

ACCIDENT SURVENU A L'AIRBUS A330-203 VOL AF 447 DU 1^{ER} JUIN 2009

POINT SUR L'ENQUÊTE

DÉROULEMENT DU VOL

Le dimanche 31 mai 2009, l'Airbus A330-203 immatriculé F-GZCP exploité par la compagnie Air France est programmé pour effectuer le vol régulier AF447 entre Rio de Janeiro Galeão et Paris Charles de Gaulle. Douze membres d'équipage (3 PNT, 9 PNC) et 216 passagers sont à bord. Le départ est prévu à 22 h 00 ⁽¹⁾.

Vers 22 h 10, l'équipage est autorisé à mettre en route les moteurs et à quitter son poste de stationnement. Le décollage a lieu à 22 h 29. Le commandant de bord est PNF, l'un des copilotes est PF.

La masse au décollage est de 232,8 t (pour une MTOW de 233 t), dont 70,4 tonnes de carburant.

A 1 h 35 min 15 **1**, l'équipage informe le contrôleur d'ATLANTICO qu'il a passé le point INTOL puis il annonce les estimées suivantes : SALPU à 1 h 48 puis ORARO à 2 h 00. Il transmet également son code SELCAL et un essai est effectué, avec succès.

A 1 h 35 min 46, le contrôleur lui demande de maintenir le FL350 et de lui donner son estimée du point TASIL.

A 1 h 55, le commandant de bord réveille le second copilote et annonce « [...] *il va prendre ma place* ».

Entre 1 h 59 min 32 et 2 h 01 min 46 **2**, le commandant de bord assiste au briefing entre les deux copilotes, au cours duquel le PF dit notamment que « *le petit peu de turbulence que tu viens de voir [...] on devrait trouver le même devant [...] on est dans la couche malheureusement on ne peut pas trop monter pour l'instant parce que la température diminue moins vite que prévu* » et que « *le logon a échoué avec Dakar* ». Le commandant de bord quitte le poste de pilotage.

L'avion approche du point ORARO. Il vole au niveau de vol 350 et à Mach 0,82 ; l'assiette longitudinale est d'environ 2,5 degrés. La masse et le centrage de l'avion sont d'environ 205 tonnes et 29 %. Le pilote automatique 2 et l'auto-poussée sont engagés.

A 2 h 06 min 04, le PF appelle les PNC en leur disant que « *dans deux minutes là on devrait attaquer une zone où ça devrait bouger un peu plus que maintenant il faudrait vous méfier là* » et il rajoute « *je te rappelle dès qu'on est sorti de là* ».

A 2 h 08 min 07 **3**, le PNF propose « *tu peux éventuellement prendre un peu à gauche [...]* ». L'avion entame un léger virage à gauche ; la déviation par rapport à la route initialement suivie est d'environ 12 degrés. Le niveau de turbulences augmente légèrement et l'équipage décide de réduire le Mach vers 0,8.

⁽¹⁾Les heures sont exprimées en temps universel coordonné.

A partir de 2 h 10 min 05 ④, le pilote automatique puis l'auto-poussée se désengagent et le PF annonce « *j'ai les commandes* ». L'avion part en roulis à droite et le PF exerce une action à gauche et à cabrer. L'alarme de décrochage se déclenche deux fois de suite. Les paramètres enregistrés montrent une chute brutale d'environ 275 kt vers 60 kt de la vitesse affichée du côté gauche, puis quelques instants plus tard de la vitesse affichée sur l'instrument de secours (ISIS).

Note 1 : seules les vitesses affichées du côté gauche et sur l'ISIS sont enregistrées dans l'enregistreur de paramètres ; la vitesse affichée du côté droit n'est pas enregistrée.

Note 2 : le pilote automatique et l'auto-poussée sont restés désengagés jusqu'à la fin du vol.

A 2 h 10 min 16, le PNF dit « *on a perdu les vitesses alors* » puis « *alternate law [...]* ».

Note 1 : l'incidence est l'angle entre le vent relatif et l'axe longitudinal de l'avion. Cette information n'est pas présentée aux pilotes.

Note 2 : en lois alternate ou directe, les protections en incidence ne sont plus disponibles mais une alarme de décrochage (*stall warning*) se déclenche lorsque la plus grande des valeurs d'incidence valides dépasse un certain seuil.

L'assiette de l'avion augmente progressivement au-delà de 10 degrés et il prend une trajectoire ascendante. Le PF exerce des actions à piquer et alternativement de droite à gauche. La vitesse verticale, qui avait atteint 7 000 ft/min, diminue jusqu'à 700 ft/min et le roulis varie entre 12 degrés à droite et 10 degrés à gauche. La vitesse affichée du côté gauche augmente brutalement vers 215 kt (Mach 0,68). L'avion se trouve alors à une altitude d'environ 37 500 ft et l'incidence enregistrée se trouve autour de 4 degrés.

A partir de 2 h 10 min 50, le PNF tente plusieurs fois de rappeler le commandant de bord.

A 2 h 10 min 51 ⑤, l'alarme de décrochage se déclenche à nouveau. Les manettes de commande de poussée sont placées sur le cran TO/GA et le PF maintient son ordre à cabrer. L'incidence enregistrée, de l'ordre de 6 degrés au déclenchement de l'alarme de décrochage, continue à augmenter. Le plan horizontal réglable (PHR) passe de 3 à 13 degrés à cabrer en 1 minute environ ; il restera dans cette dernière position jusqu'à la fin du vol.

Une quinzaine de secondes plus tard, la vitesse affichée sur l'ISIS augmente brutalement vers 185 kt ; elle est alors cohérente avec l'autre vitesse enregistrée. Le PF continue de donner des ordres à cabrer. L'altitude de l'avion atteint son maximum d'environ 38 000 ft, son assiette et son incidence sont de 16 degrés.

Note : l'incohérence entre les vitesses affichées côté gauche et sur l'ISIS aura duré un peu moins d'une minute.

Vers 2 h 11 min 40 ⑥, le commandant de bord rentre dans le poste de pilotage. Dans les secondes qui suivent, toutes les vitesses enregistrées deviennent invalides et l'alarme de décrochage s'arrête.

Note : lorsque les vitesses mesurées sont inférieures à 60 kt, les valeurs mesurées d'incidences sont considérées invalides et ne sont pas prises en compte par les systèmes. Lorsqu'elles sont inférieures à 30 kt, les valeurs de vitesse elles-mêmes sont considérées invalides.

L'altitude est alors d'environ 35 000 ft, l'incidence dépasse 40 degrés et la vitesse verticale est d'environ - 10 000 ft/min. L'assiette de l'avion ne dépasse pas 15 degrés et les N1 des moteurs sont proches de 100 %. L'avion subit des oscillations en roulis atteignant parfois 40 degrés. Le PF exerce une action sur le manche en butée à gauche et à cabrer, qui dure environ 30 secondes.

A 2 h 12 min 02, le PF dit « *je n'ai plus aucune indication* », et le PNF « *on n'a aucune indication qui soit valable* ». A cet instant, les manettes de commande de poussée se trouvent sur le cran IDLE, les N1 des moteurs sont à 55 %. Une quinzaine de secondes plus tard, le PF fait des actions à piquer. Dans les instants qui suivent, on constate une diminution d'incidence, les vitesses redeviennent valides et l'alarme de décrochage se réactive.

A 2 h 13 min 32, le PF dit « *on va arriver au niveau cent* ». Environ quinze secondes plus tard, des actions simultanées des deux pilotes sur les mini-manches sont enregistrées et le PF dit « *vas-y tu as les commandes* ».

L'incidence, lorsqu'elle est valide, reste toujours supérieure à 35 degrés.

Les enregistrements s'arrêtent à 2 h 14 min 28. Les dernières valeurs enregistrées sont une vitesse verticale de - 10 912 ft/min, une vitesse sol de 107 kt, une assiette de 16,2 degrés à cabrer, un roulis de 5,3 degrés à gauche et un cap magnétique de 270 degrés.

NOUVEAUX FAITS ÉTABLIS

A ce stade de l'enquête, en complément des rapports du BEA du 2 juillet et 17 décembre 2009, les nouveaux faits suivants ont pu être établis :

- La composition de l'équipage était conforme aux procédures de l'exploitant.
- Au moment de l'événement, la masse et le centrage de l'avion se trouvaient à l'intérieur des limites opérationnelles.
- Au moment de l'événement, les deux copilotes étaient en place dans le poste de pilotage et le commandant de bord en repos ; ce dernier est revenu dans le poste de pilotage environ 1 min 30 après le désengagement du pilote automatique.
- Il y a eu une incohérence entre les vitesses affichées côté gauche et sur l'instrument de secours (ISIS). Elle a duré un peu moins d'une minute.
- Après le désengagement du pilote automatique :
 - l'avion est monté jusqu'à 38 000 ft ;
 - l'alarme de décrochage s'est déclenchée et l'avion a décroché ;
 - les ordres du PF ont été majoritairement à cabrer ;
 - la descente a duré 3 min 30, pendant laquelle l'avion est resté en situation de décrochage. L'incidence a augmenté et est restée supérieure à 35 degrés ;
 - les moteurs ont fonctionné et toujours répondu aux commandes de l'équipage.
- Les dernières valeurs enregistrées sont une assiette de 16,2 degrés à cabrer, un roulis de 5,3 degrés à gauche et une vitesse verticale de - 10 912 ft/min.

