

**Assiette excessive à l'atterrissage, rebond, heurt du fuselage avec la piste**

<b>Aéronef</b>	Airbus A321-211, immatriculé F-GTAT, AF661WN
<b>Date et heure</b>	12 septembre 2011 à 6 h 14 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 national de passagers
<b>Equipe</b>	Commandant de bord (PF), Copilote (PNF)
<b>Conséquences</b>	Structure du fuselage arrière endommagée

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

**DÉROULEMENT DU VOL**

Les éléments suivants sont issus des données enregistrées.

A 5 h 10, le commandant de bord, PF, décolle de l'aérodrome de Marseille-Provence (13) à destination de l'aérodrome de Paris Charles de Gaulle (95).

La croisière débute à 5 h 33 au FL 340.

La descente vers l'aérodrome de destination débute à 5 h 45 sans avoir effectué le briefing avant descente.

A 5 h 57 min 58, le contrôle d'approche de l'aérodrome de Paris Charles de Gaulle autorise le commandant de bord à descendre vers 6 000 ft, en guidage radar vers OMAKO, pour une finale ILS en piste 26L.

A 6 h 07 min 26, alors que l'avion passe en descente l'altitude de 4 150 ft, une déconnexion du pilote automatique est enregistrée. Au même instant, les manettes de poussée sont amenées dans le cran IDLE ce qui entraîne le désengagement de l'auto-poussée (ATHR). Ces actions ne font l'objet d'aucune annonce de la part du commandant de bord.

A 6 h 07 min 28, le directeur de vol gauche (FD1) est désengagé (annoncé par le commandant de bord). Deux secondes plus tard, celui de l'OPL (FD2) est désengagé.

A 6 h 08 min 48, la commande des volets est positionnée sur le cran 1.

A 6 h 09 min 06, la commande des volets est positionnée sur le cran 2.

A 6 h 09 min 11, l'avion intercepte le Localizer de l'ILS 26L.

A 6 h 10 min 47, l'avion intercepte le Glide de l'ILS 26L.

A 6 h 11 min 58, la commande des volets est positionnée sur le cran 3. Au même instant, la sortie du train d'atterrissage est commandée. Il n'y a pas d'annonces spécifiques au CVR<sup>(2)</sup>.

A 6 h 12 min 59, l'avion est à une hauteur radiosonde d'environ 1 000 ft, en descente, en configuration FULL et trains d'atterrissage sortis. Il est sur l'axe, sur le plan de descente et l'approche est stabilisée. La vitesse est de 155 kt, et la vitesse verticale est d'environ - 800 ft/min.

<sup>(2)</sup>Le commandant de bord indique avoir transmis les ordres par geste.

Entre 6 h 14 min 02 et 6 h 14 min 10, la direction du vent enregistré oscille entre 221° et 174°.

Durant le même laps de temps, la vitesse de l'avion varie entre 152 kt et 140 kt.

A 6 h 14 min 11, alors que l'avion se trouve à une hauteur radiosonde de 70 ft, le PF amène son mini-manche à piquer pendant une seconde et demi (6°). L'assiette longitudinale de l'avion passe de + 2,8° à + 1,4°. La vitesse verticale de l'avion passe de - 600 ft/min à - 800 ft/min.

A 6 h 14 min 13, alors que l'avion se trouve à une hauteur radiosonde de 50 ft avec une vitesse de 136 kt, le PF amène légèrement son mini-manche à cabrer. L'assiette longitudinale de l'avion passe de + 1,4° à + 1,8°.

A 6 h 14 min 14, alors que l'avion se trouve à une hauteur radiosonde de 35 ft avec une vitesse de 138 kt, le PF débute l'arrondi. Le mini-manche est amené à cabrer à un peu plus de la moitié de sa course (10.4°). L'assiette longitudinale de l'avion passe de + 1,8° à + 4,2° en une seconde. Au même moment, les manettes de poussée sont amenées dans le cran IDLE.

A 6 h 14 min 15, le copilote annonce « il tombe, il tombe, il tombe, il tombe ». Au même instant, alors que l'avion se trouve à une hauteur radiosonde de 20 ft avec une vitesse de 137 kt, le PF amène son mini-manche jusqu'en butée à cabrer pendant environ une seconde. L'assiette longitudinale de l'avion passe de + 4,2° à + 7,7°. Une seconde après, l'annonce « RETARD » est enregistrée.

A 6 h 14 min 17, les trains principaux sont compressés pendant environ une seconde. Les spoilers se déploient. La vitesse de l'avion est de 130 kt alors que la vitesse cible est de 142 kt. Le facteur de charge est d'environ + 1,9 g et la vitesse verticale de - 400 ft/min. L'assiette longitudinale de l'avion atteint + 8,4°.

A 6 h 14 min 18, les trains principaux sont enregistrés non compressés pendant environ une seconde (rebond). L'avion est à nouveau en vol avec une vitesse de 126 kt. Le mini-manche du PF est toujours à cabrer entre - 4,7° et - 5,7° (environ le tiers de la course). Les spoilers se déploient. L'assiette longitudinale maximale enregistrée est de + 9,1°. Les manettes de poussée sont placées dans le cran REVERSE IDLE.

A 6 h 14 min 19, les trains principaux sont de nouveau compressés. La vitesse de l'avion est de 130 kt et le facteur de charge vertical de + 1,75 g. L'assiette longitudinale de l'avion commence à diminuer.

A 6 h 14 min 20, les spoilers sont totalement déployés et les reverses sont déverrouillées.

A 6 h 14 min 22, les reverses sont complètement déployées et les manettes de poussée sont placées dans le cran MAX REVERSE.

A 6 h 14 min 24, le train avant est compressé.

## RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 1. Constatation des dégâts

Aucun rapport 15 (Load Report 15 dédié à l'atterrissage dur) n'a été émis par le système centralisé de maintenance de l'avion. Les conditions n'étaient pas réunies pour déclencher l'envoi du message.

Le revêtement de surface, sous le fuselage, est râpé entre les cadres 62 et 67. Les lisses 42 droite et 42 gauche sont endommagées. Le mât du drain d'évacuation arrière (14DU) est râpé et porte des indices de pliures latérales.

### 2. Expérience de l'équipage

#### 2.1 Le commandant de bord (PF)

Homme, 43 ans, qualification de type A320 valide jusqu'en 2012.

Heures de vol	Totales	A320	Dont A321
Générales	8 538	2 844	284
90 jours		145	30
30 jours		50	6

Activités des jours précédents : 4 h 25 min de vol le 10 septembre, 2 h 50 le 11 septembre, 1 h 25 le 12 septembre. Une seule étape (celle de l'accident) a été effectuée sur A321.

#### 2.2 Le copilote (PNF)

Homme, 42 ans, qualification de type A320 valide jusqu'en 2012.

Heures de vol	Totales	A320	Dont A321
Générales	4 586	4 000	506
90 jours		135	10
30 jours		66	6

L'activité des jours précédents est la même que celle du commandant de bord.

### 3. Conditions météorologiques.

- METAR 120300Z 19009kt CAVOK 15/12 Q1013 NOSIG (dossier de vol)
- METAR 120600z 19016kt 9999 BKN 014 BKN 077 16/15/ NOSIG
- TAF30 112300Z 100/1306 22010kt CAVOK BECMG 1206/1208 BKN 018 TEMPO 1208/1217 22015G25 ktTX22/1214Ztn15/1205Z (dossier de vol)
- ATIS (extrait) : FEW1200 SCT 7000 visi 10 km 210/14kt

#### 4. Trajectoire

Les paramètres enregistrés indiquent que l'approche était stabilisée jusqu'à 50 ft. L'étude de la trajectoire a été réalisée par le constructeur en prenant en compte une masse à l'atterrissage de 72,9 T et une position du centre de gravité (CG) à 21,9 %.

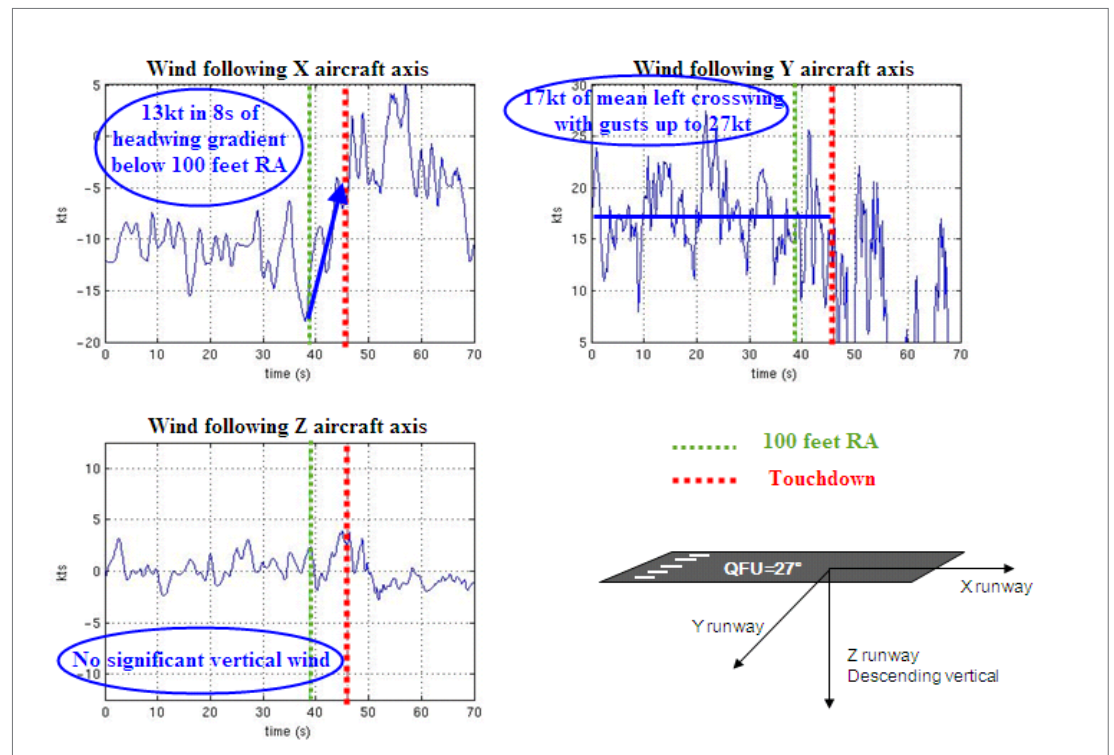
##### 4.1 Direction et force du vent

La reconstruction des composantes du vent a été réalisée. Un logiciel adapté permet de reproduire ces différentes composantes du vent en 3D.

De ce calcul, il ressort qu'en finale, en dessous de 600 ft, l'avion :

- a subi une diminution du vent de face de 13 kt en 8 secondes (17 à 4 kt) alors qu'il était à une hauteur de moins de 100 ft ;
- a été soumis en courte finale à un vent de travers gauche de 17 kt en moyenne.

Aucun gradient de vent vertical significatif n'a été décelé.



<sup>(3)</sup>La VAPP est égale à VLS + 1/3 vent de face tour avec minimum de VLS + 5 kt. Dans notre cas VAPP = 143 kt  
La vitesse cible (Target Speed) est calculée par le FMGS et continuellement ajustée en fonction du vent. Lorsque la vitesse est managée, cette vitesse est représentée par un triangle magenta sur le PFD.

<sup>(4)</sup>Le PNF doit annoncer les écarts en vitesse (<VAPP - 5), assiette (>7,5°), inclinaison (>5°)

##### 4.2 Etudes des paramètres

A partir de 6 h 10 min 50, l'avion est en finale ILS stabilisée. Puis il passe au-dessus du plan de descente juste avant le début de l'arrondi. La vitesse qui était de 143 kt (vitesse cible<sup>(3)</sup>) commence à décroître vers 136 kt (VApp - 7kt). L'écart de vitesse n'a pas été annoncé par le PNF<sup>(4)</sup>. Cette diminution est probablement due à la variation de la vitesse de la composante de vent de face (diminution de 13 kt en 8 secondes). Il est à noter que dans cette phase, il n'y a aucune sollicitation des manettes de poussée.

L'action à cabrer sur le mini-manche (pleine déflexion), exécutée à environ 20 ft a conduit l'avion à prendre une assiette importante (+ 8,4°) et à toucher des roues « fermement » (+ 1,9 g). De plus, cette action en induisant une rotation, a favorisé le rebond.

La sortie des spoilers a eu pour effet d'augmenter l'assiette alors que cette dernière était stabilisée à + 8,1°. La valeur maximale enregistrée est de + 9,14° alors que l'assiette maximale conduisant à un Tail Strike, dans ces conditions, est de + 9,7° avec les trains d'atterrissage principaux complètement compressés, à inclinaison nulle. La différence peut s'expliquer par la précision de la mesure (+/- 0,352), l'échantillonnage à quatre valeurs enregistrées par seconde et la flexion du fuselage lors de l'atterrissage.

### 5. Technique d'atterrissage

La documentation du constructeur demande de réaliser l'arrondi vers 30 ft. L'annonce « Retard » est émise à 20 ft afin de rappeler au pilote de réduire la poussée des moteurs. En approche finale, l'assiette est généralement voisine de + 2,4°. Elle est de + 6,6° au touché des roues.

L'A321 est une variante de l'A320 avec un fuselage allongé de 6,93 m. Sa géométrie entraîne des limitations en assiette à l'atterrissage afin de garantir une garde au sol suffisante de la structure de l'avion (+ 11,2 ° amortisseurs détendus, + 9,7° amortisseurs compressés).

« Le PNF (PM) doit surveiller l'assiette au PFD et annoncer « PITCH » lorsqu'elle atteint 7,5° (sur A321) ». L'assiette supérieure à + 7,5° a été atteinte environ 2 secondes avant le premier touché des roues du train principal.

Le simulateur A320 couramment utilisé ne peut pas être paramétré en A321 (contraintes technologiques). Il n'y a pas d'enregistrement de l'assiette à l'atterrissage. Seule une surveillance de ce paramètre par l'instructeur permet d'alerter le pilote sur une attitude excessive éventuelle.

### 6. Dispositifs d'alerte de cabré excessif

Il existe deux dispositifs permettant d'alerter l'équipage :

- un chevron inversé qui apparaît dans l'échelle des assiettes positives. Il indique l'assiette maximale à ne pas dépasser à l'arrondi ;
- une annonce « PITCH » audible en poste.

Ces installations sont optionnelles. Elles n'équipaient pas l'avion accidenté.

### 7. Gestion du rebond

La documentation du constructeur (Airbus Briefing Notes, Bounce Recovery–Rejected Landing) indique que le rebond à l'atterrissage est généralement le résultat d'un ou de la combinaison de facteurs comme un cisaillement de vent, un phénomène thermique, un arrondi tardif, une technique d'arrondi incorrecte, la perte des références extérieures, une vitesse excessive et/ou une poussée autre que le ralenti vol.

La technique de récupération dépend de la hauteur atteinte pendant le rebond. Pour un faible rebond, la technique suivante peut être appliquée :

- maintenir une assiette normale d'atterrissage ;
- ne pas augmenter l'assiette (qui pourrait conduire à un touché de fuselage) ;
- ne pas permettre l'augmentation de l'assiette ;  
*Il est à noter que la sortie des spoilers s'accompagne d'un effet à cabrer.*
- poursuivre la manœuvre d'atterrissage en maintenant la poussée au ralenti.

## **8. Mesures prises par la compagnie**

Une information de prévention, relative aux atterrissages, aux rebonds et aux touchés de fuselage (Tail Strike) a été émise par la compagnie en 2010. Elle rappelait les procédures et les actions à réaliser.

## **9. Témoignage des pilotes**

### **9.1 Le commandant de bord**

Les deux pilotes ont pris connaissance de l'ATIS avant la descente.

Le commandant de bord, PF, indique qu'il a décidé et annoncé au briefing approche/atterrissage qu'il allait atterrir sans utiliser les automatismes et en configuration volets/becs Full. Il a désengagé les automatismes à l'interception de l'ILS, à 3 000 ft.

La vitesse d'approche choisie était la vitesse d'approche standard, elle n'a pas été majorée. L'approche a été stabilisée assez tôt (1 500 ft). Il a entendu le contrôleur Tour annoncer des rafales de vent à 25 kt.

Il a commencé l'arrondi un peu plus tôt, vers 40 ft, car l'avion était lourd et la vitesse verticale élevée. Dans cette phase, il ne regarde plus les instruments. Il a eu une sensation d'enfoncement, confirmée par l'annonce de l'OPL « on tombe, on tombe,... ».

A ce moment-là il a tiré sur le manche « mais pas trop fort » ayant à l'esprit qu'il s'agissait d'un A321. Il n'a pas entendu d'alarme, ni d'annonce de l'OPL.

### **9.2 Le copilote**

Il indique que le briefing a été effectué, mais succinctement en raison de la situation météorologique favorable. Il n'y a pas eu de mention particulière relative à l'A321. La vitesse d'approche choisie était standard (autour de 140 kt) avec la configuration Full.

Il ajoute qu'à 3 000 ft, le commandant de bord a désengagé FD, A-THR. Il n'a pas de souvenir que cela ait été abordé lors du briefing.

Au contact avec la Tour, le contrôleur annonçait des rafales à 25 kt (il dit avoir lu un vent du 210/30 kt sur son ND).

En finale, la vitesse indiquée et la vitesse verticale étaient conformes à celles calculées jusqu'à l'arrondi.

En très courte finale, vers 50 ft, il a ressenti que l'avion s'enfonçait. Il a annoncé « on tombe » une ou deux fois. Il n'y a pas eu d'alarme. Il n'a pas fait d'annonce particulière. Il regardait à l'extérieur.

Il ajoute qu'il attendait une réaction de la part du commandant de bord sur la poussée. Il n'a pas osé intervenir sur les commandes. L'assiette lui a paru élevée.

Avant de quitter l'avion, il a dit au commandant de bord de préserver le CVR.

### **10. Faits établis**

- La finale était stabilisée.
- L'avion a subi une diminution importante de la composante de vent de face en dessous de 100 ft.
- La vitesse a diminué sous la VLS sans ajustement de la poussée avant le touché des roues. L'écart n'a pas été annoncé.
- L'avion s'est « enfoncé » et le commandant de bord a contré par une action réflexe à cabrer (mini-manche en butée).
- Pendant le rebond qui a suivi, l'assiette, qui était supérieure à la valeur standard mais stabilisée, a augmenté en raison de la sortie des spoilers.
- L'écart d'assiette n'a pas été annoncé : la valeur (7,5°) n'a été atteinte que deux secondes environ avant le touché. Le copilote regardait dehors.
- Le deuxième touché a eu lieu avec une assiette voisine de la valeur limite amortisseurs enfoncés.

### **CONCLUSION**

L'accident est dû à un contrôle insuffisant des paramètres de vol en très courte finale et à l'arrondi. Le commandant de bord a poursuivi l'atterrissage alors que la vitesse était insuffisante. L'action réflexe sur le mini-manche a conduit à un rebond. La sortie des spoilers a alors conduit à un atterrissage avec une assiette à cabrer excessive.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- l'absence d'annonce d'écarts de la part du PNF ;
- l'absence de dispositif d'affichage d'assiette limite au PFD ;
- l'absence d'entraînement adapté au modèle d'avion.