

# Rapport

Incident grave survenu le **23 septembre 2009**  
sur l'**aérodrome Paris Charles de Gaulle (95)**  
à l'**Airbus A 319-111**  
immatriculé **F-GRHU**

**BEA**

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

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

# **Avertissement**

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

*Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation civile internationale, à la Directive 94/56/CE et au Code de l'Aviation civile (Livre VII), l'enquête n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.*

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

# ***Table des matières***

<b>AVERTISSEMENT</b>	<b>1</b>
<b>SYNOPSIS</b>	<b>3</b>
<b>1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE</b>	<b>3</b>
1.1 - Déroulement du vol	3
1.1.1 Approche	3
1.1.2 Remise de gaz	4
1.2 Renseignements sur le personnel	5
1.2.1 Le commandant de bord	5
1.2.2 L'officier pilote de ligne	5
1.3 Fonctionnement des automatismes	6
1.4 Météorologie	6
1.4.1 Informations fournies à l'équipage	6
1.4.2 Messages diffusés par l'organisme du contrôle	7
1.4.3 Informations météorologiques fournies au service du contrôle	7
1.5 Renseignements complémentaires	7
1.5.1 Documentation équipage concernant la remise de gaz	7
1.5.2 Illusions sensorielles	10
1.5.3 Témoignages	11
1.5.4 Événements antérieurs connus	12
<b>2 - ANALYSE</b>	<b>14</b>
2.1 Choix du mode d'approche	14
2.2 Utilisation du système	14
2.3 Gestion de la trajectoire	15
2.4 Procédures	16
2.5 Formation	17
<b>3 - CONCLUSIONS</b>	<b>18</b>
<b>4 - RECOMMANDATIONS</b>	<b>19</b>

# Synopsis

**Événement** : perte momentanée du contrôle de la trajectoire en remise de gaz, alarme GPWS

**Aéronef** : Airbus A 319-111, immatriculé F-GRHU

**Date et heure** : mercredi 23 septembre 2009 à 6 h 44<sup>(1)</sup>

**Lieu** : AD Paris CDG (95)

**Nature du vol** : transport public de passagers Moscou – Paris, vol AF 2545

**Personnes à bord** : 2 PNT - 4 PNC - 85 passagers

**Conséquences et dommages** : aucun

## Résumé

L'équipage du vol AF 2545 réalise une finale ILS CAT 1, en piste 27 R de l'aérodrome de Paris Charles de Gaulle. La hauteur de décision est de 200 pieds. Le commandant de bord est pilote en fonction (PF).

Aux minima, il effectue une remise de gaz en raison des conditions météorologiques qui se sont dégradées au cours de l'approche. Lors de cette manœuvre, il engage le pilote automatique. L'avion redescend et une alarme GPWS retentit. La hauteur la plus basse enregistrée est de 76 pieds.

Note : les paramètres utilisés proviennent de l'exploitation du QAR, de l'enregistrement des communications avec le service du contrôle et des témoignages de l'équipage. Cet événement a été notifié au BEA le 16 octobre 2009. Dès lors, les données des enregistreurs de paramètres (FDR) et de conversations (CVR) de l'avion n'étaient plus disponibles.

## 1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1 - Déroulement du vol

#### 1.1.1 Approche

A 6 h 39 min 18, l'équipage du vol AF 1275 annonce qu'il remet les gaz.

Le vol AF 2545 est à une quinzaine de milles marins derrière.

A 6 h 41 min 01, l'avion est établi sur l'ILS, AP et ATHR engagés, en descente passant 3 000 pieds. Les modes d'approche LOC et G/S sont également engagés. L'AP est ensuite désengagé.

A 6 h 41 min 07, l'ATHR est désengagée. La procédure ILS est poursuivie en mode manuel avec le directeur de vol (FD) toujours engagé en mode Approche (LOC + G/S).

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

<sup>(2)</sup>Conf 1 (1+ F) :  
becs 18°,  
volets 10°;  
Conf 3 : becs 22°,  
volets 20°;  
Conf FULL :  
becs 27°,  
volets 40°.

A 6 h 41 min 58, à l'altitude de 2 170 pieds, le PNF sort le train d'atterrissage et sélectionne la configuration becs-volets 3 sur demande du PF.<sup>(2)</sup>

A 6 h 42 min 04, la configuration becs-volets FULL est sélectionnée, la vitesse (CAS) est de 153 kt (Vapp 128 kt), l'altitude de 2 100 pieds.

Vers 6 h 43, l'avion précédent (un Airbus A 330, Air Transat 210) atterrit sur la piste 27R.

A 6 h 44 min 26, la hauteur radiosonde est de 375 pieds, le mode LAND est engagé. La vitesse est de 132 kt, l'assiette de + 0,7°.

Note : le mode LAND s'engage automatiquement sous 400 pieds si les modes LOC et G/S sont engagés.

### 1.1.2 Remise de gaz

A 6 h 44 min 46, les manettes de poussée sont sur le cran FLX/MCT (le paramètre N1 passe de 45 à 85 %, en 5 secondes environ). La hauteur radiosonde est de 150 pieds, la vitesse de 132 kt. L'assiette maximale atteinte est de + 5,6°, la configuration becs-volets 3 est sélectionnée.

A 6 h 44 min 50, l'assiette est de + 4,6° et l'AP1 est engagé. La commande de train est placée sur rentré. Le mode LAND est toujours actif, la vitesse est de 145 kt, la hauteur radiosonde de 170 pieds environ.

A 6 h 44 min 55, les manettes de poussée sont placées sur le cran CLB, la hauteur radiosonde est de 170 pieds et la vitesse de 161 kt. On note une diminution d'assiette (- 0,6° à cet instant).

A 6 h 44 min 57, la hauteur radiosonde est de 127 pieds, la vitesse de 169 kt. L'assiette diminue et la valeur minimale enregistrée est de - 3,9°. L'AP est désengagé. Une action à cabrer sur le mini-manche du commandant de bord est enregistrée. Une alarme GPWS (Sink Rate) se déclenche.

Dans le même temps, l'équipage annonce la remise de gaz au contrôleur. Une alarme « Master Warning » est audible sur l'enregistrement.

Le contrôleur répond : « remettez les gaz, montez 3 000 pieds, QNH 1028, axe de piste ». Le collationnement de la clairance n'est pas immédiat. Le contrôleur appelle l'équipage à deux reprises avant d'obtenir une réponse.

Remarque : la fréquence est occupée par un échange entre le contrôleur et AF 125M à compter de 6 h 44 min 45.

A 6 h 45 min 00, la hauteur minimum de 76 pieds est enregistrée. La vitesse est de 182 kt, l'assiette de + 8,1°, l'accélération verticale de + 1,65 G.

A 6 h 45 min 01, l'alarme GPWS cesse, la hauteur est de 92 pieds, la vitesse est de 184 kt. L'assiette est légèrement supérieure à + 9°. La vitesse augmente et une alarme (Master Warning) se déclenche (probablement due au dépassement de la vitesse VFE, 185 kt en CONF 3).

A 6 h 45 min 05, les manettes de poussée sont ramenées proche de la position IDLE en passant 650 pieds, la vitesse maximale enregistrée est de 192 kt dans cette phase.

A 6 h 45 min 22, l'AP est engagé et commande un ordre à piquer. L'assiette diminue (+ 2,5 °), le PF place les manettes de poussée sur CLB, désengage l'AP et tire sur le mini-manche.

A 6 h 45 min 35, passant 1 280 pieds en montée, le PF place les manettes vers IDLE. Le PNF sélectionne une altitude de 4 000 pieds au FCU.

A 6 h 45 min 53, vers 1 600 pieds en montée, le PF engage l'AP. Deux secondes après, il avance les manettes sur le cran CLB. L'AP commande un ordre à piquer. Après un engagement de 9 secondes, l'AP est désengagé.

A 6 h 46 min 08, la configuration becs-volets 1 est sélectionnée.

A 6 h 46 min 24, l'AP est engagé pendant 4 secondes.

L'équipage réalise une nouvelle finale ILS en CAT III.

## **1.2 Renseignements sur le personnel**

### **1.2.1 Le commandant de bord**

Homme, 53 ans

- Licence de pilote de ligne ATPL(A) délivrée le 27 octobre 2005
- Qualification de type valide jusqu'au 31 juillet 2010
- Qualification aux approches de précision Cat III valide jusqu'au 31 janvier 2010
- Qualification d'instructeur (TRI) pour la qualification de type A318/A319/A320/A321
- Expérience :
  - 14 230 heures de vol dont 3 800 sur type et 3 627 comme commandant de bord sur type,
  - 120 heures dans les trois derniers mois,
  - 52 heures dans les trente derniers jours,
  - 9 heures dans les 24 dernières heures.

### **1.2.2 L'officier pilote de ligne**

Homme, 42 ans

- Licence de pilote de ligne ATPL(A) délivrée le 23 octobre 2006
- Qualification de type valide jusqu'au 31 juillet 2010
- Qualification aux approches de précision Cat III valide jusqu'au 31 janvier 2010
- Expérience :
  - 4 176 heures de vol dont 684 sur type,
  - 140 heures dans les trois derniers mois,
  - 34 heures dans les trente derniers jours,
  - 9 heures dans les 24 dernières heures.

### 1.3 Fonctionnement des automatismes

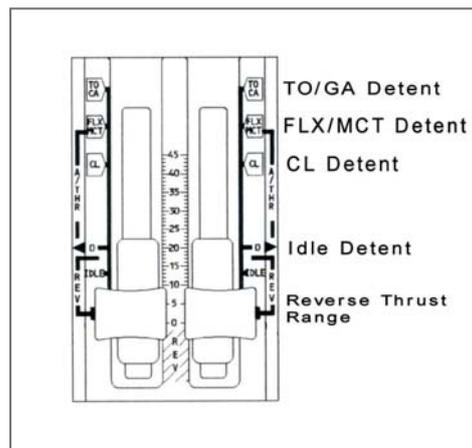
Lorsque les modes d'approche (G/S et LOC) sont sélectionnés, le mode LAND s'engage automatiquement sous 400 pieds. Il s'affiche en vert au FMA, occupant les fenêtres d'affichage de modes vertical et horizontal.

Le positionnement des manettes de poussée dans le cran TOGA (TOGA est la butée mécanique des manettes de poussée) permet d'engager les modes SRS (vertical), GA/Track (latéral) et au FMS d'activer la phase « Go Around ». L'auto poussée passe en mode MAN TOGA. Une fois cette phase activée, l'équipage peut ajuster la poussée comme nécessaire pour limiter la vitesse verticale.

Tous les avions de la compagnie sont modifiés afin que la barre horizontale de guidage du FD apparaisse et se positionne à environ 15° d'assiette au PFD dès que les manettes de poussée sont placées dans le cran TOGA. Cet affichage se produit quelle que soit l'option choisie par le pilote (FD OFF ou ON).

A la remise des gaz, si les manettes de poussée ne sont pas amenées dans le cran TOGA, aucun changement de mode ne se produit. En particulier, la barre horizontale de guidage va suivre le plan défini par le mode de descente engagé. Il n'y a aucun changement du FMA.

La documentation (FCOM, Manex) indique que « lorsqu'un AP est activé avec au moins un FD actif, l'AP s'engage dans les modes déjà actifs au FD ».



### 1.4 Météorologie

#### 1.4.1 Informations fournies à l'équipage

Le dossier de vol comprend des informations météorologiques complètes et notamment le TAF suivant :

```
PARIS CH.DE GAULLE.      LFPG / CDG      ***  
METAR 230134 230130Z 00000KT CAVOK 12/11 Q1027 NOSIG.  
TAF30 222314 222300Z 2300/2406 35005KT CAVOK BECMG 2302/2304 VRB02KT 3000 BR  
PROB30 TEMPO 2305/2307 0600 BCFG SCT003 BECMG 2308/2310 8000 NSW  
BECMG 2401/2403 02005KT SCT004 BKN020 TEMPO 2403/2406 4000 BR BKN015  
TX21/2315Z TN12/2305Z.
```

## 1.4.2 Messages diffusés par l'organisme du contrôle

### ATIS

ATIS « Golf » enregistré à 6 h 30 min : atterrissage 27R/26L - décollage 27L/26R - Niveau de transition 40 - Vent calme - Visibilité 3 000 mètres - Brouillard - Scattered 200 pieds Broken 300 ft - Température 11° - Température du point de rosée 10° - QNH1 028 hPa

ATIS « Hotel » enregistré à 6 h 41 min : atterrissage 27R/26L - décollage 27L/26R - Niveau de transition 40 - LVP - Vent calme - Visibilité 1 000 mètres - Brouillard Scattered 150 ft Broken 230 ft - Température 12° - Température du point de rosée 11° - QNH1 028 hPa

## 1.4.3 Informations météorologiques fournies au service du contrôle

hh:mn	Visi	ww1	Nt	Nh	CC1	hh1 <sup>(3)</sup>
06:23	3500	BR	7	7	ST	60
06:28	3000	BR	7	7	ST	60
06:32	2000	BR	7	7	ST	60
06:38	1000	BR	8	8	ST	45
06:45	700	FG	8	8	ST	30
06:46	700	FG	8	8	ST	30

<sup>(3)</sup>Les informations de hauteur (hh) sont en mètres ; ww1 : temps présent ; Nt : nébulosité totale (octas) ; Nh : nébulosité nuages bas (octas) ; CC : type nuages bas.

La portée visuelle de piste (RVR) pour la piste 27 R passe au-dessous de 1 000 mètres à 6 h 51.

Le registre journal de l'approche indique une position pré-LVP (Low Visibility Procedures) à 6 h 30 et l'activation de cette position à 6 h 46.

## 1.5 Renseignements complémentaires

### 1.5.1 Documentation équipage concernant la remise de gaz

L'Aircraft Flight Manual, document approuvé par l'autorité de certification ne décrit pas de procédure de remise de gaz bimoteur.

### 1.5.1.1 Procédure constructeur (FCOM)

**GO AROUND**

Apply the following three actions simultaneously :

- THRUST LEVERS ..... TOGA
- ROTATION ..... PERFORM  
- Rotate the aircraft to get a positive rate of climb, and establish the required pitch attitude, as directed by the SRS pitch command bar.
- GO AROUND ..... ANNOUNCE
- FLAPS ..... RETRACT ONE STEP
- FMA ..... CHECK AND ANNOUNCE  
Check the FMA on the PFD. The following modes are displayed : MAN TOGA / SRS / GA TRK / A/THR (in blue).
- POSITIVE CLIMB ..... ANNOUNCE

R

- LDG GEAR UP ..... ORDER
- LDG GEAR ..... SELECT UP
- NAV or HDG mode ..... SELECT  
Reselect NAV or HDG, as required (minimum height 100 feet).

*Note : Go-around may be flown with both autopilots engaged. Whenever any other mode engages, AP 2 disengages.*

- At go-around thrust reduction altitude (LVR CLB flashing on FMA) :
  - THRUST LEVERS ..... CL

Pour Airbus, « Rotation » revient à prendre une assiette de montée. Cependant, aucune valeur n'est précisée puisqu'il est requis de suivre les barres d'ordres du FD. Le compte rendu de la manœuvre est donné par les affichages au FMA.

### 1.5.1.2 Procédure compagnie

#### Consignes opérationnelles (GEN.OPS)

Les consignes générales (GEN.OPS 02.04.04.02 p 6) fournissent aux équipages les consignes suivantes :

« La remise de gaz est une procédure normale mais néanmoins délicate (faible entraînement réel, rapidité de décision et d'exécution)... ».

« L'engagement des automatismes avant et pendant la remise de gaz permet de dégager des ressources et d'augmenter significativement la disponibilité des pilotes... ».

#### Procédures normales (Manuel d'utilisation TU 02.01.62.02)

<p><b>A318/19/20/21</b>      Procédures normales      TU 02.01.62. 01 AIR FRANCE      Phases de vol      08 MAY 08 OANT      REMISE DE GAZ</p> <p>C/P "REMISE DE GAZ" ..... ANNONCEE <i>Les 3 actions suivantes (manettes de poussée, assiette et volets) sont à effectuer simultanément.</i></p> <p>PF MANETTES DE POUSSEE ..... TOGA <i>Les modes MAN TOGA, SRS et GA TRACK s'engagent. Les manettes de poussée peuvent être placées ensuite dans le cran CL si TOGA n'est pas nécessaire pour le gain d'altitude.</i></p> <p>PF ASSIETTE ..... 15° puis SRS <i>En pilotage automatique, l'AP suit le mode SRS. En pilotage manuel, le F1 affiche une assiette de 15° (12,5° si N-1 réacteur) et applique initialement la poussée TOGA, puis suit la barre de tendance horizontale si disponible.</i></p> <p>PF "VOLETS X" ..... ANNONCES</p> <p>PNF VOLETS ..... X</p> <p>PNF TRAIN ..... RENTRE <i>Annonce "VARIO POSITIF" lorsque le vario se stabilise à une valeur positive et sur ordre du PF, place la manette de train sur UP (le PTU peut fonctionner quelques secondes lors de la rentrée des trains).</i></p> <p>PNF ECARTS ..... ANNONCES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Seuil</th> <th>Annonce</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inclinaison</td> <td>&gt;5°</td> <td>"Inclinaison"</td> </tr> <tr> <td>Assiette longitudinale</td> <td>&gt;20° ou &lt;10°</td> <td>"Assiette"</td> </tr> <tr> <td>Vitesse</td> <td>&lt; Vapp - 5 kt</td> <td>"Vitesse"</td> </tr> </tbody> </table> <p>PF NAV ..... ENGAGE <i>L'engagement du mode NAV le plus tôt possible permet de réduire le risque de séquencement F-PLN erroné entraînant des guidages AP/FD avec un virage en sens inversé. De plus, après une approche RNAV (GNSS), le mode NAV garantit le maintien dans l'aire de protection de la remise de gaz. En cas de régulation radar ou clairance différente de la procédure publiée, utiliser normalement le FMGC.</i></p> <p>PNF ATC ..... INFORME</p>		Seuil	Annonce	Inclinaison	>5°	"Inclinaison"	Assiette longitudinale	>20° ou <10°	"Assiette"	Vitesse	< Vapp - 5 kt	"Vitesse"	<p><b>A318/19/20/21</b>      Procédures normales      TU 02.01.62. 02 AIR FRANCE      Phases de vol      08 MAY 08 OANT      REMISE DE GAZ</p> <p>PF MANETTES DE POUSSEE ..... CLIMB <i>Placez les manettes de poussée dans le cran CL, à l'altitude de réduction de poussée.</i></p> <p><b>ATTENTION</b></p> <p><i>Si la remise de gaz est effectuée sans FD :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A la vitesse S, les volets sont rentrés à 0.</li> <li>- Sur l'ECWD, s'assurer que les index de positions sélectionnables (et l'indication FLAP sur écrans CRT) ont disparus.</li> </ul> <p>➤ A l'altitude d'accélération, si la vitesse managée ne passe pas à GREEN DOT :</p> <p>PF OPEN CLB ..... SELECTE MANUELLEMENT</p> <p>PNF VOLETS ..... RENTRES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A la vitesse F, les volets sont rentrés à 1.</li> <li>- A la vitesse S, les volets sont rentrés à 0.</li> <li>- Sur l'ECWD, s'assurer que les index de positions sélectionnables (et l'indication FLAP sur écrans CRT) ont disparus.</li> </ul> <p>PNF EXT LT: RWY TURN OFF et NOSE ..... OFF</p> <p>PNF GND SPLRS ..... DISARMED</p> <p>PNF ENG MODE ..... NORM ou IGN <i>Mettez le sélecteur sur IGN si de fortes turbulences ou de fortes pluies sont rencontrées.</i></p> <p>C/P MEMO ..... VERIFIE <i>Note : après l'exécution de la remise de gaz, il faut effectuer le check-list "Après décollage".</i></p> <p style="font-size: small;">Manuel d'Exploitation      © 2008 EAS Air France 1007 - Tous droits réservés</p>
	Seuil	Annonce											
Inclinaison	>5°	"Inclinaison"											
Assiette longitudinale	>20° ou <10°	"Assiette"											
Vitesse	< Vapp - 5 kt	"Vitesse"											

La valeur de l'assiette est mentionnée, l'annonce FMA ne l'est pas.

Les annonces standards sont « Remise de gaz », « volets X » et « Train » par le PF, « Vario positif » pour le PNF.

Ni l'assiette ni la vérification de la poussée ne sont annoncées.

Les annonces d'écarts figurent dans le tableau ci-dessous.

	Seuil	Annonce
Inclinaison	> 5°	« Inclinaison »
Assiette longitudinale	>20° ou <10°	« Assiette »
Vitesse	<Vapp - 5 kt	« Vitesse »

QRH (Airbus)

Il existe deux procédures :

LANDING	
PF	PNF
In stabilized approach conditions, at approx. 30 Feet :	
FLARE . . . . . PERFORM	ATTITUDE . . . . . MONITOR
THRUST LEVERS . . . . . IDLE	
At touchdown :	
REV . . . . . MAX	GRND SPLRS . . . . . CHECK/ANNOUNCE
BRAKES . . . . . AS RQRD	REVERSERS . . . . . CHECK/ANNOUNCE
	DECELERATION . . . . . CHECK/ANNOUNCE
At 70 knots :	
REV . . . . . IDLE	70 KT . . . . . ANNOUNCE
At taxi speed :	
REV . . . . . STOW	
Before 20 knots :	
AUTOBRK . . . . . DISENGAGE	

GO AROUND	
PF	PNF
THRUST LEVERS . . . . . TOGA	
ROTATION . . . . . PERFORM	
GO-AROUND . . . . . ANNOUNCE	FLAPS . . . . . RETRACT ONE STEP
FMA . . . . . ANNOUNCE	FMA . . . . . CHECK
	POSITIVE CLIMB . . . . . ANNOUNCE
R LDG GEAR UP . . . . . ORDER	LDG GEAR . . . . . SELECT UP
	NAV or HDG . . . . . SELECT
At GA thrust red. altitude :	
THRUST LEVERS . . . . . CL	
At GA accel altitude :	
SPEED . . . . . MONITOR	FLAPS . . . . . RETRACT ON SCHEDULE

Cette procédure ne mentionne pas l'assiette à prendre ni les modes FMA. Elle est identique, sans les détails, à celle du FCOM.

GO AROUND (WITH FD ON)			
	PF		PNF
THRUST LEVERS	TOGA		
ROTATION	PERFORM		
GO AROUND	ANNOUNCE	FLAPS	RETRACT ONE STEP
FMA	ANNOUNCE	FMA	CHECK
		POSITIVE CLIMB	ANNOUNCE
L/DG GEAR UP	ORDER	L/DG GEAR	SELECT UP
		NAV or HDG	SELECT
At GA thrust red. altitude:			
THRUST LEVERS	CL		
At GA accel altitude:			
SPEED	MONITOR	FLAPS	RETRACT ON SCHEDULE

GO AROUND (WITH FB OFF)			
	PF		PNF
THRUST LEVERS	TOGA		
ROTATION	1° OF PITCH		
GO AROUND	ANNOUNCE	FLAPS	RETRACT ONE STEP
		POSITIVE CLIMB	ANNOUNCE
L/DG GEAR UP	ORDER	L/DG GEAR	SELECT UP
At GA thrust red. altitude:			
THRUST LEVERS	KEEP TOGA		
At GA accel altitude:			
SPEED	SELECT		
PITCH	+ 10°/13°		
THRUST LEVERS	CL		
A/THR (if GA alt < TOG level)	ENGAGE	FD	ON
		NAV or HDG	SELECT
		OPEN CLIMB	ENGAGE
FMA	ANNOUNCE	FLAPS	RETRACT ON SCHEDULE

AFB 454 0010 0013

- ❑ La procédure avec FD est identique, sans les détails, au FCOM
- ❑ La procédure sans FD est identique, sans les détails, au MANEX

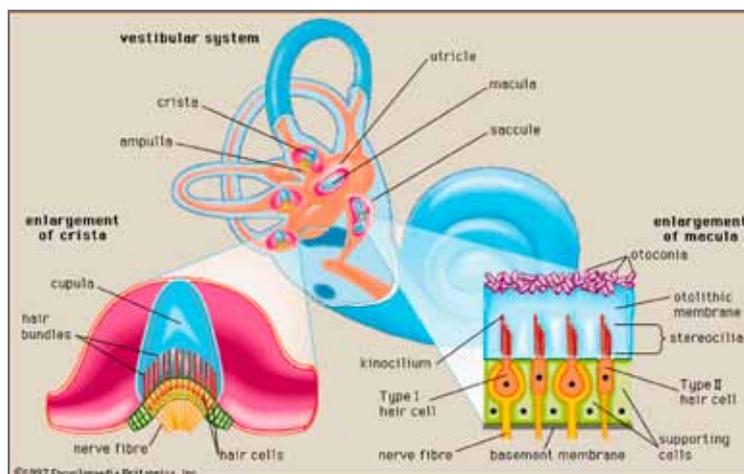
QRH (compagnie)

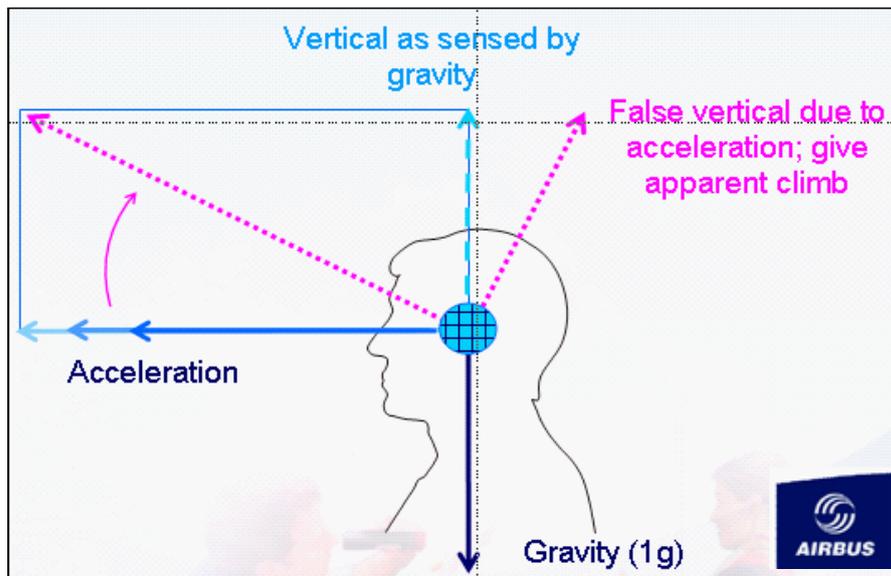
Le QRH de la compagnie est différent de celui du constructeur. Aucune procédure de remise de gaz tous moteurs en fonctionnement n'y figure.

### 1.5.1.3 Airbus Operations Briefing Notes

Ces documents sont édités par le constructeur afin de synthétiser les connaissances et les « bonnes pratiques » dans un certain nombre de domaines. Le document relatif aux remises de gaz expose les généralités sur cette manœuvre. Il aborde également les risques de désorientation spatiale lors d'une brusque accélération longitudinale et verticale et rappelle la nécessité de revenir immédiatement au pilotage aux instruments.

### 1.5.2 Illusions sensorielles





L'accélération longitudinale va déclencher la cupule et les cils vers l'arrière entraînant une fausse référence de verticale. Ce mouvement se traduit par une sensation de cabré plus importante. Le risque est de vouloir réduire cet angle par une action en contre à piquer. Le simulateur (FFS par exemple) ne traduit pas exactement les accélérations subies en vol et il n'existe pas d'entraînement spécifique à l'identification de ce phénomène dans l'aviation civile. Seul le pilotage aux instruments permet de ne pas suivre ses sensations. La désorientation spatiale a été mise en évidence et retenue parmi les facteurs aggravants dans les enquêtes relatives aux accidents de Bahreïn (2000), Charm el-Cheikh (2004), Sotchi (2006).

### 1.5.3 Témoignages

#### 1.5.3.1 Le commandant de bord

Il indique que lors du briefing approche, il a décrit la remise des gaz (poussée TOGA puis CLB et AP) et rappelé la stabilisation à 2 000 pieds.

Aux minimas (200 pieds), il n'a pas vu la piste. Il a remis les gaz et a affiché une assiette de montée de 10°.

Il explique que la remise de gaz « souple » était liée à un faible gain d'altitude conséquence d'une stabilisation limitée à 2 000 pieds et de la prise en compte du risque de désorientation spatiale. C'est pourquoi il a avancé les manettes lentement et cru être en TOGA.

Préoccupé par une prise d'assiette insuffisante lors de l'embrayage de l'AP, il a oublié de lire le FMA.

Lors de l'éloignement, il a remarqué que la page performance du FMGS était sur APPR.

#### 1.5.3.2 L'officier pilote de ligne

L'OPL indique avoir été surpris de l'engagement de l'AP tôt dans la manœuvre. Cela a perturbé la séquence normale de remise de gaz.

Lorsqu'il a annoncé une vitesse verticale positive, le PF lui a demandé de rentrer le train d'atterrissage.

Au moment de l'alarme GPWS, il a regardé à l'extérieur. Il n'a pas pu indiquer les valeurs affichées au variomètre ni les écarts en assiette.

Lorsqu'il a entendu le vol AF 1275 annoncer une remise de gaz et afin d'apporter une information actualisée au commandant de bord, il a écouté l'ATIS qui fournissait les informations « broken 200 ft, few 160 ft ».

#### **1.5.4 Événements antérieurs connus**

##### **1.5.4.1 Événements antérieurs hors de la compagnie Air France**

Un incident identique, sur un Airbus A320 (VH-VQT), s'est produit le 21 juillet 2007 (AO-2007-044) à Melbourne. Au cours d'une remise de gaz en mode automatique, l'équipage a placé les manettes de poussée sur MCT/FLX. La hauteur la plus basse enregistrée a été de 58 pieds. L'enquête conduite par l'Australian Transport Safety Bureau (ATSB) a conclu que :

- ❑ le PF n'a pas correctement avancé les manettes de poussée dans le cran TOGA ;
- ❑ l'exploitant avait modifié la procédure de remise de gaz sans analyse de risques, renvoyant la vérification du FMA en neuvième item. L'équipage n'avait pas conscience des modes engagés dans la première partie de la procédure.

##### **1.5.4.2 Événements antérieurs chez l'exploitant et mesures prises**

Un incident en remise de gaz est survenu à un Airbus A320, à Naples, en septembre 2006. L'équipage réalisait une approche classique managée avec AP (dans ces conditions, l'AP saute à MDA – 50 pieds). A la remise de gaz, l'avion a poursuivi la descente, l'équipage n'ayant pas détecté le désengagement de l'AP ni assuré le contrôle de la prise d'assiette.

Cet incident avait conduit à identifier des nuances de rédaction entre le FCOM Airbus et le Manuel d'exploitation de la compagnie pour la phase initiale de la remise de gaz. Ces différences devaient être examinées et corrigées si nécessaire. Elles concernaient :

- ❑ *la séquence assiette/poussée*
- ❑ *les remises de gaz initiées à partir d'une altitude intermédiaire*
- ❑ *l'annonce « Go-Around/Flaps ».*

En mars 2007, une remise de gaz effectuée par un Airbus A330 en finale sur l'aérodrome d'Abidjan avait conduit au déclenchement de l'alarme GPWS. La procédure avait été appliquée mais un défaut de contrôle de l'altitude et de l'assiette à la mise en palier, associé à une erreur sur l'affichage de l'altitude de remise de gaz, avaient entraîné une forte assiette à piquer.

Les principales observations étaient :

« ...les programmes de formation ne comprennent pas d'exercice de remises de gaz tous moteurs en fonctionnement avec hauteur de capture basse ».

« ...il a été établi que les instructeurs insistent fortement pour que les annonces FMA soient effectuées dès la remise de gaz, au moment où une part importante de l'attention devrait être consacrée à la surveillance de la prise d'assiette et de la poussée. A ceci s'ajoute le fait que les instructeurs commentent plus facilement ce qu'ils entendent (annonces FMA) que ce qu'ils observent moins bien (circuit visuel et la surveillance de l'assiette ».

Il avait été décidé :

- ❑ d'intégrer un exercice de remise de gaz tous réacteurs en fonctionnement avec une altitude de capture basse dans l'ECP 2008/09 ;
- ❑ la réalisation des manœuvres EGPWS « Pull up » lors des ECP ;
- ❑ la présentation à tous les PNT du scénario et d'une animation 3D de l'incident ;
- ❑ la publication dans les manuels TU de la procédure FCOM « Go Around from an intermediate approach altitude » et révision, sur la base du FCOM, de la rédaction des phases initiales de remise de gaz et de manœuvre Pull Up ;
- ❑ de faire évoluer l'enseignement des remises de gaz pour s'assurer que la lecture du FMA dans la phase initiale de la remise de gaz ne se fait pas au détriment du contrôle de l'assiette et de la poussée, que la surveillance des paramètres primaires reste prioritaire en toutes circonstances et que la préparation d'une remise de gaz toujours possible est bien prise en compte lors de la préparation de l'approche.

Dans le même temps, le service prévention et analyse des vols a introduit la surveillance des assiettes en remise de gaz dans le plan prévention 2007/08 avec la mise en place d'un algorithme de surveillance des assiettes en remise de gaz (alerte lorsque l'assiette est enregistrée à + 10°). La remise de gaz est approximativement de une pour mille étapes. Il est à noter que la majorité des remises de gaz est effectuée à une altitude supérieure à 1 000.

A la suite de l'incident de septembre 2009, la compagnie a diffusé à l'ensemble des pilotes un flash SV rappelant les points clés suivants :

- ❑ les manettes de poussée doivent être amenées en butée mécanique TOGA. Toute adaptation de la gestuelle visant à obtenir une manœuvre plus souple doit être proscrite ;
- ❑ le contrôle de l'assiette est vital en remise de gaz ;
- ❑ le pilote automatique ne doit être engagé que lorsque la trajectoire avion est stabilisée, FMA cohérent.

Une information à destination de tous les pilotes de la compagnie est intégrée au programme de l'ECP mis en place en mars 2010 (présentation Power Point + vidéo).

Une note rappelant les points importants de la procédure a été éditée à destination des instructeurs A320.

## 2 - ANALYSE

L'absence d'enregistrement CVR n'a pas permis une étude approfondie du travail en équipage et de sa compréhension des affichages et du comportement de l'avion.

L'incident est survenu alors que l'avion ne présentait aucun dysfonctionnement, ni au plan des systèmes ni au plan de la motorisation. L'équipage possédait les qualifications requises, évoluait dans un environnement connu et ses ressources semblaient gérées de manière adaptée.

A la remise de gaz, le PF n'a pas avancé les manettes de poussée jusqu'au cran TOGA, le reste des actions semble avoir été réalisé conformément à la procédure. L'engagement de l'AP a été effectué sans s'assurer de l'adéquation des modes sélectionnés et des affichages FMA.

Dans cette phase dynamique, l'équipage a perdu momentanément le contrôle de la trajectoire de l'avion.

### 2.1 Choix du mode d'approche

Le service du contrôle n'a pas annoncé d'aggravations météorologiques ni de changement de statut (LVP).

Le commandant de bord a choisi une option prévue (pilotage manuel) compatible avec les conditions météorologiques. Un autre avion de la compagnie a remis les gaz environ cinq minutes avant sans que l'équipage n'en donne les raisons. L'annonce a été faite sur la fréquence utilisée par l'équipage.

Les informations disponibles n'étaient pas de nature à modifier le projet d'action du commandant de bord du vol AF 2545. L'atterrissage de l'avion précédent (Air Transat 210) a probablement renforcé chez le commandant de bord l'idée que les conditions météorologiques permettaient l'atterrissage (biais de confirmation).

### 2.2 Utilisation du système

Les manettes de poussée n'ont pas été amenées dans le cran TOGA. Les modes de remise des gaz n'ont donc pas été activés et l'avion est resté en mode LAND.

Le positionnement des manettes de poussée dans le cran TOGA est un passage nécessaire pour annuler les modes précédemment sélectionnés et pour activer le mode remise de gaz. Une fois l'engagement confirmé par lecture du FMA (et l'apparition de la barre horizontale au PFD) le pilote a toute latitude pour gérer la poussée en positionnant les manettes où il le souhaite compte tenu des paramètres de vol, des demandes du service du contrôle et des objectifs.

L'engagement de l'AP en mode LAND a entraîné le rattrapage du plan de descente (assiette - 3,9° à piquer). La poussée affichée a entraîné une augmentation rapide de la vitesse.

Le choix du commandant de bord d'engager le pilote automatique correspondait à une volonté de diminuer sa charge de travail, particulièrement élevée dans cette phase. Les consignes générales de l'exploitant, en remise de gaz, recommandent d'ailleurs l'utilisation des automatismes pour augmenter la disponibilité des pilotes.

Toutefois, il est à noter que la position TOGA est rarement utilisée en exploitation.

### 2.3 Gestion de la trajectoire

Le PF n'a pas affiché l'assiette de 15° préconisée par la procédure compagnie. Il est probable que la limitation d'altitude (2 000 pieds) en remise de gaz a contribué à adopter une assiette plus faible. Cependant, le contrôle a autorisé une montée à 3 000 pieds qui a été prise en compte et affichée tardivement au FCU.

Le PF avait annoncé lors du briefing qu'il positionnerait les manettes sur la position TOGA puis CLB. Il a cru les avoir positionnées dans le cran TOGA. Cependant cinq secondes ont été nécessaires pour déplacer les manettes de IDLE à MCT/FLX, ce qui est long pour une manœuvre qui doit être réalisée sans temporisation afin de pouvoir bénéficier aussi vite que possible de toute la poussée disponible. Ce délai répondait à une volonté du commandant de bord de réaliser seulement cette manœuvre.

L'engagement rapide de l'AP ne correspondait pas à un projet d'action commun. A partir de cet instant, il n'y a plus eu de synergie au sein de l'équipage, l'OPL ne comprenant pas les actions du CDB.

Le commandant de bord a alors été surpris par les réactions de l'avion. Ce dernier a pris une assiette à piquer et la vitesse a augmenté rapidement. Le commandant de bord a positionné les manettes de poussée sur CLB et a donc diminué la poussée.

Il est probable qu'il s'est focalisé sur l'augmentation de la vitesse et a tenté d'éviter le déclenchement de l'alarme VFE en réduisant la poussée.

L'augmentation rapide de la vitesse vers les limitations de l'avion risque de mobiliser des ressources au détriment de la surveillance de la trajectoire.

Les informations du FMA n'étaient pas celles d'une remise de gaz.

Il semble que le commandant de bord n'a vu aucune des informations qui traduisaient le fonctionnement du système. Il fera par la suite trois tentatives d'enclenchement de l'AP qui conduiront trois fois au même comportement de l'avion.

L'alarme GPWS et/ou la vue du sol l'ont fait réagir. Il a affiché alors une assiette à cabrer voisine de 10°.

Dans cette phase, il apparaît qu'à aucun moment l'assiette n'a été vérifiée ni, par conséquent, la hauteur d'évolution de l'avion. L'oubli des fondamentaux de la remise de gaz a conduit le commandant de bord à ne plus maîtriser le comportement de l'avion.

La rentrée du train d'atterrissage a été effectuée sur ordre du PF alors que la vitesse ascensionnelle devenait positive. De 6 h 44 min 50 (CONF 3, train rentré, AP1 engagé) à 6 h 44 min 57 (alarme GPWS) le PNF aurait pu concentrer ses ressources sur la surveillance des paramètres de la manœuvre. Il semble qu'aucune annonce d'écart n'a été faite, que ce soit pour la poussée, la vitesse, l'assiette, la hauteur ou le FMA. L'annonce radio a été faite dans la précipitation, la fréquence étant occupée depuis le début de la manœuvre de remise de gaz. Il est probable que la nécessité de fournir l'information au service du contrôle a détourné une partie de ses ressources.

Les actions qui sont normalement dévolues au PNF et l'annonce radio peu opportune, ne lui laissent pas de ressources cognitives disponibles pour la surveillance de trajectoire.

De plus, au déclenchement de l'alarme, l'OPL a regardé à l'extérieur, plutôt que de vérifier l'attitude de l'avion (qui était probablement encore en IMC) et les paramètres de vol.

Durant cette phase, l'OPL n'a pas apporté au PF les informations pertinentes lui permettant de maîtriser la trajectoire et d'en assurer la sécurité. L'engagement de l'AP a vraisemblablement surpris l'OPL et l'a perturbé dans sa fonction de surveillance.

## 2.4 Procédures

Des différences de rédaction apparaissent entre la procédure opérationnelle relative à la remise de gaz de l'exploitant et celle du constructeur.

Dans toutes les procédures disponibles, la priorité est de placer les manettes de poussée dans le cran TOGA. Toute la logique du déroulement de la procédure s'enclenche avec « TOGA » (qui n'est pas annoncée). L'assiette à prendre est aussitôt affichée au PFD et les attitudes et paramètres qui en découlent (vitesse ascensionnelle notamment) entraînent la rentrée des trainées. Les équipages valident un vario positif, ce qui n'est pas une garantie suffisante lorsque l'on est près du sol et cette indication peut n'être que transitoire.

La lecture du FMA permet de confirmer l'engagement des modes associés. Toutefois, en mode de pilotage manuel, la lecture du FMA ne devient nécessaire qu'à l'engagement de l'AP.

Cette lecture à faible hauteur est consommatrice de ressources et les informations présentées ne garantissent pas à elles seules la sécurité de la trajectoire. D'ailleurs, la lecture du FMA n'est pas explicite dans la procédure de l'exploitant. Cependant, les consignes générales stipulent que tout changement de FMA doit être annoncé.

Dans une phase dynamique comme la remise de gaz, le PF est concentré sur toutes les actions à réaliser de mémoire et le contrôle de la trajectoire, ce qui réduit ses ressources disponibles pour la lecture du FMA. Ainsi, les modifications sur la ligne du PFD seront plus facilement vues ou lues par le PNF. Toutefois, compte tenu de ce qui a été dit plus haut, il semble que la répartition des tâches ou la chronologie des actions ou la liste des paramètres à surveiller ne sont pas adaptées à la manœuvre de remise de gaz puisque le PNF ne dispose pas de temps suffisant pour assurer la surveillance de la trajectoire.

## 2.5 Formation

La remise de gaz est une procédure normale mais néanmoins délicate (faible entraînement réel, rapidité de décision et d'exécution).

Au plan de la formation, les QT et les ECP privilégient des situations dégradées rarement rencontrées en vol (qui ont pu conduire, par le passé, à des scénarios catastrophiques). L'accumulation des exercices réglementaires ne favorise pas l'entraînement des équipages dans des phases de vol « normales ».

Pourtant, la compagnie a intégré dans les ECP des exercices de remise de gaz dans des conditions d'utilisation habituelles de l'avion (dont faible gain d'altitude, tout moteur).

Le retour d'expérience en exploitation met en évidence des différences de comportement entre les conditions d'entraînement au simulateur et les conditions réelles.

Au cours d'une manœuvre de remise de gaz en exploitation, la proximité du sol associée à un comportement incompris de l'avion peut créer un stress supplémentaire qui réduit d'autant les ressources de l'équipage. L'association des accélérations longitudinales et verticales peuvent entraîner des illusions sensorielles. Le jolt (dérivée de l'accélération –  $m/s^3$ ) important subi par les pilotes ainsi que l'amplitude de l'accélération (+ x G, - y G) peuvent perturber la prise en compte de l'ensemble des paramètres. Ce phénomène est difficile à gérer dans cette phase particulière et il peut entraîner une appréhension chez les pilotes.

Les contraintes d'exploitation (limitations de vitesse et d'altitude, confort des passagers, utilisation rare de TOGA, etc.) et la confiance dans les systèmes de l'avion peuvent inciter les équipages à adapter les procédures afin d'assouplir la manœuvre de remise de gaz au détriment des marges de sécurité.

Le retour aux principes de pilotage de base et un entraînement adapté sont nécessaires.

### 3 - CONCLUSIONS

Cet incident grave de perte d'altitude en remise de gaz est dû à :

- ❑ l'engagement de l'AP dans un mode inadapté ;
- ❑ l'absence d'activation des modes de remise de gaz, conséquence du positionnement des manettes de poussée dans un cran inadapté ;
- ❑ une absence de surveillance de l'assiette.

Les facteurs suivants ont pu contribuer à l'incident :

- ❑ des imprécisions dans la rédaction de la procédure à disposition de l'équipage ;
- ❑ une dérive dans l'application de la procédure liée à la prise en compte des contraintes d'exploitation.

## 4 - RECOMMANDATIONS

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

Des imprécisions dans la rédaction des procédures à disposition des équipages peuvent les placer dans des situations critiques, alors que les systèmes de l'avion fonctionnent de manière nominale. La formation suivie lors de la qualification de type et lors des entraînements et contrôles périodiques passe en revue les principaux scénarios conduisant les pilotes à gérer des situations de plus en plus dégradées. Même si la compagnie a intégré des scénarios de remise de gaz en conditions normales d'exploitation, la reproduction de la procédure dans la réalité des opérations peut ne pas traduire les fondamentaux de la remise de gaz.

De plus, certaines contraintes environnementales peuvent conduire les pilotes à une adaptation de la procédure.

C'est pourquoi, le BEA recommande :

- **que la DSAC s'associe au constructeur et aux exploitants pour conduire une revue des procédures de remise de gaz de façon à les mettre en adéquation avec les objectifs de cette manœuvre.**

Cet incident a été notifié tardivement au BEA. L'arrêté du 4 avril 2003 stipule que la perte de contrôle d'un aéronef inscrit sur une liste de flotte doit être notifiée à l'organisme d'enquête (BEA). Dans le cas présent, cela aurait permis de déterminer rapidement la gravité de l'événement et de sauvegarder tous les enregistrements, notamment le CVR, qui aurait pu contribuer à une analyse plus fine de l'incident au travers du travail en équipage.

C'est pourquoi le BEA recommande :

- **que la DSAC s'assure que les exploitants disposent de procédures de saisine de l'organisme d'enquête d'une part et de préservation des enregistreurs de vol d'autre part lorsqu'un incident s'est produit.**

# BEA

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

Zone Sud - Bâtiment 153  
200 rue de Paris  
Aéroport du Bourget  
93352 Le Bourget Cedex - France  
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03  
[www.bea.aero](http://www.bea.aero)

**Parution : septembre 2010**

N° ISBN : 978-2-11-099134-8

