'une séance d'entraînement. Il précise en AO-034 page 1/8, que la plus probable origine d'une indication de vitesse ou d'altitude erronée peut être due à l'obstruction d'une sonde Pitot ou d'une sonde statique. « Toutefois comme il est très improbable que toutes les sondes soient obstruées simultanément et de façon identique, les symptômes apparents pour l'équipage seront probablement des indications de vitesse (ou d'altitude) différentes présentes sur les instruments des pilotes ». La page suivante est consacrée à la façon dont l'architecture du système va rejeter ou non les fausses indications de sources aérodynamiques. Puis

De3101

le FCTM présente un tableau qui « illustre clairement qu'il n'y a pas de règle unique permettant d'identifier de façon concluante tous les cas d'indication de vitesse (ou d'altitude) erronée ». Ce tableau cite les cas de givrage des sondes anémométriques qui produisent une chute d'indication de vitesse jusqu'à la dés-obstruction de la sonde. Le FCTM indique ensuite quand appliquer cette procédure. Cette indication est une reprise au mot près de la page d'introduction de cette procédure dans le FCOM. Elle n'apporte pas de plus-value particulière. Il faut cependant remarquer que dans ces explications il est mentionné dans le FCOM comme dans le FCTM que les alarmes STALL doivent être considérée comme réelles lorsque le système est passé en loi Alternate, car elles ne sont basées que sur l'incidence.

Une telle procédure pour être bien appliquée doit avoir déjà été réalisée en entraînement.

Elle n'est en effet pas détectable à l'ECAM, et doit être appelée par le PF lorsqu'il en en reconnaît les symptômes. La signature des givrages de sonde en croisière est particulière, car plusieurs sondes peuvent être touchées simultanément, la chute brutale de plusieurs indications de vitesse peut être ne pas faire apparaître de façon visible une différence d'indication entre instruments et de plus occultée par l'apparition d'autres alarmes induites comme la perte du Pilote Automatique, et de l'Auto Thrust, l'alarme « Thrust Lock », le passage en loi alternate, l'alarme « rudder travel limiter ».

Tout ceci n'est pas mentionné pas dans la documentation qui n'a pas été modifiée depuis les premières apparition de cette série d'événements de givrage des sondes Pitot en 2003.

Les actions de mémoire à réaliser sont valables pour tout le domaine de vol, et mentionnent au dessus du niveau 100 (altitude de 10 000ft ou3000 m environ), de couper le pilote automatique (PA), la gestion de poussée automatique (ATHR), prendre une assiette de 5° et afficher la poussée de montée sur les moteurs (Climb). Il faut également s'assurer que les volets hypersustentateurs (Flaps), Aérofreins (Speedbrakes) et train d'atterrissage (Landing Gear) sont bien rentrés.

La suite de la procédure fait appel au QRH de façon à lire les actions suivantes à effectuer. Ce dernier fournira en premier lieu des pré-affichages en assiette et en poussée qui permettront de maintenir le palier le temps de lever le doute sur la ou les ADR (Air Data Reference) à l'origine du problème. Des recommandations de technique de pilotage sont également fournies afin d'ajuster la poussée en fonction de l'assiette nécessaire pour conserver la même altitude.

Il est à noter que dans le cas des givrages de sondes Pitot en croisière, la panne est fugitive (de quelques secondes à quelques minutes, toute la suite de la check-list est inutile.

Il demeure difficile dans certains cas de conclure au diagnostic de vitesses erronées. C'est le cas des pertes d'indications de vitesse dues à des phénomènes simultanés de givrage des sondes Pitot en haute altitude.

La signature de ce type d'événement n'est pas mentionnée dans la documentation qui l'exprime comme étant fortement improbable.

Le choix d'appliquer la procédure « unreliable speed indication » dépend avant tout du diagnostic des pilotes. Sans préparation ou information, ce dernier reste aléatoire.

D62/10/

4.4.1.3.7 Stall Warning FCTM OP 20 p 5/14

L'alarme STALL WARNING est une alarme rouge, elle est classée dans les procédures d'urgence.

Elle est mentionnée dans le FCOM en 3.02.34 (ATA 34 Navigation) comme :

• Une procédure d'urgence « non ECAM »

Elle ne comporte pas d'actions de mémoire, mentionne simplement que lorsque le seuil est franchi, une alarme continue « STALL + CRICKET » est activée jusqu'à ce qu'une incidence correcte soit récupérée. Le FCOM renvoie à 3.04.27 qui sont les techniques supplémentaires.

Cette procédure n'est pas décrite au QRH comme les procédures « non ECAM ».

Le FCTM ne mentionne une action liée au Stall warning que en OP-020 page 5/14 (philosophie opérationnelle/commandes de vol) où il est écrit entre parenthèses au sujet de la loi Alternate : « (comme par exemple en cas de Stall Warning, augmenter la poussée, réduire l'incidence et vérifier que les Aérofreins soient rentrés) »

La section 3.04.27 citée dans le FCOM correspond en fait aux techniques supplémentaires, dans le chapitre référencé ATA 27 : commandes de vol. La page 5A fait partie des opérations anormales. Il y est consacré un paragraphe (cette procédure n'apparaît pas en table des matières) intitulé STALL WARNING.

Il est ici mentionné qu'une alarme orale STALL STALL est activée à basse vitesse en loi Alternate ou en loi Directe /. lorsqu'il l'entend, le pilote doit récupérer une vitesse normale en prenant des actions conventionnelles :

· Au décollage,

Poussée TOGA, simultanément afficher une assiette de 12,5°, ramener les ailes horizontales, vérifier que les aérofreins sont rentrés.

Note : lorsqu'une trajectoire sécurisée et la vitesse sont récupérées et maintenues, si le Stall Warning est toujours activé, considérer une fausse alarme.

• Dans toutes les autres phases de vol,

Poussée TOGA, simultanément réduire l'assiette, ramener les ailes horizontales, vérifier que les aérofreins sont rentrés.

Après quelques remarques correspondant à la récupération de l'appareil en proximité du sol, il est fait mention de : « L'alarme stall warning peut être activée en haute altitude, lorsque l'avion approche de l'incidence de buffeting. Pour récupérer, le pilote doit relâcher l'effort à cabrer sur le manche et réduire l'incidence si nécessaire. Quand l'alarme cesse, le pilote peut à nouveau agir sur le manche à cabrer si cela est nécessaire pour reprendre sa trajectoire initiale. »

Enfin le FCOM volume 1 : description des systèmes ne mentionne pas le STALL WARNING ni sa logique de fonctionnement.

Commentaire d'experts : Il est difficile, au vu de l'analyse du contenu documentaire, de comprendre la logique de la description de l'alarme STALL WARNING dans la documentation du constructeur Airbus.

Cette alarme apparaît comme une procédure d'urgence non ECAM dans le FCOM en partie « Navigation ». Elle ne contient qu'un renvoi aux « Techniques

06916/

Supplémentaires » en partie « Commandes de vol ».

La procédure décrite dans la partie « Techniques Supplémentaires » fait référence au paramètre « Vitesse » qui est le paramètre défaillant dans ce cas de panne.

Le QRH ne contient pas cette procédure d'urgence.

La description des systèmes ne fait pas mention du principe de fonctionnement de l'alarme Stall warning. (l'alarme Stall Warning prend ses informations sur les sondes d'incidence avec seuil de déclenchement variable).

Le constructeur impose au pilote de réagir comme sur un avion conventionnel (sans commandes électriques). Sur les avions conventionnels, des procédures de récupération en cas d'alarme Stall existent et sont des actions à connaître de mémoire. La procédure Stall Warning n'est qu'une procédure de prévention et non de récupération.

De plus, des protections complémentaires, comme les alarmes aussi dissuasives que « Stick Shaker » et « Stick Pusher » existent sur nombre d'avions conventionnels.

Si la loi normale procure des protections très efficaces contre les excursions hors du domaine de vol, ceci n'est pas le cas en loi Alternate 2b et en loi directe.

4.4.2 AIR FRANCE

En tant qu'opérateur, Air France est tenue d'éditer un manuel d'exploitation en conformité avec la réglementation (OPS 1.1040). Ce manuel fait apparaître une partie généralités et consignes opérationnelles (GENOPS), et une partie utilisation de l'aéronef (TU). Des procédures générales (PG) sont annexées au manuel d'exploitation et traitent des opérations sol comme le chargement, embarquement, avitaillement carburant avec passagers à bord, marchandises dangereuses et procédures de dégivrage. Un QRH a également été développé, extrait des données du manuel d'exploitation. Des manuels complémentaires sont également intégrés comme le Manuel de Sécurité/Sauvetage et Systèmes (GEN MSS), le Manuel Sureté (EN.SUR), le Manuel opérations sol (GEN.SOL), le Manuel Marchandises Dangereuses (GEN.DAN)le Manuel Aéronautique Complémentaire (MAC), le livret d'Informations Aéronautiques Complémentaires (IAC). Cette documentation répond de façon très complète aux spécificités de la compagnie s'étant enrichie au fil des ans de toute l'expérience de cette dernière.

La documentation du constructeur a été traduite en français et intégrée dans ces différents documents.

Cette analyse est destinée à expliquer l'intégration de la documentation Airbus dans la documentation Air France en terme de contenu et de philosophie.

4.4.2.1 Manuel d'exploitation

4.4.2.1.1 Sous partie A (manuel GEN OPS)

Le GEN OPS débute par des chapitres de présentation, description de la pagination, liste des pages, liste des révisions.

Il décrit, dans les 7 premiers chapitres, l'organisation de l'entreprise, les taches et responsabilités des membres d'équipage, la supervision de l'exploitation, le système de gestion de la sécurité, les règles de composition de l'équipage, les exigences en matière de qualification, les précautions en matière de santé et les limitations des temps de vol.

La composition de l'équipage mentionne notamment le cas du renfort du commandant de bord en croisière en page 01.04.01.00 page 1, (§ 3 Compositions particulières).

Le chapitre 8 consacré aux procédures d'exploitation renvoie aux consignes opérationnelles du même document GEN OPS (cet artifice permet d' adapter le GENOPS à l'exigence réglementaire de pagination d'un manuel d'exploitation). Cette partie des consignes opérationnelles décrit les procédures applicables par les pilotes lors de l'exploitation des avions. Les vols à particularité comme par exemple les vols ETOPS sont également traités dans ce chapitre en terme de réglementation applicable, préparation du vol, suivi du vol, communications avec le service Dispatch, actualisation des observations météorologiques et plages horaires (en 02.07.07.01 pages 1 à 3).

Les chapitres 9 matières dangereuses, renvoie à une procédures générales opérations (PG-O-40.13) . Le chapitre 10 sûreté renvoie au manuel sûreté GEN.SUR

Le chapitre 11 est consacré au traitement des incidents et accidents, il décrit les obligations de

D63/b/1

l'équipage et le formulaire à remplir (ASR).

Le chapitre 12 est un rappel de la réglementation aérienne en vigueur.

Commentaire d'experts: Le contenu du GEN OPS est conforme aux exigences réglementaires (OPS 1.1040 et 1.1045). Afin de répondre au découpage de l'appendice 1 au § OPS 1.1045, certaines sections du GEN OPS renvoient à divers manuels ou procédures générales.

Toutes les exigences réglementaires et autorisations requises pour réaliser un vol Rio-Paris (ETOPS, qualifications des équipages) ainsi que les consignes opérationnelles spécifiques à la préparation et au suivi du vol sont décrites dans le manuel.

4.4.2.1.2 Sous parties B (manuel TU)

Le manuel TU débute par des chapitres de présentation, description de la pagination, liste des pages, liste des révisions en conformité avec les exigences réglementaires de gestion documentaire. Sous sa forme papier, le manuel est constitué de 3 volumes :

- Volume 1 : limitations et procédures
- Volume 2 : performances, gestion du vol, masse et centrage, chargement, déviations de configuration et tolérances techniques
- Volume 3 : descriptif des systèmes

Est associé un QRH qui se divise en 2 parties, les Check lists « non ECAM » et les représentations de schémas type d'évolutions (tour de pistes, approches, remise des gaz, ..) d'une part, puis les anomalies ECAM, les messages de type « advisory », le reset de calculateurs, les performances et des aides mémoires d'autre part.

Ces volumes incorporent l'utilisation des deux types A330 et A340 qui sont exploités de façon similaire et sont considérés comme ayant des programmes de qualification de type communs avec un complément spécifique pour traiter des différences.

Cette partie reprend les données du FCOM à l'exception de deux courbes :

- le domaine de BUFFET ONSET qui représente le domaine de vol haute altitude de l'avion.
- Les courbes de vitesses de décrochage

4.4.2.1.2.2 Partie 2 – Procédures normales

Cette partie décline toutes les procédures d'utilisation de l'avion en conditions normales (sans panne). Toutes les données du FCOM Airbus sont reprises dans plusieurs sous chapitres qui sont décrits ci-après. Les procédures s'enrichissent également des autorisations complémentaires accordées par l'Autorité.

J6216/

4.4.2.1.3 Constat sur la partie « Procédures normales phases de vol »

La philosophie d'application des procédures du constructeur n'est pas reprise en préambule.

On constate des divergences avec les procédures du constructeur sur la façon de réaliser les séquences de vérifications des systèmes (voir TU 02.01.10.01 et FCOM 3.03.06 p1).

Les briefings (départ, décollage et arrivée) sont réalisés conformément au GEN OPS. Bien qu'il soit écrit que l'on peut utiliser les pages du FMGS elles ne sont toutefois pas mentionnées. Airbus propose des structures de briefing qui ne sont pas reprises par Air France (GENOPS 02.01.01.02 p 3 et FCOM 3.03.06 p 18).

Certaines consignes relatives à la croisière en zone océanique, BRNAV, MNPS, ETOPS, RVSM apparaissent en procédures normales (pour les vols Zone Atlantique TU 02.01.44.03, et ETOPS, TU 02.01.44.13).

Commentaire d'experts : Ces différences sont autorisées dans le cadre de l'intégration des procédures normales dans une compagnie.

4.4.2.1.4 Constat sur la partie « Procédures normales systèmes »

Un deuxième chapitre, dans les procédures normales, reprend plus particulièrement des procédures relatives aux systèmes comme par exemple, l'initialisation des centrales à inertie (ADIRS), la programmation du FMGS, l'utilisation du radar météo.

4.4.2.1.5 Constat sur la partie « Procédures utilisation particulières »

Ici apparaissent les opérations par temps froid, le vol en atmosphère turbulente, divers types d'approche autre que les approches ILS, opérations par faible visibilité, ..

4.4.2.1.6 Constat sur la partie « Procédures normales consignes de piste »

Consignes à appliquer pour les points fixes, l'avitaillement carburant, l'état des pneumatiques, l'utilisation des portes cargo.

4.4.2.1.7 Constat sur la partie « Procédures normales techniques et patterns »

Cette section réunit tous les synoptiques relatifs aux approches et évolutions de l'avion en conditions normales.

4.4.2.1.7.1 Partie 3 – procédures anormales

Le chapitre procédures anormales est découpé en 4 sous chapitres :

- les manœuvres d'urgence, sous chapitre spécifique à Air France qui propose de regrouper

D62161

ensemble toutes les procédures faisant appel à des actions de mémoire,

- les procédures anormales urgence/secours, reprenant les procédures abnormal et emergency d'Airbus. On va retrouver dans ce chapitre la classification Airbus ECAM/non ECAM,
- les procédures anormales complémentaires, reprenant en partie les Supplementary Techniques d'Airbus
- les techniques et patterns, sous chapitre spécifique à Air France qui reprend les synoptiques des trajectoires associés à certaines procédures anormales /urgence.

La symbologie de présentation de ces procédures définie par Airbus est conservée avec cependant, un ajout pour les manœuvres d'urgence qui consiste en une en bande entête noire continue :

Cette symbologie apparaît ci-après.

Manoeuvre d'urgence		
	TITRE	
Urgence ECAM		
	TITRE	
Urgence non ECAM		
	TITRE	
Secours ECAM		
	TITRE	
Secours non ECAM		
	TITRE	

Les divers types de procédures sont ensuite définis, ainsi que la façon de les réaliser, en précisant les règles de contrôle mutuel et donnant quelques exemples.

Le traitement des pannes est détaillé, que ce soit pour les procédures ECAM ou non ECAM, il est conforme aux consignes du constructeur.

Une particularité cependant concerne les procédures anormales complémentaires. Ces procédures reprennent une partie des Supplementary Techniques du FCOM Airbus. Il est précisé dans la documentation Air France que leur traitement standard se fait par lecture complète de la procédure par le PNF, puis réalisation en « do list ». Ce principe, qui n'est pas décliné dans la documentation Airbus, ne peut pas s'appliquer à certaines procédures, dont l'Alarme STALL WARNING classée dans ce sous chapitre.

4.4.2.1.7.1.1 Manœuvres d'urgence

On trouve dans ce chapitre les manœuvres à restituer de mémoire extraites des procédures anormales : descente d'urgence, IAS douteuses, masques à oxygène, perte freinage, pompage réduction, pull-up TOGA, STOP, TCAS et windshear TOGA. Une fois les actions de mémoire effectuées, ces manœuvres renvoient à la procédure correspondante en sous chapitre procédures anormales urgence/secours.

4.4.2.1.7.1.2 Procédures anormales urgence/secours

Ces procédures sont accessibles par un index ECAM renvoyant à toutes les procédures ECAM existantes classées dans l'ordre alphabétique des systèmes, ainsi que par un index « non ECAM »

DEALD

renvoyant aux procédures classées par référence ATA. Il est à noter que c'est dans cette partie des procédures non ECAM, sous référence ATA 34 Navigation, que l'on retrouve les procédures « Vol avec IAS douteuse/ADR check Procedure » et STALL WARNING, identifiées avec la même codification que dans la documentation Airbus.

4.4.2.1.7.1.3 Procédures anormales complémentaires

Les procédures anormales complémentaires sont classées par référence ATA. On va retrouver dans ce sous chapitre la procédure Stall Warning classée sous référence ATA 27 – commandes de vol, de la même façon que dans la documentation Airbus.

4.4.2.1.7.1.4 Procédures anormales techniques et patterns

On trouve dans ce sous chapitre des synoptiques associés aux diverses situations d'urgence (descente d'urgence, panne moteur, ..), ainsi que des aides mémoires pour le bilan de pannes complexes comme la double panne hydraulique ou la configuration d'urgence électrique.

4.4.2.1.7.1.5 Remarques sur les procédures IAS DOUTEUSES et STALL WARNING

Air France a repris à l'identique les procédures du constructeur en ce qui concerne le vol avec IAS douteuses et l'alarme STALL WARNING.

La procédure de vol avec IAS douteuses (traduite de Unreliable Speed Indications) a fait l'objet chez Air France d'une découpe afin de mettre les actions de mémoire dans une section « Manœuvre d'urgence » et le reste de la procédure, dans une section « Procédures anormales urgence/secours ». Cette présentation permet un accès rapide par le QRH aux diverses manœuvres d'urgence (que les pilotes peuvent relire régulièrement afin de mieux les mémoriser). Une fois la procédure de mémoire effectuée, elle est vérifiée par lecture du QRH, puis celui-ci renvoie à la suite de la procédure urgence/secours en précisant sa référence.

L'alarme STALL WARNING est de la même façon que dans la documentation Airbus, identifiée comme une procédure urgence non ECAM en référence ATA 34 – Navigation. Elle se contente de mentionner :

« L'alarme sonore "STALL (voix synthétique) + cricket" est déclenchée tant qu'une incidence normale n'est pas retrouvée. »

et ne fait aucun renvoi à une manœuvre spécifique, alors que la documentation Airbus précise une référence de renvoi à la section « Supplementary Techniques » dans laquelle ces manœuvres sont décrites.

When the threshold is reached, a permanent aural warning is triggered "STALL + CRICKET" as long as a correct angle-of-attack is not recovered. (Refer to 3.04.27).

Dans le cadre de ses techniques supplémentaires, Airbus ne précise pas qu'il s'agit de procédures à réaliser en « do list », c'est à dire avec obligation de lire la procédure avant de l'appliquer. En effet certaines des techniques supplémentaires comme par exemple le vol en conditions givrantes ou l'utilisation des commandes de vol, sont des techniques que les pilotes possèdent et restituent de mémoire (comme des procédures normales).

Lorsque Air France classe l'alarme STALL WARNING en procédure anormale complémentaire, elle restreint sa réalisation à un acte devant être fait en « do list ». Ceci ne reflète pas l'intention du constructeur.

D6916

Commentaire d'experts : Le travail de traduction et de présentation des procédures anormales par Air France est considérable et fournit un confort de présentation et de lecture appréciable à ses pilotes.

Sur le point particulier de l'alarme STALL WARNING, l'intention initiale du constructeur est détournée : la procédure d'urgence non ECAM ne comporte pas de référence de renvoi vers une procédure complémentaire, et la procédure anormale complémentaire mentionnant le STALL WARNING est « bridée » par une limitation à n'être réalisée qu'en « do list ».

4.4.2.1.7.2 Partie 4 - Performances

Ce chapitre, rédigé en français, intègre les données du FCOM développé par Airbus et est adapté aux outils complémentaires utilisés par la compagnie. Il se découpe en sous chapitres traitant des performances générales, particulières, préparation et gestion du vol,

4.4.2.1.7.2.1 Performances générales

Ce sous chapitre aborde les performances de l'avion, poussée des réacteurs, calcul des limitations opérationnelles, utilisations des feuilles de limitation et présentation de l'outil de calcul de ces mêmes limitations nommé « PETER PAN ». Les performances générales concernent les conditions normales d'utilisation des aéronefs.

4.4.2.1.7.2.2 Performances particulières

Ce sous chapitre traduit l'application des calculs de performances aux conditions particulières comme les pistes contaminées, pannes de systèmes de freinage, inverseurs de poussée ou dispositifs hypersustentateurs, ainsi que le vol dépressurisé, train sorti ou un moteur en panne.

4.4.2.1.7.3 Partie 5 - Préparation et gestion du vol

Ce chapitre expose la détermination de l'emport de carburant nécessaire pour une étape ainsi que la gestion du carburant. La gestion du carburant en vol ETOPS, notamment en cas de changement de point d'appui est décrite ici..

4.4.2.1.7.4 Partie 6 – Masse et centrage

Ce chapitre fournit toutes les données de masse, d'aménagement cabine et de bras de leviers nécessaires à l'établissement du devis de masse et de centrage de l'appareil. Il présente également les feuilles de de centrage pouvant être remplies manuellement ainsi que les données permettant d'effectuer des corrections de dernière minute.

4.4.2.1.7.5 Partie 7 - Chargement

Ce chapitre renvoie à la Procédure Générale K-4663.

4.4.2.1.7.6 Partie 8 – Liste de déviation de configuration

Tous les éléments structuraux manquants permettant d'engager l'avion en vol sont listés en référence à la classification ATA.

4.4.2.1.7.7 Partie 9 – Liste minimale d'équipements

Tous les systèmes ou équipements en panne permettant d'engager l'avion en vol sont listés en

D6916/

référence à la classification ATA. Cette liste est établie en conformité aux tolérances du constructeur fournies dans un document nommé « Manufacturer Minimum Equipment List » (MMEL) ainsi qu'aux exigences d'équipements requises par la réglementation de l'Etat ou parcours de navigation envisagés.

4.4.2.1.7.8 Partie 12, description des systèmes.

Le FCOM volume 1 d'Airbus a été intégralement traduit en français puis intégré en chapitre 12 du manuel TU A330 d'Air France. Le classement par référence ATA a été conservé et la totalité des appellations des commandes et systèmes a été maintenue en anglais, ce qui permet leur identification de façon similaire sur les ECAM et QRH. RMK: il existe des exceptions en électricité, dispositifs hypersustentateurs, train d'atterrissage, commandes de vol, où la langue française est utilisée.

Il est à noter que le FCOM volume 4 (FMGS training guide) a été intégré en totalité dans le partie référencée ATA 22 Auto Flight en plus de la partie FCOM volume 1 ATA 22. Ce travail est considérable et apporte une visualisation globale du chapitre aux pilotes. Ceci leur évite de passer d'un manuel à un autre.

Commentaire d'experts : La définition, l'organisation et la mise en page du TU A330 d'Air France est de meilleure qualité que le FCOM d'origine Airbus.

4.4.2.1.8 Check-lists et QRH

Le QRH d'Air France intègre les données du QRH Airbus, notamment, les procédures anormales et urgence, ainsi que les données de performance.

Il contient également des procédures normales et des aides mémoire dont par exemple, un aide mémoire ETOPS déclinant les consignes à appliquer tout au long du vol.

Une partie « divers » contient les messages « advisory » des ECAM, les procédures de reset des calculateurs, la liste des procédures anormales complémentaires, la liste des manœuvres d'urgence et un rappel des limitations.

Il contient également les check-lists normales, qui sont celles de la compagnie (procédures Airbus adaptées par Air France).

Commentaire d'experts : Le QRH Air France est plus complet que le QRH Airbus, il contient des aides mémoire et des procédures adaptés aux opérations de la Compagnie.

Tout comme le QRH Airbus, Le QRH Air France ne fait pas apparaître la procédure d'urgence non ECAM « Stall Warning ».

Le QRH Air France mentionne cependant l'existence de la procédure Stall Warning dans la liste des procédures anormales complémentaires.



4.5 GESTION DE LA NAVIGABILITÉ DE L'A330 F-GZCP

4.5.1 SITUATION RÉGLEMENTAIRE DE L'AVION F-GZCP

Le Certificat d'Examen de Navigabilité (CEN) est délivré pour un an, puis prorogé deux fois d'une année supplémentaire. Ainsi, un examen de navigabilité est réalisé une fois tous les trois ans. L'examen ou la prorogation sont des actes administratifs attestant la navigabilité de l'aéronef.

Le Certificat d'Examen de Navigabilité (CEN) a été délivré le 15 avril 2008, puis prorogé le 02 mars 2009 pour une validité jusqu'au 17 avril 2010 (Voir cote GTA MTN-1, PièceE.2.6).

4.5.2 LE MAINTIEN DE LA NAVIGABILITÉ DE L'AVION

4.5.2.1 Introduction

La maintenance d'un avion est relativement complexe et se déroule durant la vie entière de celui-ci. La maintenance contribue directement à l'aptitude au vol de l'avion, à sa sécurité et aussi à sa valeur financière.

La gestion de la maintenance est réalisée par la Direction de la Maintenance chargée de planifier : les visites d'entretien, les remplacements des pièces, les dépannages, les contrats de sous-traitance d'entretien éventuellement.

La gestion de la maintenance, comporte également les études de fiabilité de la flotte d'avions du même type en fonction des conditions d'exploitation, prend en compte les évolutions des exigences d'entretien demandées par le constructeur ou les Autorités et applique les évolutions réglementaires.

La gestion de la maintenance répond à des exigences réglementaires, à des spécifications et des procédures, à une organisation agréée et surveillée par les Autorités de l'Aviation Civile. La conservation et la traçabilité des documents de maintenance est exigée durant toute la vie de l'avion.

La gestion de la maintenance est appelée « la gestion du maintien de la navigabilité ».

La Compagnie AIR FRANCE a obtenu l'agrément JAR 145 N°FR.145.010, cet agrément a été délivré par la DGAC, autorité de l'Aviation Civile.

L'organisation de l'entretien est décrite dans le manuel des spécifications de l'organisme d'entretien (MOE) Procédure E2-6 Cote C-MTN 1

L'organisation de la gestion du maintien de la navigabilité, notamment dans ses aspects de périodicité des visites et des tolérances de dépassement associées, est décrite dans le manuel des

spécifications de l'organisme de gestion du maintien de la navigabilité (MGN) Procédure E2-6 Cote C-MTN 1.

Au sein de cette organisation est intégré, conformément à la réglementation, un système de recueil est d'analyse du retour d'expérience. C'est le service Assurance Qualité Entretien qui est en charge de le faire vivre. (§ 4.1.1.7)

4.5.2.2 Visites de maintenance en base

Depuis la mise en service de l'avion, les visites de maintenance en base Check A et Check C suivantes ont été réalisées.

Le Programme d'Entretien Air France Révision 10 du 08 juillet 2008 fixe la check A toutes les 800 heures de vol et la check C tous les 21 mois. Précédemment les check C étaient réalisées avec un intervalle de 18 mois.

Voir le Programme d'Entretien AMS Rev 10 (Annexe N°18).

Check	Date d'entrée en visite	Date de remise en service	Heures de vol	Nb de vols
NAME OF TAXABLE	15/04/2005	Livraison	0	0
C1	05/11/2006	14/11/2006	6 773	1 018
C2	06/07/2008	17/07/2008	14 675	2 106
A4	28/08/2008	29/08/2008	15 250	2 181
A5	21/10/2008	23/10/2008	15 980	2 275
A6	24/12/2008	27/12/2008	16 820	2 379
A7	19/02/2009	21/02/2009	17 559	2 471
A8	15/04/2009	16/04/2009	18 331	2 571
	01/06/2009	Accident	18 870	2 644

Tableau des visites de maintenance en base Check C depuis la mise en service de l'avion et des Checks A depuis la dernière Check C.

Contrôle du respect des intervalles entre visites.

La visite Check A est effectuée toutes les 800 heures de vol avec une tolérance de plus ou moins 10%.

Les 5 check A réalisées depuis la dernière check C respectent l'intervalle de 800 heures sauf la A6 réalisée dans les tolérances de 10% à 840 heures de vol.

La visite Check C est effectuée tous les 18 mois. (Intervalle porté à 21 mois à compter du 4 juillet 2008)

Depuis la livraison de l'avion, 2 check C ont été réalisées en respectant l'intervalle de 18 mois comprenant une tolérance de 10%.

D6916/

Aucune visite de grand entretien n'a été atteinte car elles sont applicables à partir de 6 ans et 10 ans de vieillissement de l'avion.

Commentaires d'experts: Le jour de l'accident, aucune échéance de maintenance n'était dépassée ou proche. La prochaine check A était due dans 260 heures de vol, la prochaine check C (avec le nouvel intervalle de 21 mois), dans 10 mois et la première visite de grand entretien dans 2 ans.

4.5.2.2.1 Etude du dossier de la dernière Check C

La dernière check C (C02) a été réalisée par Air France dans ses installations d'ORLY du 6 au 17 juillet 2008, l'avion totalisait 14 675 Heures de vol et 2 106 Cycles.

A chaque check C, l'alimentation électrique des capteurs est vérifiée, les tubes Pitot et le circuit pneumatique de pression totale sont nettoyés (soufflage).

VALTD FOR AFR/KLH - ACI				HAJRTENANCE SCI PRINTED BY AIR ORIGINAL									VERSION : APPROV
REV	REV. BATE JJHHNYYYY	ITCH MUHDER	ZCHE	DESCRIPTION	ACCESS	THRESH	INTERVAL	ZΕ	S T T S D K	CHIG	F	REFERENCES	EFFECT.
	160 e c2006	341100-41-1	1	SENSORS, POWER SUPPLY AND SWITCHING FLUSHING OF PRINCIPAL TOTAL PRESSURE LINES. NOTE: IMPERVAL CAN BE ADJUSTED WITH EXPERIENCE TO SWIT OPERATING ENVIRONMENT			C HUTE		9	W HPD		AHH 34-13-08-370-801- ¢ STL 34-084	ALL

Extrait du programme d'entretien AF AMS Rev 10

Lors de la dernière check C le contrôle du chauffage Pitot en configuration de secours a été réalisé. Cette opération est réalisée toutes les 2C, soit pour la première fois en juillet 2008.

26Sep2003 3413es-01-1	236	AIR DATA REFERENCE GREATIONAL CHECK OF PIYOT PROMES HEATING (118 VAC) AND ADEZADA POWER SUPPLY (26 VAC) HE RENEEDENCY CONFIGURATION.	20		OP MRS	9 AHM 34-11-08-710-804- 0 HST 341300-62	A LL
-----------------------	-----	--	----	--	--------	--	-------------

Extrait du programme d'entretien AF AMS Rev 10

Au cours de cette dernière Check C, les 3 PHC (Probe Heat Computer) p/n 785620-2 ont été remplacés par des PHC modifiés p/n 785620-3 (AEO 33-30-0006-1/01/120) afin de mettre l'avion au dernier standard.

Le PHC est le calculateur qui gère le réchauffage des sondes (prise de pression totale « Pitot », prises de pression statique, sonde d'incidence, sonde de température totale) ainsi que le contrôle de son bon fonctionnement. Chacune des trois sondes est alimentée par un PHC différent.

Ces calculateurs ne nécessitent pas d'entretien ; en cas de défaut d'alimentation électrique, un message est automatiquement émis « PROBE HEATING SYSTEM FAULT ».

Deslo

©A330

ILLUSTRATED PARTS CATALOG

2016-215-804	. Polit Mudbub	. 1234567 NOMENCLATURE TROL TO	
1 - 1	785-620-2	PHC-PROBE HEAT COMPUTER VF0553 OPT TO 785620-2 (VF0553) SEE 30-31-01-01A FOR NHA NO MAINTENANCE PARTS FOR THIS ITEM	RF
- 1A	785620-3	PHC-PROBE HEAT COMPUTER VF0553 SEE 30-31-01-01A FOR NHA NO MAINTENANCE PARTS FOR THIS ITEM	RF

Extrait de l'IPC concernant les part number du PHC

4.5.2.2.2 Etude du dossier de visite de la dernière check A

Dernière check A (A08) a été réalisé par Air France et l'APRS prononcée le 16/04/09 à 18331h

La visite a été réalisée selon le Programme d'Entretien Air France AF MM Rev 26 du 20/02/09, AF Maint Schedule Rev 10 du 08/07/08.

Pas de remarque particulière sauf la tâche suivante mise en travaux reportés :

- Effectuer le réglage de la porte cockpit encadrement + verrous si nouvelle plainte (porte très dure à la fermeture en vol) AMM 52-51-11
- Effectuer remise en conformité de la poignée d'ouverture de la porte cockpit (rotation de 90°) selon AMM 52-51-11.

4.5.2.2.3 Entretien des sondes PITOT

Les sondes PITOT ne sont pas assujetties à un potentiel de fonctionnement défini. Leur remplacement est effectué seulement en cas de panne ou de dégradation importante (on condition). Les sondes déposées ne sont pas réparables, elles sont alors réformées et détruites.

Leur entretien se limite à un soufflage et nettoyage aux échéances des check C.

Les sondes sont inspectées visuellement lors de chaque visite journalière.

4.5.2.3 Maintenance en ligne

Les visites de maintenance en base sont complétées par des visites hebdomadaires et quotidiennes

132

de maintenance en ligne.

En exploitation, les remarques équipages concernant la technique sont inscrites sur l'ATL Aircraft Tecnical Log. Une réponse obligatoire après traitement de la remarque par les techniciens est nécessaire pour que l'avion puisse être remis en service.

A version		Losson		1		FR 145 010	
6095633	10/05/2009	BIANCO	VIB GTR 1 AT 2,2. N1	7730	OK, TO CONTINUE,	22H00 UTC	10/05/200
6095634	10/05/2009	CAMUS	VIBRATION N1 ENG 12,2. DURING ALL THE CRUIZE	7730	DANS LES TOLERANCES, SELON NT 77- 0012. INSPECTION ENTREE/SORTIE EFFECTUEE. OK AUCUN DEFAUT CONSTATE	FR 145 010 12H15 UTC	11/05/200
The section			COCKPIT DOOR TOO HARD		ATTN CDG. NIL DEFECT AU SOL. PROBBLE	FR 145 010	
6095636	11/05/2009	BOCQUET	TO CLOSE IN FLIGHT	5250/210	DEFORMATION EN VOL	01H45 UTC	12/05/200
6060095	22/05/2009	VACHER	ITEM 1 CDLS MID LOCKER. DIFFICULT TO OPEN AN CLOSE, ITEM 2 FCTL FLAP SYS 2 FAULT. DURING TAXI AFTER LANDING	1000 STA	VERROU MIDDLE REGLE. BFG	FR 145 010	22/05/20
6060099	23/05/2009	BERGERON	COCKPIT DOOR HANDLE NO IN CORRECT, HORIZONTAL POSITION, MIGHT BRING CONFUSION IN EMERGENCY,	25	OPS CHECK PERFORMED. DOOR OPERATS NORMAL	FR 145 010 10H30 UTC	23/05/200
6080100	23/05/2009	BERGERON	VIB ENG 1, N1 AT 2,4 IN CRUIZE	7730	IN LIMITS ENG INLET AND OUT CHECKED FOR DAMAGE, NO FINDING	FR 145 010 23H00 UTC	23/05/200
6056581	23/05/2009	MAURER	VIB N1 GTR1 BETWENN 2,1 AND 2,4 IN CRUIZE	7730	VIBRATION N1 DANS LES TOLERANCES, INSPECTION ENTREE D'AIR ET CAPOTS FAN. RAS	FR 145 010 11H00 UTC	24/05/20
6056587	26/05/2009	воо	ITEM 1 PRIM 1+ PRIM 2 +PRIM 3 AMBER FAULT, SEC 1 + SEC 2, AMBER FAULT, ITEM 2 VIB N1 ENG 1 2,2. FL 390	7730	ITEM 1 AUCUNE INDICATION SUR PAGES F/CTRL, RESET FCDC 1 ET FCDF 2 + ESSAI EN PRESSION COMMANDE DE VOLAVEC DEBATTEMENT. BFG ITEM 2 VIBRATION N1 ENG1 NITHIN TOLERANCE IAW. IN	FR 145 010 19H00 UTC	26/05/20
					ITEM IVIBRATIONS DANS LES	1	
6056588	26/05/2009	MOUILLEBOUCHE	ITEM 1 VIBRATIONS N1 GTR1 2/2 EN CRUIZE 3 EN CLB	7730	TOLERANCES, INSPECTION ENTREE D'AIR/SORTIE RAS	FR 145 010 07H45 UTC	27/05/20
6056589	27/05/2009	ESTEBAN	ITEM 1 ABORDED T/O DUE TO IMPORTANT VIBRATION AT 60 KTS/ NOSE, WHEEL STEARING VIBRATION, ITEM 2 AFTER CHEEK BQ FIRE ASSISTANCE 2 T/O VIBRATION IMPORTANTS FROM 95 KTS TO 110 KTS	3221/710	INSPECTION C/OUT IAW. TSM 32.20,00.810,801,TYRE PR CHK ARE.NLC LH.187 PSI DANS LES TOLERANCES. SUIVANT NT	FR 145 010 22H165 UTC FR 145 010	27/05/20
0050500	2010512000	200	EN AVIDAA	7700			20 105 100
	28/05/2009 30/05/2009		EN 1 VIB 2.2 ITEM 1FOR INFORMATION: VIB N1 ENG 1 = 2.7 DURING CRUIZE FLIGHT. ALL OTHER ENG 1 DATA ARE NORMAL, ITEM 2 GPU EXT A NOT AVAILABLE ON ARRIVAL		177,00,12 ITEM 1 MERCI DE L' INFO DANS LES TOLERANCES. INSPECTION E/S EN1. RAS ITEM 2 INDICATION GPU EXTRA. BFG. LAMP TEST VOYANT OK	11H55 UTC	31/05/200

Liste des remarques sur les ATL du 10 au 30 mai 2009

Commentaires d'experts : Lors des trois semaines précédant l'accident, les remarques portaient en grande majorité sur des vibrations du moteur gauche. Vibrations contenues dans les tolérances acceptables, allant de 2 à 2,7. Aucun défaut ne concernait la chaîne anémométrique.

4.5.2.4 Incidents rencontrés par l'avion depuis sa mise en service

L'avion a subi depuis sa mise en service les évènements suivants. Ces évènements ont nécessité,

133

soit des réparations (pour le premier incident), soit des inspections spéciales de vérification et de recherche de dommages. (Liste ASR Annexe N°19)

- 1. 16/08/2006 au roulage à CDG, l'avion est rentré en collision avec un A321 à l'arrêt
- 2. 23/02/2007 Turbulences fortes en croisière entre Washington et Paris
- 3. 20/03/2007 Turbulences fortes à sévères blessures PNC entre Le Caire et Paris
- 4. 15/05/2007 Alarme overspeed (survitesse) entre Bamako et Paris
- 5. 02/06/2008 Foudroiement entre Bangalore et Paris
- 6. 26/11/2008 Turbulences sévères en croisière entre Luanda et Paris
- 7. 08/03/2009 Dépassement de MMO (Mach Maxi en opérations) entre Conakry et Paris
- 8. Plusieurs cas de collisions aviaires

Commentaires d'experts : Parmi les 79 Air Safety Reports rédigés depuis la mise en service de l'avion, aucun ne concerne la chaîne anémométrique. Un a nécessité une réparation et 6 des inspections spéciales de recherche de dommages pour des cas de turbulences, de foudroiement ou de dépassements des vitesses limites (VMO et MMO).

4.5.3 SITUATION AU 31 MAI 2009

Lors du départ du vol précédent celui de l'accident de Paris à Rio vol AF444, l'avion n'avait aucune tolérance technique non soldée comme l'atteste la signature du CDB (voir case MEL/CDL items acceptance, renseigné par NIL). <u>ATL (Aircraft Technical Log) n°6056599</u>.(503)

Au cours de ce vol, le MCC a communiqué avec l'avion et transmis un message ACARS à 13h40'46" pour signaler le défaut de RMP1.

AGM

AN .F-GZCP

- /FREE TEXT

BJR

ATA 23 RMP 1 TOUCHE VHF 1 INOP

PAS DE RESET EN COCKPIT

POS BREAKERS RMP 1 ET VHF 1 EN CAS DE BESOIN

AA RMP 1 742VU 2RG1 POS F79

BB VHF 1 742VU 2RC1 POS A70

LE PANNEAU 742VU EST SITUE AU PIED DE L'ECHELLE

ACCES SOUTE ELECTRONIQUE

ESCALE DE GIG INFORME PAR TELEX

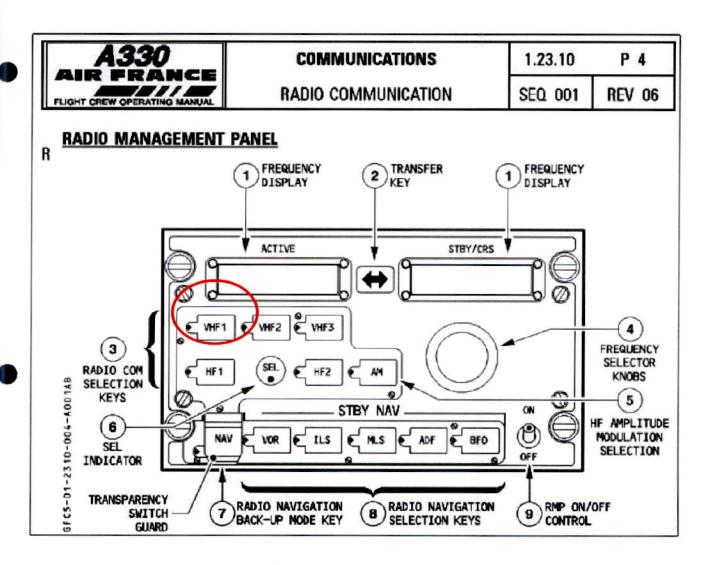
SLST

P.LE GALL MCC340/330



Ce défaut est signalé par le CDB sur le document ATL (Aircraft Technical Log) n°6056599 une panne intermittente (« sometime does not operate » traduction de l'expert « parfois ne fonctionne pas ») de la clef de sélection de la VHF1 (voir cercle rouge sur la figure ci-dessous) sur le RMP1 (côté CDB). A noter que l'utilisation des VHF2 et 3 restait tout à fait possible en cas de panne non intermittente du bouton VHF1.

Le vol AF 444 est arrivé le 31 mai 2009 à son point de stationnement N°9 (selon le message ACARS de 16h56 du vol AF444) et a été pris en charge par les techniciens Carlos Eduardo de SOUZA et Ivan FIGUERIDO, ils ont effectué la visite «transit ETOPS» ESC (ETOPS Service Check) et le traitement de la panne intermittente.



FCOM - Présentation du RMP

Sur le même ATL, le technicien de Rio a traité cette remarque en coordination avec le Centre de Contrôle de la Maintenance MCC d'Air France situé à Roissy. Le MCC a un rôle de suivi en temps réel des avions en exploitation et de suivi des pannes et de leur dépannage à la prochaine escale. Le MCC assiste les équipes en escale dans la procédure de recherche de panne et de solution.

D69(6)

Le technicien de Rio, selon l'inscription de l'ATL, a procédé au croisement du boitier RMP1 avec le RMP3 normalement non utilisé. Le RMP3 a été déclaré Inopérant et une tolérance technique a été proposée : « RMP 3 INOP » item 23-81-01B catégorie C. Une étiquette INOP est à coller sur l'équipement et aucune procédure opérationnelle, ni de maintenance, n'est requise pour ce type de tolérance technique. Cette action permet de voler jusqu'à 10 jours dans cette configuration. (Voir ci-dessous).

	A330 MASTER	М	NII	M EQUIPMENT LIST	01-23	P 11	
1	MASTER MINIMUM EQUIPMENT LIST	CO	IMC	MU	NICATIONS	SEQ 001	REV 15
100	1. SYSTEM AND SEQUENCE NUMBERS	2	_		IFICATION INTERVAL		
			3		UMBER INSTALLED		
	ITEM			4	. NUMBER REQUIRED	And the second of the second	СН
100	I I EIVI				5. REMARKS OR EX	CEPTIONS	
	23-80 INTEGRATED AUTOMATIC TUNING						
	81-01 Radio Management Panel (RMP)						
1	A) RMP	С	3	2	* RMP 2 or RN	/IP 3 may be	inoperative
1	B) RMP Selector Key	С	-	-	* One may be RMP provide	e inoperativ	e on each
1					1) VHF 1 se on RMP		is operative
?					2) HF 1 sel required)	ection key is operative	(If HF 1 is on RMP 1.

Extrait MMEL 23-81-01 B (RMP) Radio Management Panel

Commentaires des experts : Au départ de Rio, l'avion n'avait aucune autre Tolérance Technique en cours.

A l'écoute du CVR, aucune remarque n'est formulée concernant les vibrations du moteur gauche dont les valeurs avaient été signalées sur certains vols précédents.

DGA16/

5 DESCRIPTIF DE L'A330-200

5.1 IDENTIFICATION

Constructeur (Type Certificate Holder): AIRBUS

Type et Modèle A330-203

Motorisation (réacteurs) 2 General Electric CF6-80E1A3

Poussée Maxi continue (SL Static) par moteur 60400 lb

Poussée Maxi décollage 68530 lb

Autorité de certification EASA (DGAC jusqu'au 28 septembre 2003)

Type Certificate Data Sheet EASA.A.004

Date de certification de type 20 novembre 2001

Quantité de carburant utilisable totale 139 090 litres / 111 272 kg

Quantité de carburant dans le trim tank 6 230 litres / 4 984 kg

Version Equipment A330 F-GZCP 219 passagers (40 business, 179 économique)

MTOW Masse Max au décollage 233 tonnes

MZFW Masse Maxi sans fuel 168 tonnes

Manufacturer Serial Number MSN 0660

Immatriculation F-GZCP

Customer fleet serial number 0009

Version et rang AFR03 / 0016

Standard ST7

Date de livraison 15 avril 2005

Numéro de série moteur gauche (#1) 811296

Numéro de série moteur droit (#2) 811297

D6916/

5.2 DESCRIPTIF (A330)

L'avion accidenté était l'avion le plus récent de la flotte A330 Air France, il avait été livré neuf à Air France en avril 2005, il totalisait le 31 mai 2009 : 18 870 Heures de vol et 2644 Vols (Voir cote GTA E.2.3). L'avion était pratiquement neuf, il avait 4 ans. La durée moyenne d'un vol était de 7h10'.

5.2.1 Utilisation comparative de l'avion

Il s'agit dans ce paragraphe de vérifier si l'avion accidenté avait une utilisation particulière par rapport au reste de la flotte A330 d'Air France. Une utilisation particulière peut être la cause d'accident et/ou de désordre vis-à-vis de la navigabilité.

Les deux tableaux suivants affichent l'activité mensuelle des 12 derniers mois de la flotte A330 Air France.

En heures de vol

Matricule	Jun 08	Jul 08	Aou 08	Sep 08	Oct 08	Nov 08	Dec 08	Jan 09	Fev 09	Mar 09	Avr 09	Mai 09	01 Jun 09
F-GZCA	398	430	439	310	348	430	428	421	344	436	433	405	12
F-GZCB	354	401	391	357	408	304	398	415	318	367	380	448	15
F-GZCC	427	370	400	395	438	363	459	431	399	279	416	396	12
F-GZCD	436	453	455	365	435	382	389	387	388	457	351	361	18
F-GZCE	302	354	414	364	399	351	365	336	354	444	412	363	16
F-GZCF	373	482	401	385		325	449	460	391	415	398	402	17
F-GZCG	410	329	396	381	425	400	427	318	373	436	224	429	13
F-GZCH	366	442	416	379	361	66	162	377	400	426	405	377	7
F-GZCI	417	438	271	357	383	324	447	384	362	449	395	401	19
F-GZCJ	430	389	440	380	322	346	274	99	381	453	307	353	4
F-GZCK	414	468	452	399	452	411	447	313		359	410	420	11
F-GZCL	438	415	456	392	429	317	437	264	365	211	69	385	14
F-GZCM	363	445	435	436	363	366	370	333	206	451	366	326	8
F-GZCN	380	489	429	349	423	360	396	434	349	165	382	420	9
F-GZCO	365	398	416	431	413	444	432	445	387	415	387	439	9
F-GZCP	369	266	420	417	399	399	369	447	371	447	345	392	

En nombre de vols

Matricule	Jun 08	Jul 08	Aou 08	Sep 08	Oct 08	Nov 08	Dec 08	Jan 09	Fev 09	Mar 09	Avr 09	Mai 09	01 Jun 09
F-GZCA	54	59	61	41	43	55	54	56	42	54	54	52	2
F-GZCB	56	57	51	51	53	40	52	53	43	45	51	58	2
F-GZCC	57	53	51	52	58	46	60	55	54	36	55	53	2
F-GZCD	54	59	56	50	54	48	48	54	50	55	47	47	2
F-GZCE	43	47	58	52	58	62	48	53	46	54	60	52	2
F-GZCF	49	63	52	53		40	55	55	51	52	52	54	2
F-GZCG	58	48	58	51	59	55	53	43	46	56	30	58	2
F-GZCH	52	55	57	53	48	11	21	47	48	56	53	60	1
F-GZCI	54	57	40	53	51	42	54	49	47	54	54	53	2
F-GZCJ	59	50	58	50	47	45	34	13	49	56	42	46	1
F-GZCK	55	61	61	52	56	52	58	41		46	56	62	2
F-GZCL	59	57	58	54	56	40	54	32	48	26	10	51	2
F-GZCM	50	58	58	56	44	50	53	42	28	58	50	46	1
F-GZCN	53	62	54	49	56	44	52	60	48	22	54	57	1
F-GZCO	48	49	53	54	55	56	60	57	47	48	52	58	1
F-GZCP	52	38	52	55	51	50	46	56	44	58	46	54	

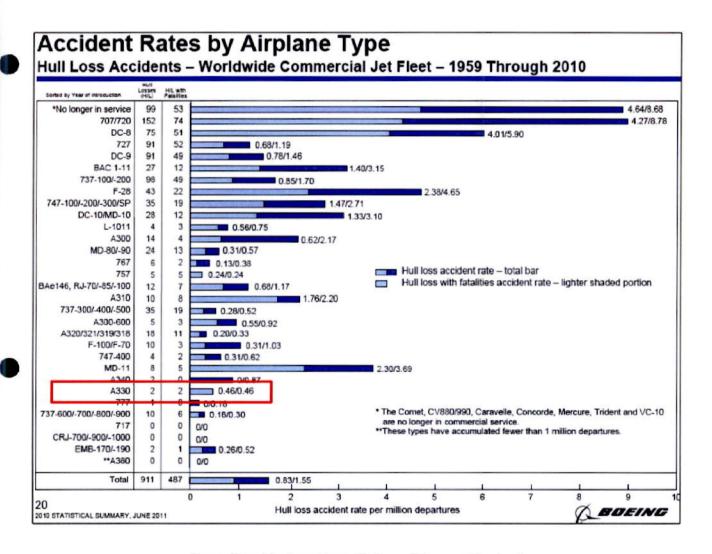


Commentaires d'experts : L'avion accidenté avait une utilisation standard par rapport au reste de la flotte A330 Air France et respectait les standards de taux d'utilisation définis par AIRBUS.

5.2.2 LA FIABILITÉ DES AVIONS MODERNES ET LA SÉCURITÉ

La fiabilité et la sécurité des avions ainsi que du transport aérien dans sa globalité n'ont cessé d'évoluer depuis les années 1950.

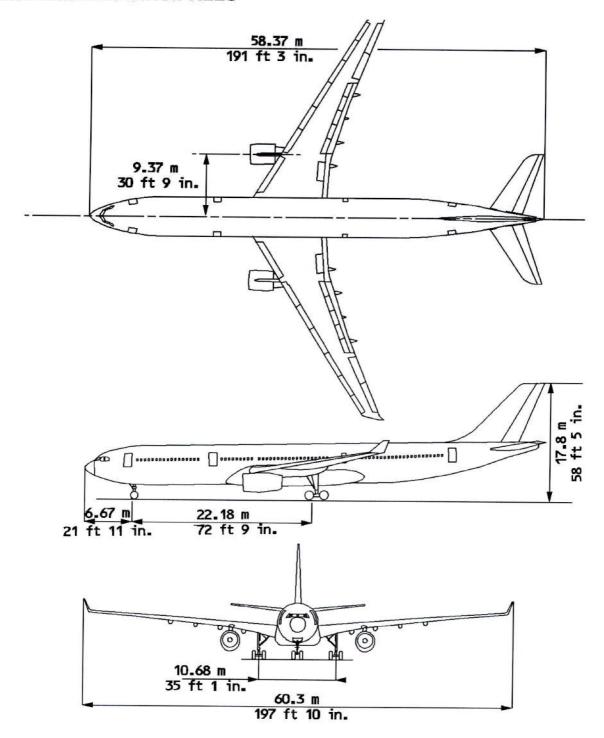
La figure ci-dessous liste les types d'avions par ordre de date de certification de type. Pour l'A330, le taux d'accident (perte totale) est de 0,46 par million de vol.



Taux d'accident par type d'aéronef (source Boeing)



1. DIMENSIONS PRINCIPALES

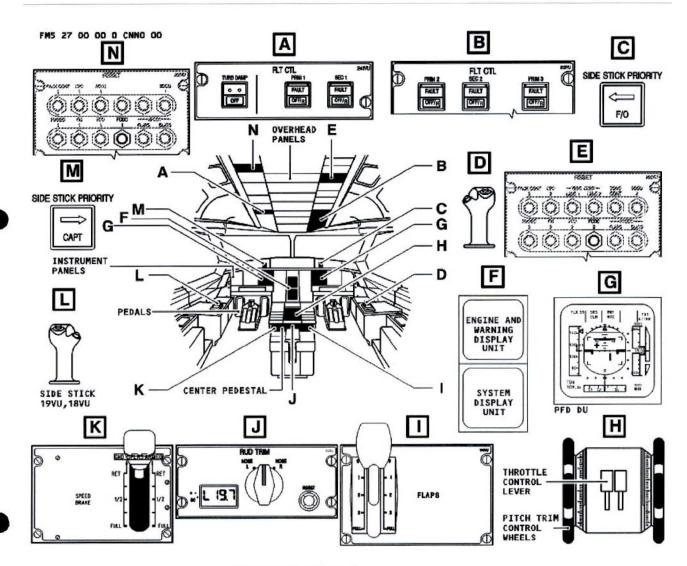


Avion biréacteur long courrier d'une masse totale maximum au décollage (MTOW) de 233 t.

GFC5-01-2020-001-A100AA

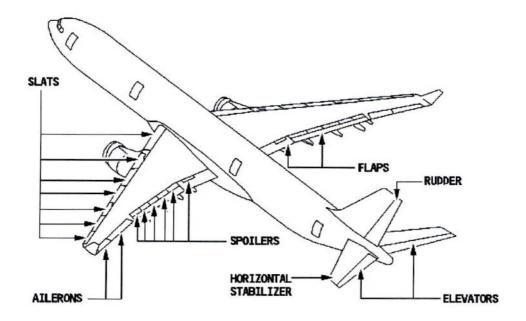
5.3 COMMANDES DE VOL

5.3.1 DESCRIPTIF

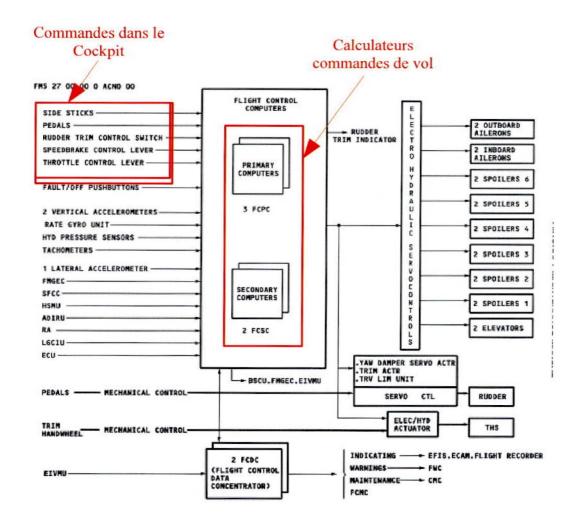


Commandes dans le cockpit





Commandes de vol





5.3.1.1 Principe de base :

Les gouvernes sont toutes commandées électriquement et actionnées hydrauliquement. Néanmoins le Plan Horizontal Réglable (THS : Trimmable Horizontal Stabilizer) et la gouverne de direction (RUDDER) peuvent être commandées mécaniquement.

Les manches sont utilisés pour piloter l'avion en tangage (PITCH) et en roulis (ROLL) et indirectement en lacet (YAW) par la coordination en virage. (Pour réaliser un virage, les gouvernes des trois axes sont utilisées. Sur cet avion, le déplacement de la gouverne de direction est automatique en virage sans action sur les palonniers de la part du pilote)

Les ordres pilote sont pris en compte par les calculateurs qui commandent le braquage des gouvernes, pour obtenir la trajectoire désirée.

5.3.1.2 Commandes dans le cockpit

(Fig Commandes dans le cockpit)

- Deux manches latéraux sont utilisés pour le contrôle manuel en tangage et en roulis (L et D). Les deux manches sont mécaniquement indépendants. Lorsque le manche est relâché, il revient au neutre.
- Deux palonniers liés mécaniquement assurent la commande de la gouverne de direction (RUDDER)
- Sur le pylône se trouvent:La manette des aérofreins (K), deux volants de trim manuel du THS (H), un sélecteur de trim de direction (J)

5.3.1.3 Calculateurs de commandes de vol

Cinq calculateurs de commandes de vol traitent les ordres du pilote et du pilote automatique.

- 3 PRIM (Flight Control Primary Computer) Un seul calculateur peut assurer le contrôle complet de l'avion.
- 2 SEC (Flight Control Secondary Computer) Un seul calculateur peut assurer le contrôle complet de l'avion en loi directe.



5.3.2 Lois de pilotage et protections

5.3.2.1 Loi Normale

La loi normale est une loi de demande de facteur de charge avec trim automatique et protection complète du domaine de vol.

Le manche commande les gouvernes de profondeur et le THS pour maintenir un facteur de charge proportionnel à son débattement, indépendant de la vitesse.

Avec le manche au neutre, ailes horizontales, le système maintient un facteur de charge de 1g en tangage (corrigé de l'assiette), et le pilote n'a pas besoin de "trimmer" lors des changements de vitesse ou de configuration.

Le trim profondeur est automatique, tant en mode manuel qu'avec l'A/P engagé.

En virage (jusqu'à 33° d'inclinaison), il n'y a aucune correction en tangage à apporter lorsque le virage est établi.

La loi normale assure une protection complète du domaine de vol :

- limitation du facteur de charge,
- protection d'assiette (PITCH),
- protection grande Incidence,
- protection haute vitesse.

Note: Il s'agit ici du contrôle longitudinal, il existe une protection du domaine de vol pour le contrôle latéral qui n'est pas développée dans ce paragraphe (Voir description complète dans le FCOM Chapitre Commandes de Vol)

5.3.2.1.1 Limitation du facteur de charge

Le facteur de charge est automatiquement limité à :

- + 2.5 g à -1 g en configuration lisse,
- + 2 g à 0 becs sortis

5.3.2.1.2 Protection d'assiette

L'assiette longitudinale est limitée à :

- 30° à cabrer (progressivement réduite à 25° à basse vitesse),
- 15° à piquer. (limitations indiquées par des symboles verts "=" sur l'échelle de tangage des PFD)

5.3.2.1.3 Protection d'incidence

Quand l'incidence dépasse a PROT (a désigne l'incidence), la commande des gouvernes de

D6216/144

profondeur bascule automatiquement du mode normal à un mode de protection où l'incidence devient proportionnelle au déplacement du manche.

Entre α PROT et α MAX, le manche commande directement l'incidence.

α MAX ne peut pas être dépassée même si le manche est amené en butée à cabrer.

Si le manche est relâché, l'incidence revient et se maintient à α PROT.

Cette protection contre le décrochage et le cisaillement de vent (windshear) est prioritaire sur toutes les autres.

L'A/P se déconnecte à α PROT.

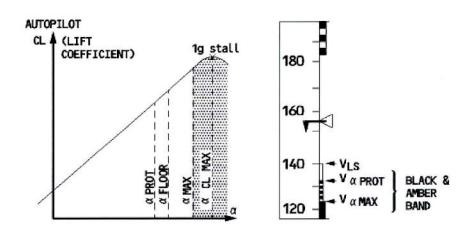
Quand la protection grande incidence est active, le déplacement du THS est limité à la plage définie par:

- sa position au moment de l'entrée en protection et
- 2° à piquer

c'est-à-dire qu'un ordre à cabrer supplémentaire ne peut être appliqué.

Rappel: Cette protection ne s'active qu'en loi normale.

Vitesses Vα PROT et Vα MAX sur le PFD



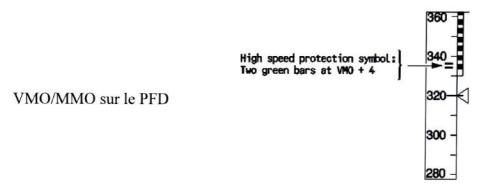
- Les vitesses $V\alpha$ PROT, $V\alpha$ FLOOR, $V\alpha$ MAX varient en fonction de la masse et de la configuration
- Les vitesses Vα PROT et Vα MAX figurent sur le PFD et sont calculées par le PRIM.
- C'est le calculateur PRIM qui déclenche la protection α FLOOR et active l'ATHR (fonction Auto Thrust)

5.3.2.1.4 Protection haute vitesse

Si la vitesse augmente au-dessus de VMO/MMO, l'efficacité du manche à piquer est

D6216/145

progressivement réduite, et un ordre permanent à cabrer est appliqué pour retrouver des conditions de vol normales.



La protection haute vitesse est désactivée quand la vitesse de l'avion décroît en-dessous de VMO/MMO, et que les lois normales de commandes de vol sont récupérées.

5.3.2.2 Lois dégradées

Selon les pannes affectant les commandes de vol, ou leurs systèmes périphériques, il existe 3 niveaux de re-configuration :

- Loi Alternate avec 2 sous-niveaux : ALTERNATE 1 (ALT 1) et ALTERNATE 2 (ALT 2),
- Loi directe,
- Loi mécanique.

Dès lors que la loi ALTERNATE 2 a été activée, le mode est irréversible, même si le défaut a disparu.

Note: La loi ALTERNATE 2 est celle qui a été active après la déconnection du Pilote Automatique lors de l'accident de l'AF447.

5.3.2.2.1 Loi ALTERNATE 1 (ALT 1)

Cette loi est identique à la loi normale excepté pour les protections.

• La « protection » basse vitesse est remplacée par la notion de « stabilité » basse vitesse.

A basse vitesse, un ordre à piquer est introduit en fonction de la vitesse indiquée (IAS) au lieu de l'incidence (AOA), et la loi dégradée est remplacée par la loi directe.

Dans ce cas les conditions de la loi directe sont:

- Le contrôle longitudinal en tangage, c'est à dire une relation directe du manche et de la gouverne de profondeur (le braquage de la profondeur est proportionnel au braquage du manche).
- Il n'y a pas de trim automatique ; le pilote doit l'assurer manuellement. Le message ambre USE MAN PITCH TRIM s'affiche sur le PFD.

Cette protection devient active quelle que soit la configuration des becs et volets; elle est active entre 5kt et 10kt au dessus de la vitesse de décrochage en fonction de la masse avion et de la

DC2161

configuration becs/volets.

Un signal doux et progressif "à piquer" est introduit pour éviter que la vitesse ne tombe en dessous de ces valeurs. Ce signal peut être surpassé par le pilote.

Une compensation en roulis est fournie.

En plus, une alarme sonore (cricket) et une voix synthétique "STALL" retentissent à l'approche du décrochage.

L'échelle de vitesse du PFD est modifiée, et la zone d'activation de l'alarme décrochage est indiquée sur les PFD par un ruban rouge et noir.

V α prot et V α max sont remplacées par Vsw (Stall Warning Speed).

La protection α FLOOR est inopérante.

La « protection » haute vitesse est remplacée par la « stabilité » haute vitesse

Au-dessus de VMO/MMO, un ordre à cabrer intervient pour éviter un accroissement excessif de la vitesse.Le pilote peut surpasser manuellement ce mouvement à cabrer.

Le symbole de protection hautes vitesses (VMO + 4) disparaît. De plus, l'alarme sonore de vitesse excessive (VMO + 4 ou MMO + 0,006) reste disponible.

La protection d'assiette est perdue

5.3.2.2.2 Loi ALTERNATE 2 (ALT 2)

Le contrôle longitudinal (PITCH) est identique à la loi normale basée sur le contrôle du facteur de charge, à une position du manche correspond une demande de facteur de charge.

Le contrôle latéral (ROLL) est identique à la loi directe, à une position du manche correspond une position de gouvernes.

La coordination en virage n'est plus disponible.

Les protections sont identiques à l'ALT 1, sauf :

- perte de la protection d'inclinaison
- en cas de panne de 2 ADR, il n'y a pas de protection basse vitesse,
- en cas de panne des 3 ADR, il n'y a pas de protection haute vitesse.

Commentaire d'experts : La loi ALTERNATE 2 est une loi « hybride » qui combine loi normale de contrôle longitudinal par demande de facteur de charge et loi directe de contrôle latéral par commande directe des gouvernes.

En cas de perte d'au moins deux ADR, la stabilité basse vitesse est perdue, il est surprenant que le trim automatique ne soit pas désactivé au voisinage de a PROT, alors que c'est le cas en loi ALT 1.

Le mode ALT 2 est un mode irréversible jusqu'à la fin du vol qui implique que les protections sont perdues, même lorsque les conditions de la loi normale sont de nouveau réunies.



5.4 INSTRUMENTS DE NAVIGATION

5.4.1 PANNEAUX COCKPIT

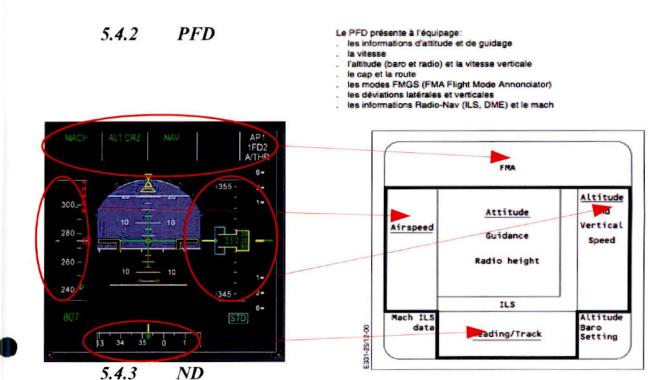


Master Warning Master Warning Master Caution Master Caution ISIS Instruments ND ND Intigrated Stand-By moteurs Navigation Display Navigation Display Instrument System **ECAM** Electronic Centralize Aircraft Monitoring **PFD**

Primary Flight Display

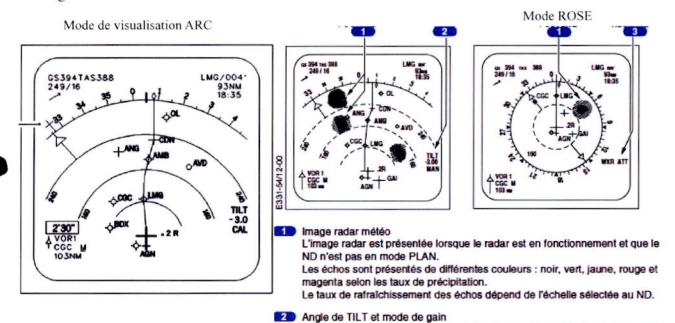
TGI de Paris. N° Instruction : 2369/09/52. N° du Parquet : 0915408221

148



Les informations de navigation sont présentées sous différents modes de visualisations. La visualisation généralement utilisée en croisière est le mode ARC (ci dessous).

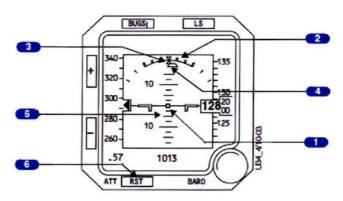
L'image du radar météo est visible sur cet écran.



L'angle de TILT antenne est présenté en degrés et quart de degré sur la partie inférieure droite du ND (bleu). Il correspond à l'angle entre l'horizon et le faisceau du radar.

Lorsque le gain est réglé manuellement :

- MAN apparaît en vert sur les écrans CRT, ou
- MAN GAIN apparaît en blanc sur les écrans LCD. De plus, la mention MAN



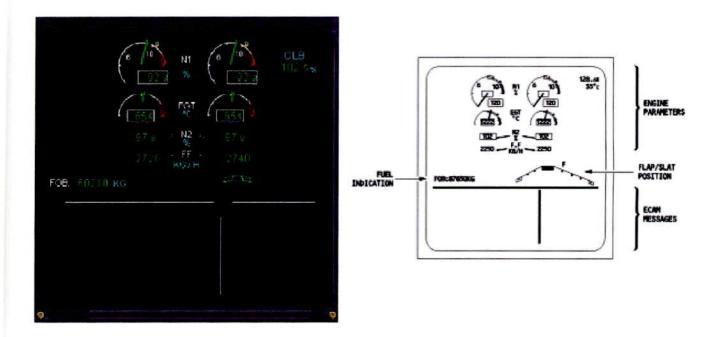
- Maquette avion fixe
 Le symbole fixe de l'avion est en noir, cerclé de jaune.
- Echelle de roulis

 Echelle blanche graduée à 0 10 20 30 45 60 degrés d'inclinaison.
- Index de roulis Symbole noir cerclé de blanc indiquant l'angle d'inclinaison.
- Index de dérapage Index trapèzoïdal se déplaçant en dessous de l'index de roulis. Il indique l'accélération latérale de l'avion.
- Echelle de tangage
 L'échelle de tangage est en blanc. Les graduations sont espacées de
 2.5° entre 30° à cabrer et 30° à piquer. Au delà de 30°, de grandes
 flèches rouges (en forme de V) indiquent une attitude excessive, et le
 sens de la correction pour la réduire. L'échelle de tangage minimum
 affichée se situe entre 17.5° et 15° avec une pente nulle.
- 6 Reset d'attitude
 L'indication d'attitude peut être ré-initialisée en pressant le B/P ATT RST
 pendant 2 secondes. Maintenir l'attitude de l'avion durant la procédure.
 Pendant la durée du reset (environ 10 secondes), le message "ATT 10s"
 est affiché sur l'écran. Le B/P ATT RST est aussi utilisé pour ré-initialiser
 le système si un mouvement excessif de l'avion est détecté pendant la
 phase d'alignement, ou après 350 heures d'alimentation ininterrompue.

5.4.5 EWD

L'E/WD (ENGINE / WARNING DISPLAY) présente sur l'écran ECAM supérieur,

- dans la partie supérieure :
 - . paramètres réacteurs
 - . carburant à bord (FOB : Fuel On Board)
 - . position becs / volets (Slats / Flaps)
- dans la partie inférieure des messages élaborés par le FWC :
 - . messages d'alarme lorsqu'une panne survient
 - . mémo lorsqu'il n'y a pas de panne.



La partie inférieure dédiée aux messages ECAM est divisée en deux parties de plusieurs lignes chacune :

Partie gauche:

- Alarmes primaires ou indépendantes, ou,
- Information Mémo.

Partie droite:

- Titre du système affecté par une alarme primaire ou indépendante, en cas de dépassement de la capacité d'affichage de la partie gauche, ou,
- Pannes secondaires ou,
- Mémo, ou
- Lignes spéciales (ex. : AP OFF, LAND ASAP)

Dès qu'une panne est détectée par le FWC et si elle n'est pas inhibée selon la phase de vol , l'E/WD affiche le titre de la panne et, le cas échéant, les actions à effectuer.

Les lignes d'action sont automatiquement effacées lorsque les actions correspondantes ont été effectuées.

5.5 PHILOSOPHIE DE CONTRÔLE DES SYSTÈMES ET DE GESTION DES PANNES

5.5.1 AUTOMATISMES

Les automatismes sont un outil de gestion de la charge de travail. (TU 02.00.10. 09)(456)

D6216/

La vérification FMA est essentielle pour s'assurer du bon fonctionnement des automatismes, mais la surveillance des paramètres primaires tels que, vitesse, altitude, vario, cap, N1, localizer, glide, etc... est la seule garantie de la trajectoire de l'avion.

Tout écart doit entraîner une action rapide des pilotes, si nécessaire avant même d'analyser les raisons d'un mauvais fonctionnement de l'automatisme.

L'automatisme est, et doit rester une aide.

Lorsque le fonctionnement des automatismes ne correspond pas à l'attente du pilote et si la cause n'est pas immédiatement analysée sans ambiguïté, le ou les systèmes en cause doivent être déconnectés.

Directeur de vol (FD)

- Lorsque l'AP ou les AP sont en fonctionnement, les deux FD doivent être engagés,
- Les deux FD doivent être dans le même état de fonctionnement soit ON, soit OFF.
- Lorsque les FD sont utilisés, compte tenu de la dépendance des modes A/THR aux modes verticaux FD, les ordres FD doivent être suivis.

Commentaire des experts : Les automatismes de guidage fonctionnent en suivant des séquences définies dont le déroulement est présenté sur le FMA (partie supérieure du PFD). S'il y a doute sur le fonctionnement des automatisme les FD doivent être désengagés (mis sur OFF).

Dès lors que les FD (Directeurs de Vol) sont utilisés, les barres de tendance doivent être suivies.



5.5.2 UTILISATION ECAM

La description de l'utilisation de l'ECAM présentée ci-dessous est celle du FCTM édité par AIRBUS.

La documentation AIR FRANCE ne reprend pas de manière aussi simple et concise la répartition des tâches. (TU 03.00.10.06) (504)

ABNORMAL OPERATIONS

TASK SHARING RULES

When the ECAM displays a warning or a caution, the first priority is to ensure that a safe flight path is maintained.

The successful outcome of any ECAM procedure depends on:

- Correct reading and application of the procedure,
- · effective task sharing,
- and conscious monitoring and crosschecking.

It is important to remember that, after ECAM ACTIONS annoucement by the PF:

- . The PF's task is to fly the aircraft, navigate, and communicate.
- The PNF's task is to manage the failure, on PF command.

The PF usually remains the PF for the entire flight, unless the Captain decides to take control. The PF will then control the aircraft's flight path, speed, configuration, and engines. The PF will also manage navigation and communication, and initiate the ECAM actions to be performed by the PNF, and check that the actions are completed correctly.

The PNF has a considerable workload: Managing ECAM actions and assisting the PF on request. The PNF reads the ECAM and checklist, performs ECAM actions on PF command, requests PF confirmation to clear actions, and performs actions required by the PF. The PNF never touches the thrust levers, even if requested by the ECAM.

5.6 GESTION DES MOTEURS

La commande de la poussée est assurée par un FADEC² pour chaque réacteur.

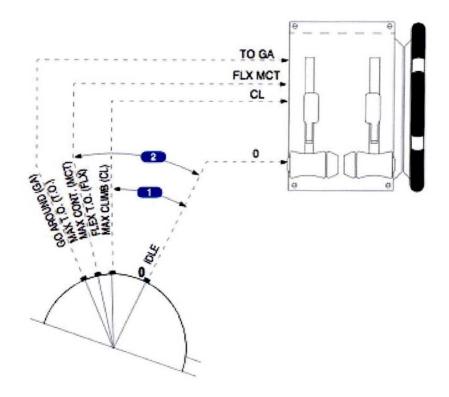
Le pilote utilise les manettes pour ajuster manuellement la poussée, le FMGS³ ajustant la poussée en mode automatique.

La limitation de poussée est déterminée par le FADEC en fonction de la position manette, en mode manuel et en mode automatique.

2FADEC:Full Authority Digital Engine Control (Moteur géré par Commandes Numériques)

3FMGS : Flight Management and Guidance System (Système de Gestion du vol et de Guidage)

D6219 153



- A/THR active avec les deux réacteurs en fonctionnement
- A/THR active avec un réacteur en panne

Les manettes de poussée ne peuvent être déplacées que manuellement.

Elles se déplacent sur un secteur divisé en 3 segments

Il y a 4 positions déterminées par des crans ou des butées.

0: IDLE (Ralenti)

CL: CLIMB (Poussée de Montée)

FLX.MCT : Poussée Maximale Continue (FLX est une poussée utilisée pour le décollage)

TOGA: Poussée Maximale

La position de la manette de poussée est transmise au FADEC qui calcule et affiche la limitation de poussée et le N1 correspondant à cette position (TLA: Thrust Lever Angle)...

Si la manette est placée dans un cran, le FADEC calcule la limitation correspondant à ce cran.

<u>En mode automatique</u> (fonction A/THR active), le FMGC calcule la poussée qui est limitée à la valeur correspondant à la position de la manette de poussée.

<u>En mode manuel</u> : la commande de la poussée des réacteurs est en mode manuel si la fonction A/THR est :

- non armée ou
- armée et non active

Le pilote commande la poussée en déplaçant la manette entre les positions 0 et TOGA ; à chaque position manette correspond un N1.

)6216/ 154

5.7 LES ÉQUIPEMENTS ET SYSTÈMES DE L'AIRBUS A330

5.7.1.1 Logiciels Commandes de Vol et Calculateurs

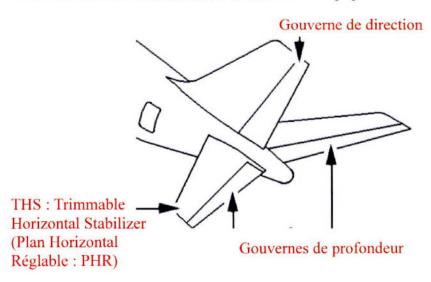
Les références des calculateurs des commandes de vol PRIMARY et SECONDARY (PRIM et SEC) ainsi que le calculateur FMGEC, installés sur le F-GZCP étaient les suivants :

		Système 1	Système 2	Système 3
FCPC	P/N S/N	LA2K1A100DA0000 2K1002472	LA2K1A100DA0000 2K1003294	LA2K1A100DA0000 2K1003310
Logiciel type		allé le 23/07/06	ZICTOODZO T	2111000010
FCSC	P/N	B492AAM0410	B492AAM0410	
10.000.000	S/N M12 d'origine	Q00174001543 e à la livraison avion	Q00174001550	
	P/N	C13039BA01	C13039BA01	
FMGEC	S/N	618	Q00173002335	
Logiciel PDB	P/N G8252A	AA02 installé le 13/11/06		
•		AE01 installé le 13/11/06		
		AD02 installé le 04/09/07		
		748AAB01 installé le 04/09/07		
_oaiciel AM I	P/N G2720A/	AS01 installé le 29/08/08		

5.7.1.2 THS

La commande en profondeur est assurée par deux gouvernes de profondeur et le THS (Trimmable Horizontal Stabilizer).

Le débattement maximal des gouvernes de profondeur est de 30° à cabrer et 15° à piquer. Le débattement maximal du THS est de 14° à cabrer et 2° à piquer.



L'ensemble, qui comprend les gouvernes de profondeur et le Plan horizontal constitue donc une gouverne globale de profondeur.

D6716/155

La loi de pilotage en tangage (Normale ou Alternate) calcule en permanence un braquage de cette gouverne globale « Plan horizontal+ gouvernes de profondeur » pour répondre aux demandes de facteur de charge normal commandées par le pilote via le manche.

Avec le manche au neutre, ailes horizontales, le système maintient un facteur de charge de 1g en tangage (corrigé de l'assiette), le pilote n'a pas besoin de "trimmer" lors des changements de vitesse ou de configuration.

Ce trim de profondeur automatique permet de diminuer les efforts sur la gouverne de profondeur en déplaçant le plan horizontal réglable THS dans le même sens.

En virage (jusqu'à 33° d'inclinaison), il n'y a aucune correction en tangage à apporter lorsque le virage est établi. Alors que sur un avion classique (correspondant à la loi directe), il faudrait appliquer une action sur le manche à cabrer.

Le THS a un déplacement lent d'environ 0,3° par seconde alors que la gouverne de profondeur a une vitesse de débattement très élevée.

Commentaire d'experts : Le trim automatique, qui commande le déplacement du THS, a un déplacement lent (0,3%). Il est commandé par la demande de facteur de charge correspondant au déplacement du manche.

5.7.1.3 Alarme de décrochage

5.7.1.3.1 Description

L'alarme de décrochage est composée d'une alarme auditive sous forme d'une voix synthétique « STALL » et d'une alarme sonore « Cricket » (crécelle).

Cette alarme est activée en loi Alternate et en loi Directe lorsque la protection d'incidence est perdue. L'alarme est activée par une valeur d'incidence.

A haute altitude, en raison de l'apparition de phénomènes de compressibilité (proximité de la vitesse du son) l'équation de sustentation est : Poids = 0,7 SCzPaM² (Pa est la pression statique au niveau de vol.)

A une masse donnée m (n = 1) c'est le produit Pa M² qui entraîne un Cz constant caractérisé par une incidence⁴, donc un point caractéristique de la polaire.

L'incidence maximale est celle obtenue pour le Cz max, c'est à dire la portance maximale. Au delà de cette valeur, la sustentation n'est pas assurée et l'avion décroche.

Afin de se prémunir contre le décrochage, le seuil de l'alarme de décrochage est placé environ 1,5° avant l'incidence maximale.

L'alarme sonore "STALL" peut également retentir à haute altitude, où elle avertit que l'avion approche l'incidence où débutent les vibrations. Pour l'arrêter, le pilote doit relâcher la pression à cabrer exercée sur le manche et diminuer l'inclinaison si nécessaire.

D6216/156

⁴ Incidence :Angle formé par la corde de référence du profil d'une surface et le vecteur vitesse du vent relatif. La Portance d'une aile est en relation directe avec son angle d'incidence

Quand l'alarme de décrochage s'arrête, le pilote peut retirer sur le manche, si nécessaire, pour retourner sur la bonne trajectoire. (TU 03.03.27.02)(457)

5.7.1.3.2 Exigences de certification

25.203 Stall characteristics

The longitudinal control force must be positive up to and throughout the stall.

In addition, it must be possible to promptly prevent stalling and to recover from a stall by normal use of the controls

25.207 (c) Stall Warning

Once initiated, stall warning must continue until the angle of attack is reduced to approximately that at which stall warning began.

Commentaire d'experts : La certitude que l'exigence de certification CS25.203 est respectée n'est pas prouvée en raison de la loi en facteur de charge active lors du décrochage.

L'exigence de certification CS25.207 n'est pas respectée.

5.7.1.4 Equipments optionnels

5.7.1.4.1 Back Up Speed Scale: BUSS

Le système BUSS est un système alternatif d'indication de vitesse et d'altitude qui utilise l'incidence pour présenter une plage de vitesse compatible et l'altitude GPS.

Le principe d'utilisation est simple : « Fly the Green » (Pilotage de l'index de vitesse dans la zone verte)

Il devient actif pour les avions qui en sont équipés après coupure des trois sources de données de pression (ADR).

Le système n'est pas certifié au dessus de 25 000 ft.

Une fois les ADR sur OFF, la coupure est définitive et il n'est pas possible des les utiliser à nouveau, le réarmement n'est possible qu'au sol.

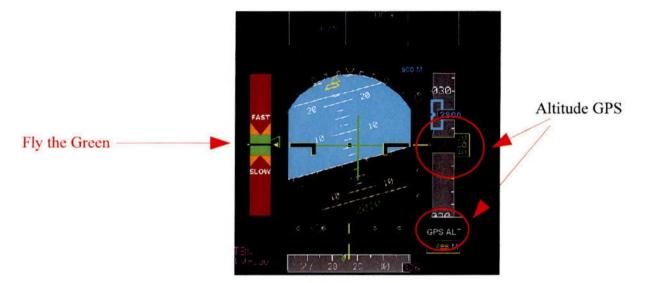
Les experts ont utilisé ce système sur simulateur et ont constaté :

- que le pilotage nécessitait une forte attention,
- que le pilotage devient difficile lors du changement de configuration
- que le système n'est pas adapté à un vol de longue durée

157 Mark

- L'utilisation de ce système nécessite une formation et un entrainement récurrent.

L'A330 F-GZCP n'était pas équipé de ce système.



D6718/

6 LE VOL AF 447

6.1 AVANT LE DÉCOLLAGE

6.1.1 L'ÉQUIPAGE DURANT L'ESCALE

6.1.1.1 Hébergement

6.1.1.1.1 Rappel du cadre réglementaire

La règlementation en vigueur au 31 mai 2009, pour ce qui concerne les règles techniques et procédures administratives communes applicables au transport commercial par avion, est décrite dans le Règlement No 859/2008 de la Commission du 20 août 2008. L'appellation retenue pour ce règlement est EU-OPS.

La réglementation concernant les limitations des temps de vol et de service, ainsi que les exigences en matière de repos sont définis dans la sous partie Q du règlement EU-OPS.

La Compagnie Air France a adopté des dispositions en matière de temps de vol et de service ainsi que les exigences de temps de repos qui sont plus contraignantes pour l'exploitant que les limitations de l'EU-OPS.

Le repos à l'escale de Rio (72h30) était supérieur au minimum de 39h15 heures, cela respecte la réglementation en vigueur et les consignes de la compagnie Air France.

6.1.1.1.2 Conditions d'hébergement et de transport.

<u>Un questionnaire(407)</u> a été adressé aux membres d'équipage Air France ayant séjourné à l'hôtel à Rio en même temps que l'équipage AF447. Ceux-ci ont confirmé l'absence de nuisances et avoir bénéficié d'un repos de qualité. Ils n'ont pas rapporté de désordres (troubles digestifs ou autres).

Le transport de l'hôtel Sofitel à l'aéroport de Rio s'est fait avec un bus de 44 places de la société TRIAUTO et a duré une heure environ.

L'équipage a été réveillé à 16h20 (heure locale) et la navette a quitté l'hôtel à 17h20 loc.

Pas de remarques particulières de la part du chauffeur Mr RODRIGUES.

6.1.1.1.3 Mesures de sûreté

Les mesures de sûreté suivantes ont été appliquées pour l'accès à l'avion et sur l'avion lui-même. Outre l'avion, elles concernent l'équipage et le personnel au sol. (le décodage est développé dans le

D6716/

rapport d'étape N°1 § 10.2). ****************************** * SURETE 5VWPQ ETAPE(S) : SBGL LFPG / FGZCP ****************** --- MESURES DE BASE -----DEP .REFERENTIEL MANUEL SURETE: REVISION 0 EN VIGUEUR DEPUIS LE 27 JUILLET 2007 ET REVISION TEMPORAIRE DATEE DU 09 JUILLET 2008 **************** PERMANENCE SURETE +33 1 41 56 63 00 *************** MESURES DE BASE APPLICABLES : VOIR MANUEL DE SURETE PAGE ANX 05.44.01RT DU 09 JUILLET 2008 ****** Dernière mise a jour le : 07JUL2008 PASTILLAGE MESURE PN A54B Dernière mise a jour le : 08JUN2007 --- MESURES ETAPE -----RIO DE JANEIRO. SBGL / GIG DEP .MESURES PN S89A MESURES PN / PS ESCALE P18 MESURES PS ESCALE A50C SUR AF442/443

A53B SAUF POUR PERSONNEL AF

A68

G73C

P15C

MESURES PS FRET

160 160

F34B

Dernière mise a jour le : 03MAR2009

LES AUTORITES BRESILIENNES REQUIERENT DES FORMULAIRES DE

CONTROLE DE SURETE A SIGNER PAR LE COMMANDANT DE BORD.

MERCI DE VOUS RAPPROCHER DU CHEF D ESCALE DE PERMANENCE

POUR TOUTES PRECISIONS

Dernière mise a jour le : 13JUL2007

6.1.2 LE PERSONNEL D'ESCALE

6.1.2.1 Le Chef d'escale

C'est le Chef d'Escale de permanence qui coordonne les actions à l'arrivée et au départ d'un vol, il est le correspondant qualité pour l'organisation des vols.

Monsieur COSTA était Chef d'Escale de permanence le 31 mai 2009, il a rencontré l'équipage à son arrivée à l'aéroport, il est ensuite intervenu sur l'avion pour coordonner les équipes de nettoyage et suivre l'armement de l'avion. Monsieur COSTA n'a rien remarqué d'anormal.

6.1.2.2 Traitement de l'avion

Le vol AF 444 est arrivé le 31 mai 2009 à son point de stationnement N°9 et a été pris en charge par l'agent AIR France Mr Edouardo de SOUZA, assisté de Mr Ivan FIGUERIDO qui a effectué la visite « transit ETOPS » conformément au manuel de maintenance en ligne (ETOPS SERVICE CHEK).

Une visite transit de l'avion a été réalisée par les techniciens, maintien des conditions ETOPS, traitement d'une panne signalée par l'équipage du vol précédent (panne intermittente du sélecteur radio VHF RMP 1. Coordination avec le MCC et application de la MEL 23-81-01-B Cat C).

6.1.2.3 Prestations équipage

La Société LSG SKYCHEFS a préparé les repas de l'équipage conformément aux demandes d'Air France.

LSG reçoit d'AF les menus, les repas sont préparés par LSG puis placés dans des mallettes scellées dans les locaux de LSG.

Le CDB a un repas à part (avec scellés différenciés), les pilotes et les PNC ont les mêmes repas.

M. FREITAS, chargé des opérations sur le vol AF 447 a été en contact (en portugais) avec la CCP et les responsables des offices classe affaires et classe économique lors de la mise à bord. Il n'a rien

D6219₁₆₁

6.1.3 LA PRÉPARATION DU VOL

6.1.3.1 Rappel du cadre réglementaire

La réglementation concernant les obligations de l'exploitant pour la préparation du vol est définie dans la sous partie D de l'EU-OPS.Le chapitre OPS 1.290 définit les conditions générales.

L'appareil exploité étant un bimoteur et la route Rio-Paris s'éloignant à plus de une heure de vol d'un aérodrome de déroutement, le vol est effectué sous le régime ETOPS.

Pour cela l'avion doit respecter des exigences techniques qui sont validés par l'approbation ETOPS sur l'ATL et par une préparation du vol qui doit prendre en compte l'éloignement des aérodromes de dégagement sur la route.

Les consignes opérationnelles ETOPS sont décrites dans le <u>GEN OPS</u>(408) qui fait partie du Manuel d'Exploitation approuvé par l'Autorité.

La préparation d'un vol ETOPS répond aux objectifs et contraintes suivants :

- recherche d'une route offrant le délestage de carburant minimum,
- couverture des segments de route ETOPS des aérodromes d'appui ETOPS les plus proches de la route pour éviter ou minimiser un transport de carburant dû au carburant critique,
- vérification de leur accessibilité ETOPS et calcul des points équitemps,
- prise en compte du carburant critique,
- optimisation économique et opérationnelle du vol.

Au stade de la préparation des vols, tout point de la route situé en zone ETOPS, doit se trouver à une distance inférieure ou égale à la distance maximale d'éloignement ETOPS d'un aérodrome d'appui ETOPS.



Préparation du vol

- L'exploitant s'assure qu'un plan de vol exploitation est établi pour chaque vol prévu.
- b) Le commandant de bord n'entame pas un vol, s'il n'a pas la certitude que:
 - 1) l'avion est apte au vol;
 - 2) l'avion est exploité conformément à la liste des déviations tolérées (CDL);
 - 3) les instruments et équipements exigés pour la conduite du vol dans les sous-parties K et L sont disponibles;
 - 4) les instruments et équipements fonctionment, sauf exception prévue par la liste minimale d'équipements (LME);
 - 5) les parties du manuel d'exploitation nécessaires à la conduite du vol sont disponibles à bord;
 - les documents, l'information complémentaire et les formulaires qui doivent être disponibles, conformément à l'OPS 1.125 et l'OPS 1.135, sont à bord;
 - 7) les cartes actualisées, les graphiques et la documentation associée ou des données équivalentes sont disponibles pour réaliser le vol prévu, y compris tout déroutement qu'il est raisonnable d'envisager. Cela comprend les tables de conversion nécessaires à la réalisation d'opérations dans lesquelles des hauteurs exprimées en mêtres, des altitudes et des niveaux de vols sont utilisés;
 - les installations et services au sol exigés pour le vol prévu sont disponibles et appropriés;
 - 9) les dispositions spécifiées dans le manuel d'exploitation afférentes aux exigences en matière de carburant, d'huile et d'oxygène, aux altitudes minimales de sécurité, aux minimums opérationnels d'aérodrome et à l'accessibilité d'aérodromes de dégagement, si nécessaire, peuvent être respectées pour le vol prévu;
 - 10) le chargement est correctement réparti et arrimé en toute sécurité;
 - 11) la masse de l'avion au début de la course de roulement au décollage est telle que le vol peut être effectué conformément aux dispositions applicables des sous-parties F à I; et
 - 12) toute limitation opérationnelle s'ajoutant à celles couvertes par les points 9) et 11) peut être respectée.

6.1.3.2 Moyens disponibles à l'escale de RIO

L'équipage technique (PNT) dispose d'un local dédié, au rez de chaussée de l'aérogare, derrière les banques d'enregistrement AIR FRANCE.

Ce local est équipé d'un téléphone avec liaison directe avec les services de préparation des vols centralisée à Roissy, d'un terminal ordinateur d'accès aux données Air France de préparation des vols (Application PRASLIN) et en particulier aux dernières informations et cartes météorologiques aéronautiques (TEMSI, Satellite, Turbulences, Vents..) au travers de l'application EOLE.

Il faut rappeler que la carte satellite est la photo d'une situation instantanée au moment de la préparation du vol. Ce n'est en aucun cas la photo de la situation prévisionnelle au moment du passage dans la zone concernée.

Le FIT (Front Inter Tropical) est une zone vaste identifiable, par contre, la localisation des zones à fort développement vertical ne peut être prévue plusieurs heures à l'avance en raison d'évolutions rapides.

Les équipements de réception de photo n'équipaient pas la flotte A330 à l'époque de l'accident.

D6216/163



Au premier plan, le plan de vol OCTAVE, à gauche un classeur avec les fiches de terrain, le fiches de calcul de limitations, les manuels d'exploitation, imprimante et terminal ordinateur.



Au premier plan le bureau de M. MATTA, agent de préparation des vols et au fond le bureau utilisé par l'équipage. Sur ce bureau sont disponibles, la documentation, un terminal ordinateur, une imprimante et un téléphone.

L'équipage dispose des documents du vol qui ont été réunis par l'agent d'opérations Air France, Mr Fabio MATTA.

Les cartes météo TEMSI, et VENTS conformément aux dispositions du GENOPS, sont fournies à l'équipage.

La carte SATELLITE correspondant à l'heure de préparation du vol, non règlementairement requise, est toutefois habituellement fournie, mais Mr MATTA, que les experts ont entendu, n'a pu confirmer la remise de carte à l'équipage.

Celle-ci est disponible néanmoins via l'application EOLE à l'aide des terminaux informatiques situés dans le bureau dédié à la préparation des vols.

6.1.3.3 Préparation des Vols Centralisée.

La préparation du vol est centralisée au sein du CCO d'AIR France à Roissy pour l'ensemble des vols de la Compagne AIR FRANCE.

M. MATTA, agent de préparation des vols à Rio, se contente de transmettre les documents qu'il a reçus de la Préparation des Vols Centralisée à Roissy et les imprime pour l'équipage.

Pour le vol AF447, c'est l'agent de préparation des vols, Mr PREGRE, qui a débuté l'élaboration du dossier de vol à H-5h en s'appuyant sur l'outil informatique MISTRAL.

Avec l'ensemble des données d'exploitation (type et immatriculation avion, charge prévue, informations météo, NOTAM.....) un dossier de vol est élaboré à l'aide de l'outil informatique OCTAVE. (les informations OCTAVE sont détaillées dans le rapport d'étape N°1 § 17.11)

62 164

Ceci permet de déposer à H-3h le plan de vol auprès des services de la circulation aérienne.

Ce plan de vol reprend la route prévue, l'horaire prévu à différents points de passage, en particulier les limites des espaces aériens, l'autonomie, les aérodromes de dégagement, les points d'appui ETOPS. Le Plan de Vol est inclus dans le dossier de vol (GTA Cote C-VOL-11).

* PLAN DE VOL ATC

LFPGYEYX SBGLYOYX SBGLAFRK

(FPL-AFR447-IS

-A332/H-SPRIJWYG/SD

-SBGL2200

-N0481F350 DCT AWAKE UZ10 FLIRT/M082F350 UZ10 NTL UN873

INTOL/M082F350 UN873 SALPU/M082F370 UN873 ORARO/M082F370 UN873

ISOKA/N0471F370 UN873 LIMAL/N0466F390 UN873 SAMAR/N0468F380 UN873

BAROK/N0465F400 DCT PORTA UN873 MOKOR UN741 NTS/N0484F280 UN741

KEPER UT182 ROMLO/N0483F270 DCT

-LFPG1034 LFPO

-EET/SBBS0028 SBRE0050 SBAO0302 GOOO0349 GVSC0512 GCCC0606 LIMAL0643

GMMM0731 LPPC0816 LECM0851 LFRR0930 LFFF1004 RIF/ZMR UN976 DGO

UL176 SSN UP181 ENSAC SOLSO DIRAX LFBD REG/FGZCP SEL/CPHO DAT/SV

DOF/090531)

Ensuite le vol est pris en charge par le dispatcher, Mr Thierry JAUTEE dont la mission est de suivre le vol et d'être l'interface avec l'équipage pour la transmission de données utiles actualisées.

Le dispatcher rend le dossier de vol OCTAVE disponible à l'équipage à H-1h45.

Mr JAUTEE a pris son service à 22h (17h00 loc RIO) et c'est Mr Fabio MATTA qui a procédé à l'impression du dossier à l'escale de RIO pour le remettre à l'équipage vers 17h15.

6.1.3.4 Clôture du dossier de vol

L'équipage procède à l'examen et l'analyse du dossier de vol conformément aux dispositions décrites dans le GEN-OPS 02 02 02 01 page1 :

D6219/165

L'étude du dossier de vol permet à tous les PNT en fonction de prendre connaissance des informations pour la réalisation de l'étape. Ils doivent éventuellement l'amender et/ou le compléter si les particularités du jour l'exigent.

Le schéma de travail suivant doit être appliqué à chaque étape :

- Analyse: Prise en compte et confrontation des informations opérationnelles. Elles doivent être recoupées en fonction des particularités du vol. ex: départ en tolérance, limitations sur les aérodromes sélectionnés au plan de vol, choix du niveau de vol (turbulences, vents), aléas (évitement CB, givrage), etc.
- Bilan: Statuer sur la faisabilité de l'étape et l'ensemble des solutions possibles, déterminer les limitations, extraire les informations essentielles pour pouvoir les utiliser rapidement. Acquérir une bonne conscience des particularités et/ou des risques.
- Décision: Après concertation en équipage, la décision appartient au CDB. Elle est actée par le choix du carburant qui valide le plan de vol exploitation (OCTAVE) et ATC.

La décision de la route et de l'emport du carburant relèvent de la décision du Commandant de Bord en concertation avec l'équipage technique.

La signature de l'exemplaire OCAVE PPV par le Commandant de Bord clôture l'étude du dossier de vol par le PNT.



	1 .			7, 100 1 100 1 700	94, 1	
PTIAN	DE VOL - O	**************************************	*//++//*	*********	*******	*******
1	*********	*****	******		PLAIRE P	*******
Mark all the						ti.
A LAND OF THE PARTY OF THE PART	CHO MAXI 38	r6 - M.82 -	ETOPS 120	- ETP 1-C-	P NAT-SI	D/
	447.471 676	10mg mm	22 42 22	20/200 00		
	41/31 616	/CDG ETD		0.M82	:5480 PL	AN: 0101
	CARBUR	BEED SOTE		K 1.349	PREVU	LIMIT
THE LINES COX			34 5014	M.B.CORR.		D21121
DEG OR				CHARGE	038590	
建筑 数据 原 距	000360			ZFW		170000
NERE PI	002200	00.	30			109330
HEARTEU :	000000 P	00.	00	TTL CARB	233000	
CR CAR	000000	00.	00	DELEST	063950	
ROULAGE	000500	00.		LAW	169050	182000
E I THE CAL	068910	بيندر			Description	
BILAN	ARBU -019		1			
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		LEUR TO	زا			
SALPU/E		'/				
LIMAL/E		1				
SAMAR/E	L380					
BAROK/E	1400					
ints /						
RNAV V	A NATAL/AMI	LCAR CABRAL	1			
	É CANARIE/E	PORTUGAL	~			
	ETOP5					
The state of	G. PCX . AW	AKE.UZ10.NT	L.UNB/3.B	AROKPORTA	.UN873.M	OKOR.
A BURETA	PER.UT182.					
图图 	M: 5014	DIST AIR: 4	914	VENT: POO9	ROU	TE: 000
all the last of th						
ALL THE TELL THE	1		1.			
The horas	PART ALL DECO	LLAGE : GIG	919			
PE-In	BELL WO DECC	TIMES : GIG	. 4.5. 7		1	
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		++++11/1++++				
	1	///				
		11 :				
ATSA	CDB Z	4				
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	++++++++					

Le CdB a signé pour un emport de carburant de 70,9 tonnes, soit 2,0 tonnes de plus que le carburant nécessaire réglementaire.

Ce carburant supplémentaire a été embarqué pour faire face aux aléas du vol.

N'ayant pas d'attente prévisible à destination, n'ayant pas de restriction sur l'attribution de la route choisie, le carburant supplémentaire était destiné au changement éventuel de niveau de vol et au rallongement de route dû aux évitements de masses nuageuses.

Néanmoins, si le CdB a bien signé pour un carburant embarqué de 70,9 T, il n'a pas actualisé correctement la colonne « REEL » pour ce qui concerne le délestage, en effet celui-ci doit être corrigé du coefficient de transport K=1,349. La valeur actualisée du délestage était : 64,650 T

A 21h16 l'équipage a reçu un message via ACARS, signé par M. MATTA, pour confirmer que la charge transportée définitive était de 36,5T, alors que la charge prévue lors de la préparation par l'agent Etude des Vols était de 38,590T.

21.16.23 CMD
AN .F-GZCP
- QUGIGKLAF"7IGKLAF

167

```
BJR DE RIOCHARGE DEFINITIVE: 36t5
MCI ENVOYER TTL CARBU A CDG (CLD)
SLTS
FABIO
```

Le carburant demandé par l'équipage à été confirmé et l'équipage a reçu via ACARS les éléments définitifs de décollage à 21h26 :

La masse maximale au décollage en fonction des conditions du jour est de 233,8T, la masse réelle est de 232,848T avec un carburant définitif au décollage de 70,4T soit 70,9T au bloc (début du roulage) conformément à la demande de l'équipage.

```
21.26.43 M1E
        AN F-GZCP/MA 109A
        - QUORYOAAFT7T/O PARAMETERS
        MESSAGE NO 01
31/05/2009 ALDA *** REDUCED THRUST
        FGZCP A330-203 A3 SBGL RIO DE JANEIRO/INTL
              * QFU 33
        ZSEUIL + 12FT TORA 3180M ASDA 3240M TODA 4179M SLOPE +0.04%
        ZAC 1500 FT *** VOIR PARTIE FICHE DE PROCEDURE DANS LE MANUEL
        DE LIGNE ***
        ******************
        AF0447
        31/05/2009
       FLAPS 2 WIND 00 QNH 1008 TEMP +28 DRY RWY AC ON APU A/I OFF
       * RED THRUST TEMP: 34 C (THREE FOUR) * ZAC: 1500 FT
          VI 148 (ONE FOUR EIGHT)
          VR 158 (ONE FIVE EIGHT)
          V2 165 (ONE SIX FIVE) 0=247
        * N1 FLEX 109.00%
       REDUCED THRUST LIMITATIONS AT 34 C 233.8 3=1 FULL THRUST DAY LIMITATIONS : 241.8 3=1
                                                 150 159 166294D
```

Commentaire d'experts: La préparation du vol est conforme aux dispositions réglementaires. Les moyens mis en œuvre à l'escale de RIO sont satisfaisants. La programmation du vol est cohérente avec le domaine opérationnel de performances de l'avion défini par le constructeur.

Le carburant embarqué était supérieur au minimum réglementaire défini sur le plan de vol d'exploitation.



6.2 LE VOL DÉCOUPÉ EN SÉQUENCES

Rappel:

- Le Pilote en Fonction (PF) est le pilote, qui, pour l'étape considérée, est en charge du pilotage et de la trajectoire.
- Le Pilote Non en Fonction (PNF) est le Pilote, qui, pour l'étape considérée, est en charge des communications, des interventions techniques et du traitement des éventuelles pannes.
- Le Commandant de Bord a une qualification de type pour piloter un avion (dans le cas de l'AF 447 c'est la qualification A330). Celle-ci est liée à une licence détenue par le pilote (Dans le cas de l'AF 447, licence ATPL : Airline Transport Pilot license). Le Commandant de Bord a suivi un stage au sein de la compagnie aérienne pour assurer la fonction de commandement et assumer les responsabilités liées à la fonction.
- L'Officier Pilote a la même qualification de type que le Commandant de Bord et est titulaire de la même licence. Par contre il est sous l'autorité du Commandant de Bord.

Dans le développement des séquences suivantes, il est possible de voir le Commandant de Bord être PNF tout en assumant la fonction et la responsabilité de commandement.

6.2.1 DU DÉCOLLAGE AU FL 350

A 21h22.21 le <u>message de chargement final(441)</u> est reçu à bord de l'AF447 sur l'imprimante ACARS :

La masse au décollage est de 232,838 tonnes et le carburant de 70,400 tonnes.

A 22h01.25 Le message de changement de dernière minute est reçu :

```
M1E
AN .F-GZCP/MA 191A
- QUGIGKMAFT71MC
LMC EDN01 / ECD EDN01 1901
AF447/31 31MAY09
GIG CDG

LMC -- / TOW -91 KG / MACTOW +0.0

TTL PAX 216 / -1
PAX 0/-1
TTL HLD 18732 / 0
HLD
ZFW 162357 / -91 KG (ONE SIX TWO THREE FIVE SEVEN)
MACZFW 21.9 / +0.0 (TWO ONE DECIMAL NINE)
TOW 232757 / -91 KG (TWO THREE TWO SEVEN FIVE SEVEN)
MACTOW 23.3 / +0.0 (TWO THREE DECIMAL THREE)
END
31FF
```

Ce dernier confirme la présence à bord de 216 passagers et d'une masse au décollage de 232,757

169

tonnes.

L'avion quitte l'aire de stationnement à 22h03.58 et décolle à 22h29.17.

A 22h33.26 l'OPL Pierre BONIN engage le pilote automatique (AP2)

A **22h46.05** un message « STATUS » est envoyé automatiquement par ACARS à la maintenance Air France à Roissy, ce message n'est pas visible par l'équipage,il signale un défaut sur les toilettes.

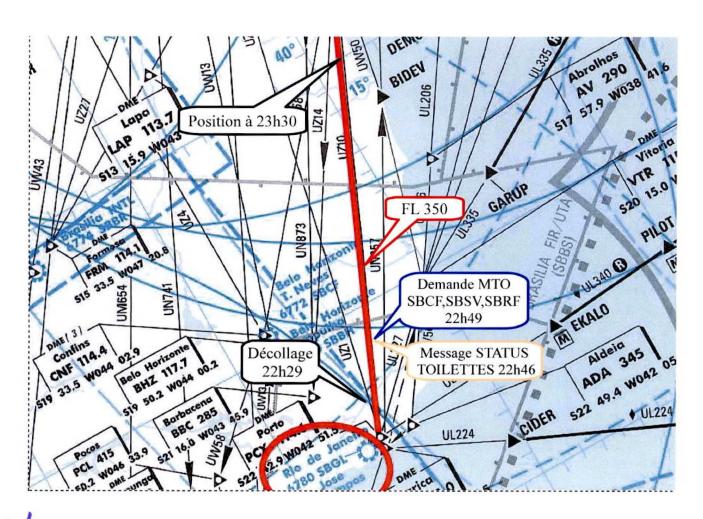
Ce message est suivi à 22h47.04 d'un message « FAULT », également invisible de l'équipage, qui signale une inadéquation entre la configuration des toilettes de l'avion et le Vacuum System Controler (Système d'évacuation d'eau). Ce défaut est sans conséquence, il se limite à problème de « chasse d'eau ».

A **22h49**, l'équipage demande via ACARS les informations météorologiques aéronautiques des aérodromes de Belo Horizonte (SBCF), de San Salvador (SBSV) et de Recife (SBRF) qui sont les aérodromes sur la route.

A **22h55** l'AF 447 contacte le contrôle régional de Brasilia et celui-ci l'autorise à monter au niveau 350.

Le niveau 350 est atteint à 23h00.43

Cette première partie du vol est calme sans turbulences notoires.





Commentaire d'experts : La route suivie est conforme au plan de vol et se déroule conformément aux prévisions.

Un défaut de toilettes, sans conséquence, est transmis automatiquement au centre de maintenance d'Air France.

Le vol est sans turbulences notoires.

6.2.2 EN CROISIÈRE JUSQU'AU POINT INTOL

6.2.2.1 Avant début d'enregistrement CVR

A 23h18 le vol AF 447 quitte le centre de contrôle de Brasilia et entre en contact avec le centre de contrôle de Recife.

L'échelle du radar de l'OPL est sélectionnée sur 320 nm, l'échelle du radar du CdB est sélectionnée sur 160 nm.

L'analyse du FDR montre que le vol est calme sans turbulence.

6.2.2.2 Après début d'enregistrement CVR (00h09.14)

Du début de l'enregistrement CVR à 00h09.14 jusqu'à 00h24.03, seuls quelques messages radio émis par le contrôle de Recife à l'adresse d'autres appareils sont entendus, quelques bruissements de papier sont perceptibles.

A 00h24.03 Une conversation est engagée sur le repas : CdB : « Il sont encore au fromage, on pouvait attendre longtemps nos cassolettes, », OPL : « Effectivement, je pense qu'on commencerait à avoir faim ».

A **00h26.20** un PNC féminin pénètre dans le poste de pilotage : « *Tout va bien ? Pas de café, pas de thé ?*», elle quitte à 00h26.39.

A **00h27.22** Le CdB propose à l'OPL d'écouter sur un appareil électronique de la musique d'opéra : « pour mettre plus de volume, tu mets là....ou moins ici.. », l'OPL rend le casque et l'appareil à 00h30.00.

le Pilote en Fonction (PF) est Pierre BONIN, c'est lui qui assure la trajectoire (pilotage et navigation), le Pilote Non en Fonction (PNF) est Marc DUBOIS (Commandant de Bord), il assure la fonction radiocommunication.

A 00h31.17, le Dispatch d'Air France adresse un message de situation météorologique concernant la

DG216 171

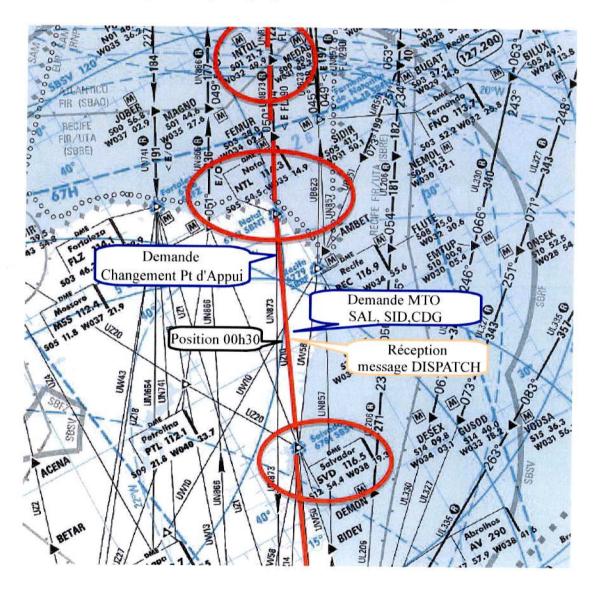
zone océanique via ACARS:

```
00.31.17 AGM
AN .F-GZCP
- /DISPATCH MSG
BONJOUR
AF447
METEO EN ROUTE SAILOR:
- PHOTO SAT 0000Z: CONVECTION ZCIT SALPU/TASIL
- PREVI CAT: NIL
SUIS
DISPATCH/TH.JAUTEE
```

Ce message fait référence au système SAILOR qui est une application qui fournit des informations météorologiques, dont les informations de turbulence.

Celui-ci précise un système convectif, c'est à dire des nuages à développement vertical, dans la zone de convergence intertropicale (FIT) entre les points SALPU et TASIL.

D'autre part, il précise également qu'il n'y a pas de turbulence en air clair.



Ce type de message fait partie des actions qui doivent être menées dans le cas d'un vol traversant

172

une zone ETOPS.

A **00h32.25** le contrôle de Recife s'adresse à un vol d'Air France : « Air France 459, 350 squawk ident, on radar control »

Le CdB répond aussitôt : « Squawk ident Air France 44 », alors que le message ne lui est pas adressé, mais adressé à l'Air France 459.

L'OPL lui fait remarquer sous forme interrogative : « C'était pour nous ? »

Il s'en suit un échange entre le contrôle de Recife, l'Air France 459 et l'Air France 447 et à **00h35.55** le contrôle de Recife demande à l'Air France 447 : « Air France 447 call this frequency 128,7 and secondary 134,8 ».

Le CdB collationne et dit à l'OPL : « C'est qui ça ? »

Après avoir contacté sur la fréquence demandée 128,7, le contrôle de Recife donne les instructions suivantes : « Air France 447 good evening, you are radar control, maintain flight level 350, overhead INTOL intersection, call Atlantico HF 6535 and secondary 5565 »

Le CdB collationne: « 6535, 5565 HF frequency, Air France 447 »

Puis s'adressant à l'OPL : « C'est où là ? Quel point ?, overhead quel point il a dit ? », « je ne sais pas, j'ai pas compris ça » dit l'OPL, « Ça doit pas être bien grave » lui répond le CdB.

Ensuite à **00h40.30** l'OPL enchaîne sur un discussion relative à la température extérieure , au carburant disponible à l'arrivée, il échange avec le CdB sur le carburant souhaitable en cas de remise de gaz et de traitement de panne à destination.

A 00h44.46 Le CdB annonce : « On voit NATAL devant, on a pas été emmerdé par les cunimbs »

A **00h54.21** l'OPL s'inquiète du message à adresser au Dispatch avant de pénétrer en zone ETOPS, puis de la rédaction de celui-ci pour demander un changement de point d'appui en raison de la fermeture de l'aérodrome de SAL (Cap Vert).

Ceci fait l'objet d'une demande via ACARS à **00h57.47** auprès du Dispatch d'Air France pour les informations d'accès (NOTAM) des aérodromes de déroutement (points d'appui)

```
U0.57.47 ABO

FI AF0447/AN F-GZCP

DT QXT AOWZ 010057 M28A

- VER/046/A340/M

SCH/AF0447/SBGL/LFPG/31MAY/2200

FTX/ADDRESS/DISPATCH

SID FERME A 4H30

REQUEST CHANGE POINT

APPUL ETOPS

OU NOTAM
```

L'équipage a noté, lors de la préparation du vol, que l'aérodrome de SAL (Cap Vert) était fermé à un moment où il était retenu pour être éventuellement utilisé comme aérodrome de déroutement.

Dans ce message, l'équipage demande au Dispatch de faire le nécessaire pour changer de point d'appui, c'est à dire de retenir un autre aérodrome de déroutement.

La fin du message consiste en la demande de NOTAM actualisée, c'est à dire des dernières informations concernant les aérodromes, car ces informations ne sont pas directement accessible de l'avion.

A 00h58.38, Alors qu'il vient de demander à l'OPL s'il voulait dormir 20mn car « ça va être long

D6719/

pour toi », « Pour l'instant j'ai pas envie » lui répond il. Le CdB lui demande alors : « Où ils se font les contact par HF d'après toi, à INTOL, ça devrait arriver, ça serait pas mal, ou FEMUR, on va les contacter à FEMUR en HF », l'OPL précise : « Ah non, la FIR, c'est INTOL » (la FIR est la limite de la zone et c'est effectivement le point de contact par HF).

A 01h03.54 Un PNC féminin appelle de pilotage pour rapporter qu'il fait froid à l'arrière de la cabine.

A 01h04.19 Une personne pénètre dans le poste pilotage (sans doute GP accompagnant un membre de l'équipage), à une question sur le sommeil, le CdB répond : « Cette nuit, j'ai pas assez dormi, une heure, c'était pas assez tout à l'heure ».

La réponse du Dispatch précise que l'aérodrome a un accès restreint aux aéronefs en « emergency », il peut donc être retenu puisqu'en cas de déroutement, l'avion pourra être considéré en emergency.

Emergency doit être traduit dans ce cas par : en urgence

```
01.02.30 AGM

AN F-GZCP
- /DISPATCH MSG
BSR
RWY WILL BE OPEN ONLY FOR EMERGENCY FLIGHTS
SI VOUS N AVEZ PLUS QU UN MOTEUR VOUS SEREZ EN EMERGENCY
A+
```

A **01h04.58** bruit de papier détaché de l'imprimante et s'en suit une discussion sur le contenu du message du Dispatch et de l'interprétation des raisons de la fermeture de l'aéroport de SAL

A **01h06.24** suit une conversation à trois sur les conditions de l'embarquement. Puis à **01h09.56** l'OPL se préoccupe de l'envoi des informations météo dont dispose l'équipage au Dispatch et s'accorde avec le CdB pour ne pas demander de changement de point d'appui dans ce message.

Il y a ensuite une discussion sur la particularité des indicatifs des aérodromes de SAL et SAN SALVADOR.

L'équipage poursuit ses obligations avant d'entrer dans la zone ETOPS en s'informant sur les conditions météorologiques des aérodromes susceptibles d'être utilisés pour un déroutement.

La demande d'informations météorologiques TAF et METAR est faite à 01h13.56 :

Les aérodromes concernés sont : NATAL, DAKAR, NOUAKCHOTT.

Les conditions météorologiques de l'aérodrome de SAL avaient été demandées à 00h33.58.

A 01h14.24 Le CdB contacte le contrôle de Recife à la position FEMUR : « Air France 447, we check FEMUR at 0113 level 350, we contact Atlantico with HF? »

Le contrôle lui précise : « Negative, after INTOL, change the frequency for Atlantico 6649 »

A **01h17.45** L'OPL recentre la conversation sur le contact avec le Dispatch et note les informations météo reçues pour la traversée de la zone ETOPS.

L'échange avec le Dispatch est clos par le message de confirmation adressé à l'avion à **01h19.47**



01.19.47 AGM
AN .F-GZCP
- /DISPATCH MSG
BSR
PAS DE NOUVEAU NOTAM TAF IDEM
BONNE CONTINUATION
TH.JAUTEE

A 01h23.51 les météo récentes sont reçues par ACARS.

A 01h31.35, le contrôle de Recife appelle pour le transfert avec le contrôle d'ATLANTICO en HF.

Développement :

L'enregistrement des conversations dans le poste de pilotage permet de percevoir l'ambiance qui y règne.

Pendant les 23 premières minutes d'enregistrement, le silence domine au sein de l'équipage avec les communications radio du contrôle de Recife en arrière plan, l'attention est relâchée au point d'écouter de la musique.

La réflexion à 00h24.03 sur le déroulement du repas en cabine révèle que le service est sur le point de se terminer.

Lorsqu'à 01h32.25, le contrôle de Recife se manifeste, le CdB a quelques difficultés de compréhension. Le même phénomène va se reproduire à 01h58.38 et à 01h14.24.

Le CdB exprime clairement qu'il est las, que son repos n'a pas été de bonne qualité et a été insuffisant avant le départ. (01h04.19).

La charge de travail est faible, les tâches de préparation de la traversée de la zone ETOPS sont réalisées avec une certaine routine sans la volonté d'aller au bout du raisonnement pour ce qui concerne le changement de point d'appui.

Commentaire d'experts : A cette heure de la nuit, alors que la charge de travail est faible et que la fatigue se fait sentir, l'équipage remplit les obligations de la préparation de la traversée de la zone ETOPS sans dynamisme.

6.2.3 EN CROISIÈRE DU POINT INTOL À L'ARRIVÉE DE L'OPL DE RENFORT

Description factuelle:

Peu avant le passage du point INTOL, le transfert de communications entre le contrôle de Recife et celui d'ATLANTICO est effectué.

Le pilote automatique n°2 est engagé, avec l'auto-manette (ATHR) et la vitesse est « managée » par le FMS (Flight Management System), le niveau de vol est le 350.

D6216/175

Le point INTOL est passé à **01h33.06** et le CdB se préoccupe de la liaison CPDLC : « On est logué , au fait ? »

La communication CPDLC (Controller-Pilot DataLink- Communication) est un moyen de communication par liaison de données entre le Pilote et le Contrôleur, ceci permet, entre autre, une communication automatique du report de position.

La demande est faite à **01h33.54** d'après le relevé des messages ACARS et la réponse est négative (FAK4 signale le rejet)

AFD

FI AF0447/AN F-GZCP

01.33.54 DT QXT AOW2 010133 J25A

- AFN/FMHAFR447,.F-GZCP,013347/FPOS01144W032461,1/FCOADS,01/FCOATC, 012D54

AFU

01.33.55 AN F-GZCP/MA 315A

- /DKRCAYA.AFN/FMHAFR447,.F-GZCP/FAK4,GOOOC89D

Le PF précise simplement « *Notification Failed....Ça n'a pas marché, comme d'habitude* » (01h34.01), le CdB (PNF) acquiesce sans commentaire.

A 02h35.32, l'OPL (PF) précise : « j'ai vérifié, c'est le bon code »

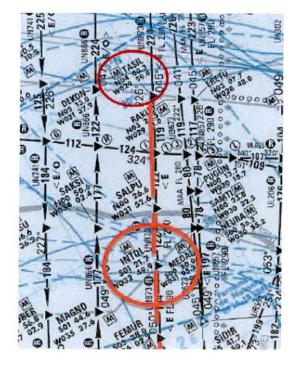
Une deuxième tentative de LOGON (action de connexion au système) est réalisée à **01h35.38** et la réponse négative est reçue à **01h35.59**.

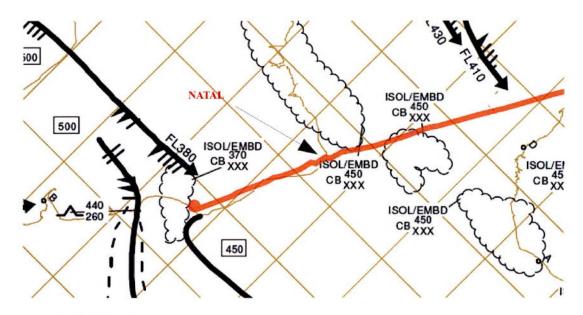
A **01h35.48**, c'est l'OPL qui est PF qui s'inquiète des masses nuageuses présentes au radar: « *On a un truc droit devant* »

Celles ci correspondent à des cellules orageuses liées à la zone de Convergence Inter Tropicale, il positionne <u>l'échelle du radar météo sur 160nm</u>.(435)

Cette échelle (Range TU 02.02.34.14)(436) permet l'anticipation.

D6216/176





La réponse du CdB "Oui j'ai vu ça" (01h35.51) n'engage pas à l'analyse.

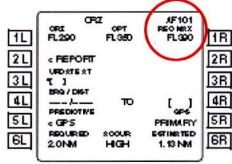
A **01h36.45**, le CdB (PNF) fait remarquer « *On est standard plus 12* » pour signifier que la masse d'air est chaude par rapport à l'atmosphère standard, ce qui est habituel aux latitudes équatoriales. Ce jour là la température était supérieure à la prévision et les performances de propulsion et de sustentation sont, de fait, inférieures.

A **01h36.46** L'OPL (PF) acquiesce et confirme : « Oui, toujours, sinon on aurait un accrochage vachement plus haut », l'accrochage étant l'altitude maximale que peut atteindre l'avion en fonction des conditions du moment tout en gardant une marge de manoeuvre de 0,3g.

La valeur du REC MAX affichée est valide ANTI ICE sur OFF.

A **01h38.51**, le CdB commente la lecture d'un magazine jusqu'à 01h44.43 au moment où l'équipage semble surpris par la turbulence.

A **02h46.10**, Le CdB dit alors : « Il va falloir prendre les mesures qui s'imposent ».



PHASE CRUISE

l'OPL informe le CdB avec une forme interrogative : « Je baisse un peu la lumière pour voir dehors ?» (01h46.13), la conversation continue avec : « J'allume les phares pour voir» et « On dirait qu'on va rentrer dans la couche ».

Cette demande laisse à penser que l'avion n'est pas encore dans les nuages.

La pénétration IMC intervient vers 1h50 et la présence de nuages est confirmée par la volonté de l'OPL de prendre une altitude croisière supérieure pour les éviter : « On essaie de demander le trois six non standard, on est vraiment à la limite, déjà le trois six ce serait bien » (01h50.23), il s'agit du niveau de vol 360 et le CdB répond : «On va attendre un peu, bon si ça passe, Si on n'en sort pas à trois six, on risque d'être mal, trois sept ça va être un peu juste.»

D676/177

En effet, en restant dans la couche, la probabilité de turbulence est plus importante, provoquant des accélérations qui diminuent la marge de manoeuvre.

Le radar météo a été sélecté sur <u>WX TURB et l'échelle de 40nm</u>(437) à 1h50 au voisinage du point SALPU pour identifier les zones de turbulence (données FDR).

La masse nuageuse orageuse est confirmée avec l'évocation d'éclairs et de feux de St Helme : « Manquait plus que Monsieur St Helme! » (CdB 01h51.21).

La préoccupation de la présence de masses nuageuses sur la route est constante, l'OPL répond: « J'ai pas eu l'impression qu'il y ait des orages làPas grand chose » et le CdB précise : « Ça va turbuler quand je vais aller me coucher ». (01h51.20 à 01h51.59)

L'OPL note que la masse d'air s'est légèrement refroidie et que le niveau d'accrochage REC MAX (niveau maximal recommandé) est plus élevé : « Tu vois, le REC Max est passé à 375 ».(01h52.23)

A 01h56.04 le CdB utilise le combiné téléphonique pour appeler l'OPL de repos (David ROBERT).

Avant de prendre son repos, le CdB répartit les places: « Qui est ce qui pose ?, c'est toi, il va prendre ma place, Tu es PL toi? ».(01h56.19)

Lorsqu'il arrive dans le poste l'OPL et le CdB s'inquiètent de la qualité de son repos: « Bien dormi? », mais l'OPL qui revient de son repos n'a pu en profiter pleinement : « Moyen,j'ai somnolé en fait » (02h00.19).

Développement:

Après les actions de compte rendu au passage du point INTOL, c'est l'OPL (PF) qui ramène la discussion sur la conduite du vol, rappelant les masses nuageuses sur la route et les performances pour envisager un niveau supérieur pour les éviter.

Le CdB acquiesce mais ne prend pas partie et retourne à la lecture d'un magazine.

Ce n'est que 10 minutes plus tard, alors que surviennent les premières turbulence que le CdB réagit : « Il faut prendre les mesures qui s'imposent ».

C'est encore l'OPL qui insiste sur le moyen de contourner la masse nuageuse en prenant un niveau supérieur.

Le CdB confirme que les performances ne permettent pas de prendre un niveau supérieur, mais ne propose pas d'alternative d'évitement.

Commentaire d'experts : Malgré les interrogations formulées par l'OPL (PF), le CdB ne s'implique pas dans la conduite du vol et n'apporte pas de réponse sur la conduite à tenir face à la masse nuageuse identifiée sur la route.

