

## Perte momentanée du contrôle de la trajectoire lors d'une remise de gaz

<b>Aéronef</b>	Boeing 777-200 immatriculé F-GSPP
<b>Date et heure</b>	16 novembre 2011 à 9 h 30 UTC <sup>(1)</sup>
<b>Exploitant</b>	Air France
<b>Lieu</b>	AD Paris Charles de Gaulle (95)
<b>Nature du vol</b>	Transport public régulier international de passagers
<b>Equipage de conduite</b>	Commandant de bord (PF) Copilote (PNF) Pilote de renfort
<b>Conséquences</b>	Aucun

<sup>(1)</sup>Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC).

Une modification a été apportée au texte. Cette version en ligne tient compte de la modification.

## 1 - DÉROULEMENT DU VOL

Les éléments suivants sont issus des données enregistrées (QAR, FDR) et des témoignages de l'équipage. Le CVR, préservé par l'équipage, a été effacé par erreur avant qu'il ait pu être exploité par le BEA.

L'équipage indique que le vol se déroule sans problème particulier. La descente s'effectue en guidage radar vers la piste 08R de l'aérodrome de Paris Charles de Gaulle. Les conditions météorologiques ont conduit le service du contrôle à mettre en œuvre la procédure LVP<sup>(2)</sup>.

En raison de la visibilité, la finale ILS en catégorie 3 (CAT3) automatique est décidée par le commandant de bord. Dans ces conditions, le copilote qui devait assurer l'atterrissage redevient PNF (conformément aux procédures de l'exploitant et au briefing arrivée). Le pilote de renfort est en poste, assis sur le siège observateur central.

A 9 h 29 min 39, alors que l'avion est établi sur le plan de descente et le Localizer, l'alarme ambre « NO LAND 3 » apparaît à l'EICAS. L'indication « LAND 3 », jusqu'alors affichée en vert au PFD, est remplacée par « >LAND 2< ». L'alarme « Master Caution »<sup>(3)</sup> est enregistrée.

A cet instant, l'altitude est de 490 ft. La hauteur radiosonde est de 320 ft. La CAS est de 136 kt. L'assiette est de + 1°.

Le pilote de renfort annonce « alarme » et le PNF « remise de gaz ».

A 9 h 29 min 47, le PF amène les manettes de poussée en butée avant en 2 secondes. Il déconnecte l'auto-manette (AT). Simultanément, un effort du PF à cabrer sur le volant est enregistré mais il n'est pas assez important pour désengager le PA. La hauteur radiosonde est de 250 ft. La CAS est de 136 kt.

A 9 h 29 min 48, l'assiette diminue et la CAS augmente une seconde plus tard.

Entre 9 h 29 min 50 et 9 h 29 min 56, le PHR (Plan Horizontal Réglable) commence à changer de position (il passe de - 0.5° à 1.15°) dans le sens d'un ordre à piquer.

<sup>(2)</sup>Low Visibility Procedures : lorsqu'elles sont en œuvre, l'espacement entre avions passe de 95 à 150 secondes, et le nombre d'arrivées par heure est également régulé par le Central Flow Management Unit (CFMU) d'Eurocontrol.

<sup>(3)</sup>Le pavé lumineux « Master Caution » s'est allumé pendant 2 secondes. En fonctionnement normal, cette alerte visuelle est accompagnée d'un avertisseur sonore appelé « beeper ».

<sup>(4)</sup>En fonctionnement normal, au désengagement de l'AP, un signal sonore continu retentit lorsque le pavé lumineux Master Warning s'allume. Au désengagement de l'AP, celui-ci a fonctionné pendant 17 secondes.

A 9 h 29 min 51, le PNF place la commande de volets sur la position 20°. L'assiette se stabilise aux environs de - 2°.

Le pilote de renfort annonce « assiette ».

A 9 h 29 min 56, le PF et le PNF effectuent quasi simultanément une action à cabrer.

L'AP est désengagé<sup>(4)</sup>. L'accélération verticale atteint 1,84 g.

L'assiette passe de - 2° à + 7° en 2 secondes puis diminue de nouveau jusqu'à + 4°.

Entre 9 h 29 min 57 et 9 h 30 min, l'effort à piquer du PF et l'effort à cabrer du copilote sur le volant s'annulent : le volant revient en position neutre. La CAS est de 169 kt.

Le pilote de renfort annonce de nouveau « assiette ».

A 9 h 30 min, le PF relâche son effort à piquer sur le volant et l'ordre global donné par la position du volant est à cabrer. L'accélération verticale enregistrée est de 1,71 g. La CAS est de 180 kt. La hauteur radiosonde atteint une valeur minimum de 63 ft puis augmente. L'assiette passe de + 5° à + 11° (en 2 secondes) puis de + 11° à + 19° (en 10 secondes).

A 9 h 30 min 12, la commande du train d'atterrissage est positionnée sur « rentré ».

La hauteur radiosonde est de 870 ft.

Le PF suit les consignes de l'ATC (4 000 ft dans l'axe annoncée au préalable). Il présente de nouveau l'avion pour une finale CAT3 AUTOLAND.

L'atterrissage se déroule sans problème particulier.

## 2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 2.1 Expérience de l'équipage

Commandant de bord : 14 370 heures de vol dont 6 645 sur type, dernier entraînement à la remise de gaz en date du 24 octobre 2011.

Copilote : 7 823 heures de vol dont 3 258 sur type, dernier entraînement à la remise de gaz en date du 4 septembre 2011.

Pilote de renfort : 7 490 heures de vol dont 5 271 sur type, dernier entraînement à la remise de gaz en date du 8 juin 2011.

### 2.2 Conditions météorologiques

METAR, reçu à bord à 8 h 35 :

LFPG 160830Z 11008kt 022 R27L/0400V550N R09R/0500D R26R/1100U R08L/0450N R26L/0550 R08R/0400N R27R/0500N R09L/0400N FG VV// 02/02 Q1019 NOSIG

Les ATIS « N » de 8 h 20, reçu à bord à 8 h 36 et « O » de 8 h 57, reçu à bord à 9 h 01 indiquent : «low Visibility Procedures in forced activated ».

Note : la procédure LVP était active depuis le 15 novembre à 22 h 58 (ATIS C).

### 2.3 Consignes finale CAT 3 de l'exploitant

Selon la documentation opérationnelle en vigueur (GENOPS, TU777, QRH), « Indépendamment des conditions météorologiques, l'approche et l'atterrissage automatique peuvent toujours être envisagés. Toutefois, leur pratique nécessite que les conditions suivantes soient satisfaites :

- l'équipement de l'avion doit être en état LAND2 ou LAND3 ;
- le QFU utilisé doit disposer d'un ILS CAT2/CAT3 ;
- les limitations de l'atterrissage automatique doivent être respectées ;
- la répartition des tâches doit être celle des approches CAT2/3. »

...

« Les manifestations suivantes entraînent l'annonce unique « ALARME » qui impose une remise de gaz :

- toute alarme sonore ;
- tout Master Warning ou Master Caution (pavés allumés) ;
- toute dégradation des capacités ;
- tout annonceur de mode FMA non conforme ou tout écart excessif au-dessous de 500 pieds. »

.....

« La remise de gaz est exécutée par le commandant de bord, l'OPL surveille la trajectoire, effectue les annonces standards et l'annonce au contrôle. »

...

« En CAT3, la DH minimum est de 50 pieds en LAND2 et 20 pieds en LAND3. Le Status AUTOLAND doit afficher LAND2 ou LAND3. »

### 2.4 Procédure de remise de gaz B777

La documentation de l'exploitant définit les risques liés à la remise de gaz (perte de contrôle, collision avec le sol ou des obstacles) et indique :

« La remise de gaz est une procédure normale mais néanmoins délicate (faible entraînement réel, rapidité de décision et d'exécution). Afin de gérer au mieux cette situation, les pilotes doivent anticiper, au niveau du briefing et pendant toute l'approche, les éléments qui peuvent amener à la remise de gaz et les difficultés potentielles de sa réalisation. »

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

## REMISE DE GAZ 2 GTR

La procédure suivante est adaptée à l'utilisation du **pilote automatique**.

En cas de remise de gaz en pilotage manuel le PF demande les sélections et affichages au MCP, le PNF effectue au MCP les sélections et affichages demandés par le PF.

Pendant toute la manœuvre les pilotes vérifient le suivi de la trajectoire et l'interception de l'altitude de RdG.

PF	PNF
La procédure remise de gaz 2 GTR s'effectue volets 20°.	
"REMISE DE GAZ"	Annoncée
<b>Simultanément :</b>	
Poussoir(s) TO-GA	Appuyé(s)
<i>Cette action initialise la prise d'assiette et l'affichage de la poussée automatiquement.</i>	
"VOLETS 20"	Commandé    Levier FLAP    Cran 20
Assiette de remise de gaz	
Vérifiée	
Poussée de remise de gaz	
Vérifiée	
<p><b>NOTE :</b> En cas de remise de gaz en pilotage manuel :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ effectuer la rotation manuellement vers l'assiette de remise de gaz,</li> <li>◦ sélectionner et vérifier l'application de la poussée de remise de gaz.</li> </ul>	
Vérifie un vario positif à l'altimètre :	
"VARIO POSITIF"    Annoncé	
Vérifie un vario positif à l'altimètre :	
"TRAIN SUR RENTRÉ"    Commandé	
Manette de train    UP	
Au-dessus de 400 ft AAL :	
Sélectionner ou vérifier le mode de guidage latéral.	
Vérifier que l'altitude de remise de gaz est affichée au MCP.	

1 / 2 - 777 TU - REMISE DE GAZ 2 GTR

<sup>(5)</sup>Il n'y a pas de valeur fixée par les textes opérationnels de la compagnie.

<sup>(6)</sup>Cette modification des performances du système n'empêche pas l'atterrissage automatique mais augmente la hauteur de décision de 20 à 50 ft (selon le constructeur).

Cependant, les consignes de l'exploitant indiquent qu'en finale CAT3, en dessous de 1 000 ft, toute alarme ou changement dans les modes conduit à une remise des gaz.

## 2.5 Témoignage des pilotes

L'équipage indique que le vol a été calme dans l'ensemble : quelques orages et un peu de turbulences, habituels sur cette route.

La procédure d'arrivée en guidage radar est considérée comme longue. Après un vol long (10 h 00) qui arrive vers 11 h 00 du matin (heure locale), elle pourrait être à l'origine d'une certaine perte de vigilance.

Cependant, l'équipage n'a pas eu le sentiment de fatigue.

### 2.5.1 PF

En courte finale, vers 350 ft<sup>(5)</sup>, conformément aux consignes, il assure la recherche des repères visuels extérieurs, le PNF assure la surveillance des paramètres de vol.

Dans cette phase, une information LAND2 remplace LAND3<sup>(6)</sup>.

<sup>(7)</sup>En approche, sur le plan de descente, un appui sur ce basculeur entraîne l'affichage d'une poussée de remise de gaz garantissant une vitesse verticale au moins égale à 2 000 ft/min, le désengagement de tous les modes AFDS précédemment sélectionnés, l'engagement automatique des modes roulis et tangage de remise de gaz. Un deuxième appui entraîne l'affichage de la poussée maximum.

L'alarme est annoncée par le pilote en renfort et le PNF annonce « remise des gaz » (car l'annonce alarme a déjà été faite).

Le PF indique avoir appuyé par erreur et de façon non intentionnelle sur l'interrupteur de désengagement de l'AT (Auto Throttle Disconnect Switches), situé sur les manettes de poussée, au lieu d'enfoncer les poussoirs d'engagement TOGA Switches<sup>(7)</sup>. Il a ensuite avancé les manettes de poussée vers la poussée maximum. Il explique avoir effectué une remise des gaz à vue et ne pas avoir eu de sensation de prise d'assiette avant de tirer sur le « manche ».

Il a eu vue du sol à 250 ft. Ayant des repères visuels et sachant que l'atterrissage était possible, son projet d'actions était d'atterrir. L'alarme NO LAND3, imposant une remise de gaz, a conduit à une confusion et à un changement de projet d'actions. Il a donc amené les manettes de poussée progressivement vers l'avant.

Le PF ajoute que l'AP s'est désengagé. Il ne sait pas si c'est une action sur l'Auto Pilot Disconnect Switch de la corne du volant ou si c'est l'effort sur le manche en tangage. Le train d'atterrissage a été rentré vers 400 ft.

### 2.5.2 PNF

Le copilote dit qu'il n'a pas effectué la surveillance de l'assiette après l'ordre de remise de gaz car il s'occupait du changement de configuration (volets 20).

L'assiette de remise de gaz a été prise tardivement, après l'annonce « assiette » par le pilote de renfort.

### 2.5.3 Pilote de renfort

Le pilote de renfort indique qu'à l'apparition de « NO LAND3 » sur l'EICAS, il n'y a aucune réaction de l'équipage de conduite. Dans sa position, il est difficile d'intervenir dans le travail d'un équipage en place. Cependant il lui semble que le PNF voit le changement de statut. Le pilote de renfort annonce « Alarme » (conforme à la procédure pour toute modification en dessous de 1 000 ft en CAT3). Le PNF annonce « remise de gaz ». Le pilote de renfort voit une gestuelle du PF compatible avec une remise de gaz (mise de puissance ou accompagnement des manettes).

Dans son circuit visuel (PFD de l'OPL), le pilote de renfort voit G/S au FMA et une assiette qui reste faible. Il annonce alors « assiette » une première fois. Le commandant de bord agit à cabrer. Comme l'assiette ne paraît pas satisfaisante au pilote de renfort, il annonce de nouveau « assiette ». Il y a une double action à cabrer et l'assiette de l'avion devient satisfaisante (compatible avec celle de remise de gaz).

## 2.6 Etudes des paramètres

Les paramètres enregistrés et les témoignages permettent de déterminer quatre phases.

**2.6.1 Phase 1 : alarme et réaction de l'équipage**, comprise entre 9 h 29 min 39 (apparition de l'alarme NO LAND3) et 9 h 29 min 47 (mouvement vers l'avant des manettes de poussée)

Le pilote de renfort note l'alarme et l'annonce. Le PNF annonce « remise de gaz ». Le PF avance les manettes de poussée et applique un léger effort sur le volant à cabrer. Le volant ne change pas de position car le PF ne fait que contrer l'ordre du PA qui tente de maintenir l'avion sur la trajectoire ILS.

Dans cette phase de 8 secondes, on peut considérer qu'il y a un retard dans l'action de la mise de poussée (2 à 3 secondes), même si les ordres/annonces/réactions/actions ont été réalisés par trois personnes. Il est probable que le PF, dans un projet d'action d'« atterrissage » (vue de repères extérieurs, plus de concentration sur les instruments – dévolue au PNF – connaissance des performances de l'avion – possibilité d'atterrissage en automatique avec des minimas de décision augmentés) a pu avoir des difficultés à recentrer ses ressources sur la remise de gaz. Le lapsus (désengagement de l'auto-manette en lieu et place de l'engagement des TOGA Switches) pourrait traduire ce conflit d'informations dans la prise de décision du PF à cet instant.

Aucun témoignage n'indique une quelconque vérification des paramètres moteurs.

#### **2.6.2 Phase 2 : absence d'actions de l'équipage et d'annonces d'écarts entre 9 h 29 min 47 et 9 h 29 min 56**

Dans cette phase de 9 secondes, l'assiette de l'avion est négative, la vitesse augmente, les efforts à cabrer du PF sur le volant restent insuffisants pour désengager le PA. Il n'y a pas eu de changement de mode au FMA. L'AP maintient l'avion sur les axes ILS et commande un mouvement à piquer du PHR.

L'équipage de conduite ne surveille pas les paramètres et n'intervient pas pour modifier la trajectoire. L'équipage a perdu le contrôle des paramètres de vol.

Il est probable que le PF n'a pas pris en compte toutes les informations provenant du PNF et du pilote de renfort et n'a pas totalement concentré ses ressources sur la remise de gaz.

Il semble que le PNF a mobilisé ses ressources plus sur la progression de la rentrée des volets (qui dure une dizaine de secondes) que sur la surveillance des paramètres.

#### **2.6.3 Phase 3 : première annonce « assiette » entre 9 h 29 min 56 et 9 h 30**

Dans cette phase de 4 secondes, les deux pilotes agissent simultanément sur la commande de profondeur, probablement en réaction à l'annonce du pilote de renfort.

Les deux pilotes exercent une action à cabrer pendant 2 secondes environ. Le PA se désengage. L'accélération verticale maximale est atteinte (1,84 g).

Le PNF maintient un effort constant à cabrer tandis que le PF exerce une action opposée.

L'assiette demeure insuffisante pour une manœuvre de remise des gaz. Sa valeur maximale enregistrée est de + 7° puis elle passe à + 4° presque aussitôt.

La vitesse continue d'augmenter. L'avion n'est monté que d'une trentaine de pieds. Dans cette phase, il n'y a pas eu d'annonces d'écarts de la part du PNF ni aucune surveillance des paramètres de vol de la part de l'équipage de conduite.

#### **2.6.4 Phase 4 : remise de gaz**

A 9 h 30, après la deuxième annonce « assiette », le PF relâche son effort à piquer sur le volant. Le maintien de l'effort à cabrer du PNF conduit progressivement à une prise d'assiette de manœuvre de remise de gaz.

Le PNF cesse son action sur la commande de profondeur.

Pour chacune des phases les trois membres d'équipage n'ont fait part d'aucun avertisseur sonore.

## 2.7 Mesure prise

Après l'incident, une information de prévention, relative à une remise de gaz sans sélection du mode TOGA a été diffusée aux pilotes du secteur B777.

## 3 - CONCLUSION

L'incident grave est dû à la surveillance inadaptée des paramètres de vol par l'équipage de conduite.

Les facteurs suivants y ont contribué :

- l'exécution partielle d'une procédure de remise de gaz ;
- une gestion inadéquate des automatismes lors de cette exécution ;
- le conflit de projets d'actions entre le respect d'une consigne de l'exploitant et la poursuite de l'atterrissage qui semblait réalisable en toute sécurité selon le constructeur.

## 4 - INFORMATION COMPLÉMENTAIRE

En fin d'année 2010, le BEA a lancé une étude sur les Pertes de contrôle de la trajectoire en phase d'Approche lors de Remise de Gaz (PARG). Les résultats de l'étude sont attendus au second semestre 2013.