

## Incidents

1- de l'Airbus A318 immatriculé **F-GUGB**  
survenu à Paris Charles-de-Gaulle (95)

2 - de l'Airbus A321 immatriculé **F-GTAT**  
survenu à Toulouse-Blagnac (31)

<sup>(1)</sup>Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale.

<sup>(2)</sup>Pilot Monitoring.

<sup>(3)</sup>Officier Pilote de Ligne.

<sup>(4)</sup>Pilot Flying.

<b>Dates et heures</b>	Incident 1 - 28 mars 2017 vers 21 h 30 <sup>(1)</sup> Incident 2 - 30 mars 2017 vers 17 h 50
<b>Exploitant</b>	Air France
<b>Natures des vols</b>	Incident 1 : Transport aérien commercial de passagers Incident 2 : Transport aérien commercial, vol de convoi
<b>Personnes à bord</b>	Incident 1 : Commandant de Bord (PM <sup>(2)</sup> ) ; OPL <sup>(3)</sup> (PF <sup>(4)</sup> ) ; 3 PNC ; 35 passagers Incident 2 : CdB (PF) ; OPL (PM)
<b>Conséquences et dommages</b>	Aucun

## Variations excessives d'assiette à cabrer en montée

### 1 - DÉROULEMENT DES VOLS

La rédaction de ce paragraphe s'appuie sur les témoignages de l'équipage et les paramètres de vol enregistrés. Les CVR n'ont pas été préservés.

#### Premier incident

Le 28 mars 2017, l'équipage se prépare à effectuer la dernière étape de la journée à bord de l'Airbus A318 immatriculé F-GUGB. L'équipage indique qu'il décide de décoller avec la poussée maximum (TOGA<sup>(5)</sup>) à des fins d'entraînement. Lors du briefing décollage, il évoque les conséquences associées au fait que l'avion est léger<sup>(6)</sup>:

- accélération importante ;
- nécessité de maintenir une assiette à cabrer plus importante que d'habitude ;
- changement de configuration avion plus rapide.

Cinq secondes après le lever des roues, l'assiette longitudinale est de 19,7° et la vitesse indiquée atteint un maximum de 147 kt.

Six secondes plus tard, l'assiette atteint 24,6°, la vitesse est de 141 kt et la déflexion du mini-manche du pilote est de 11,7° à cabrer, en augmentation. La protection en assiette à cabrer s'active pendant un peu plus de six secondes.

<sup>(5)</sup>Take-off Go Around.

<sup>(6)</sup>Masse au décollage de 47,6 t pour une Masse maximale au décollage de 60 t d'après le dossier de vol.

<sup>(7)</sup>Flight Mode Annunciator (Écran d'affichage indiquant le mode de vol).

Un peu plus de deux secondes plus tard, alors que la protection en attitude est toujours active, la déflexion du mini-manche dépasse 14° (87,5 % de la déflexion maximale), ce qui déclenche la protection ALPHA-FLOOR (cf. § 2.2.2).

Les manettes étant déjà dans le cran TOGA, la poussée des moteurs est maintenue. Le message A. FLOOR est brièvement affiché au FMA<sup>(7)</sup> (les conditions de la fonction ALPHA-FLOOR perdurent pendant un peu plus d'une demi-seconde), puis TOGA LK jusqu'à la déconnexion de l'auto-poussée (A/THR).

Durant cette séquence, l'incidence est restée inférieure à Alpha-Prot.

L'ordre à cabrer diminue puis devient un ordre à piquer pendant deux secondes. L'assiette diminue vers 20°, la vitesse conventionnelle se stabilise vers 140 kt.

Treize secondes après l'activation de la protection ALPHA-FLOOR, le PM appuie sur le bouton de déconnexion de l'A/THR sur la manette de poussée puis sur le bouton A/THR du bandeau supérieur huit secondes plus tard afin de la réarmer. Les manettes de poussée sont alors placées dans le cran CLIMB, ce qui engage à nouveau l'A/THR six secondes après son réarmement.

Les pilotes ont indiqué ne pas avoir vu le message A. FLOOR au FMA. Ils ont cependant vu TOGA LK et n'ont pas senti de réajustement de poussée pendant cette phase (cf. § 2.2.2). Le PF ne se souvient pas des ordres affichés du directeur de vol (FD<sup>(8)</sup>) pendant cette phase<sup>(9)</sup>. Son objectif était de maintenir la vitesse cible de V2<sup>(10)</sup> +10.

Le reste de la montée et du vol est poursuivi sans incident.

À l'arrivée à Zürich, l'OPL a été sollicité par les services de la compagnie aérienne pour un vol de convoyage prévu le 30 de Toulouse à Paris. La compagnie n'avait pas encore identifié de CdB pour ce vol et l'OPL a proposé à son collègue qui a accepté. La compagnie a validé cette solution.

## Second incident

Le 30 mars, le même équipage prépare un vol de convoyage à bord de l'Airbus A321 immatriculé F-GTAT. Les pilotes sont seuls à bord. Les conditions météorologiques sont bonnes avec quelques nuages au FL100. Le CdB est PF. Afin de tenter de comprendre l'apparition du message TOGA LK deux jours plus tôt, l'équipage décide d'effectuer à nouveau un décollage avec la poussée TOGA et de limiter la cible d'assiette initiale à 7,5° afin de diminuer les risques de toucher de queue qui sont plus importants sur A321.

Le PF poursuit la rotation jusqu'à 17°. La vitesse indiquée passe par un maximum de 160 kt puis diminue légèrement tandis que l'assiette augmente jusqu'à 24° sous l'effet d'ordres à cabrer du PF. La protection ALPHA-FLOOR s'active à un peu moins de 750 ft sol en raison de la déflexion du manche supérieure à 14° et de la protection en assiette à cabrer qui est active. Les messages A. FLOOR et TOGA LK sont observés par l'équipage. Les conditions d'activation de la protection ALPHA-FLOOR durent moins d'une seconde. L'A/THR est déconnectée huit secondes après l'activation de la protection ALPHA-FLOOR. L'équipage déconnecte puis réarme l'A/THR et l'active en positionnant les manettes de poussées dans le cran CLIMB.

Durant cette séquence, l'incidence est restée inférieure à Alpha-prot.

La montée se poursuit normalement jusqu'au FL100 environ.

<sup>(11)</sup>Centre Régional de la Navigation Aérienne du Sud-Ouest, basé à Mérignac (33).

En franchissant ce niveau, l'équipage contacte le contrôleur du CRNA-SO<sup>(11)</sup> et s'annonce en montée vers le FL140, conformément à la dernière instruction délivrée par le contrôleur d'approche de Toulouse.

Le contrôleur autorise l'équipage à monter au FL190. L'équipage collationne et précise au contrôleur que l'avion étant léger, il aura un fort taux de montée. Le contrôleur accuse réception de cette information.

Trente secondes plus tard le contrôleur et l'équipage échangent les messages suivants :

- ☐ « Contrôleur : Air France trois cent soixante-douze Victor vous croisez quelle altitude actuellement ?
- ☐ AF372V : F-GTAT : niveau cent (huit) Air France trois cent soixante-douze Victor
- ☐ Contrôleur : reçu vous avez fait un léger palier ou pas ?
- ☐ AF372V : euh non on a accéléré au niveau cent Air France trois cent soixante-douze Victor... là on monte là... ».

Quelques instants plus tard, les données radar enregistrent un taux de montée supérieur à 13 000 ft/min alors que l'avion franchit le FL143. Le filet de sauvegarde se déclenche avec un avion convergeant, en croisière au FL400. L'équipage signale qu'il approche le FL190 et le contrôleur lui demande de réduire le taux de montée car il fait « flasher tous les systèmes ».

Les paramètres de vol enregistrés indiquent que l'avion a effectué un palier au FL104 pendant lequel la vitesse a augmenté jusqu'à 350 kt. L'assiette a ensuite augmenté jusqu'à environ 27°, sous l'effet des ordres à cabrer appliqués par le PF (déflexion maximum du mini-manche à 7,6°, PA<sup>(12)</sup> désengagé, A/THR engagée en mode CLB). La protection en attitude s'est activée. La vitesse verticale a atteint brièvement un maximum de 15 000 ft/min et la vitesse indiquée un minimum de 220 kt environ. L'incidence est restée comprise entre 0 et 3,2° pendant cette manœuvre. Le taux de montée a été réduit puis le FL190 a été capturé normalement sans dépassement, PA engagé.

L'équipage a indiqué que ce fort taux de montée n'était pas lié cette fois à une recherche d'explication technique mais à une manœuvre volontaire, dans un contexte de vol sans passager assuré par un équipage qui se connaît bien.

## 2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 2.1 Renseignements sur l'équipage

En mars 2017, le CdB, âgé de 51 ans, était titulaire d'une licence ATPL<sup>(13)</sup> obtenue en 2004. Il avait été recruté par la compagnie aérienne en 1999 et exerçait la fonction de CdB sur A320 depuis 2008. Son expérience totale était d'environ 9 500 heures de vol dont environ 6 700 sur avions de la famille A320.

L'OPL, âgé de 36 ans, était titulaire d'une licence ATPL obtenue en 2012. Il avait été recruté par la compagnie aérienne en 2008 et exerçait la fonction d'OPL sur A320 depuis 2008. Son expérience totale était d'environ 5 500 heures de vol, quasiment toutes sur avions de la famille A320.

<sup>(12)</sup>Pilote automatique.

<sup>(13)</sup>Airline Transport Pilot Licence (licence de pilote de transport de ligne.)

Les deux pilotes ont expliqué qu'ils se connaissent depuis longtemps et qu'il leur arrivait régulièrement de voler ensemble en exprimant ce souhait au service des plannings de la compagnie.

## 2.2 Renseignements sur l'aéronef

### 2.2.1 Protection en assiette à cabrer

En loi de commandes de vol normale, il existe plusieurs protections de l'enveloppe de vol dont une relative aux assiettes excessives. Pour les avions de la famille A320, l'assiette à cabrer est limitée à un maximum de 30° progressivement réduit à 25° à faible vitesse pour les configuration 0 à 3 et de 25° réduite à 20° à faible vitesse en configuration FULL.

Les barres de tendance du FD disparaissent lorsque l'assiette atteint et dépasse 25° à cabrer. Elles réapparaissent lorsque l'assiette devient inférieure à 22°.

### 2.2.2 Protection en incidence en loi normale

Lorsque l'avion décélère, l'incidence peut atteindre une valeur dite « *alpha prot* ». La compensation automatique à cabrer est alors arrêtée et sans action sur le mini-manche, l'incidence reste à cette valeur. Si une action à cabrer sur le mini-manche est appliquée, la décélération est poursuivie.

Lorsque l'incidence atteint une valeur dite « *alpha floor* », la poussée maximale disponible est appliquée automatiquement afin de regagner de l'énergie.

Le FCOM<sup>(14)</sup> indique que la fonction ALPHA-FLOOR est disponible dès le lever des roues et est activée :

1. lorsque l'incidence devient supérieure à l'incidence « *alpha floor* » (9,5° en configuration 0, 15° en configuration 1 et 2, 14° en configuration 3 et 13° en configuration FULL),

ou

2. si la déflexion du mini-manche dépasse 14° à cabrer et qu'une des deux protections en assiette à cabrer ou en incidence est active.

Des discussions avec plusieurs pilotes ont montré que l'activation de la protection ALPHA-FLOOR selon le second critère ci-dessus était méconnue, bien que décrite dans le FCOM. Selon eux, cette protection est en général associée au premier critère d'incidence uniquement.

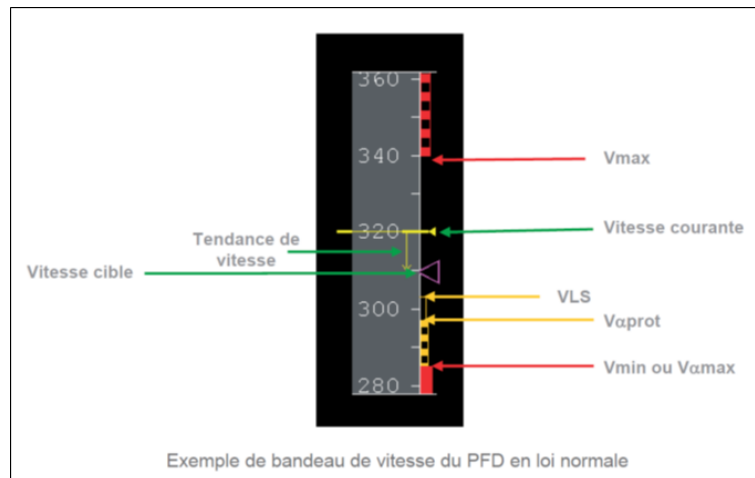
Lorsque la protection ALPHA-FLOOR est activée :

- le message A FLOOR est affiché au FMA aussi longtemps que les conditions d'activation sont réunies ;
- la poussée maximale disponible est appliquée quelle que soit la position des manettes de poussée.

Lorsque les conditions d'activation de la protection ALPHA-FLOOR ne sont plus réunies, la poussée maximale disponible est maintenue et le message TOGA LK est affiché au FMA. La fonction ALPHA-FLOOR ou TOGA LOCK peut être annulée par le pilote en déconnectant l'A/THR. Cette déconnexion, qui permet de gérer à nouveau la poussée, peut se faire par le bouton rouge sur les manettes de poussée ou le placement de ces dernières dans le cran IDLE.

<sup>(14)</sup>Flight Crew Operating Manual.

D'autre part, s'il maintient le mini-manche en butée arrière, l'avion ne peut décélérer que jusqu'à une vitesse correspondant à une incidence limite dite « *alpha max* ». Sa vitesse est maintenue avec une pente adaptée. La valeur de cette incidence est inférieure à celle de l'incidence de décrochage.



<sup>(15)</sup>SRS : Speed Reference System.

### 2.2.3 Mode de guidage SRS<sup>(15)</sup>

Le mode de guidage vertical (SRS), utilisé au décollage, positionne la barre horizontale du FD pour maintenir une vitesse indiquée de  $V_2+10$  à condition que l'assiette n'excède pas  $18^\circ$ . Si cette valeur d'assiette est atteinte, le FD n'indique pas d'ordre supplémentaire à cabrer afin de ne pas la dépasser. Dans ce cas, la vitesse indiquée peut alors augmenter au-delà de  $V_2+10$ .

<sup>(16)</sup>Traffic Alert and Collision Avoidance System.

### 2.2.4 TCAS<sup>(16)</sup>

Toutes les alarmes TCAS sont inhibées lorsque la vitesse verticale de rapprochement entre deux avions est supérieure à 10 000 ft/min.

### 2.2.5 Limitations en vitesse

En configuration 1+F (Becs + volets), la vitesse maximum ( $V_{fe}$ <sup>(17)</sup>) est de 215 kt. Dans cette configuration, les volets rentrent automatiquement à 210 kt, les becs restant sortis. La  $V_{fe}$  de la configuration 1 (becs seuls) devient alors 230 kt.

<sup>(17)</sup>Maximum speed with flaps extended.

## 2.3 Renseignements sur la compagnie aérienne

Les critères utilisés par le service d'Air France effectuant les analyses de vol n'ont pas permis de faire ressortir la prise de vitesse en palier suivie d'une montée à forte pente qui a été détectée par le BEA lors de l'exploitation préliminaire des données du second vol.

Le système de planning de la compagnie permet aux personnels navigants d'exprimer leurs souhaits d'être programmés sur des vols donnés. Les appariements fréquents ne sont pas surveillés.

Un bureau d'information technique permet également aux équipages d'adresser leurs questions techniques.

Le Manuel d'exploitation de la compagnie ne prévoit pas de cadre d'exploitation particulier pour les vols de convoyage qui doivent être réalisés comme des vols commerciaux.

### 3 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

La décision d'effectuer le premier décollage avec la poussée maximum (TOGA) vient d'une volonté de revoir une situation moins couramment pratiquée que les décollages avec une poussée réduite. L'équipage a indiqué avoir anticipé l'accélération de l'avion. La gestion de la trajectoire n'a pas généré de surprise ni menacé la sécurité du vol. En revanche l'activation de la protection ALPHA-FLOOR et ses conséquences n'avait pas été anticipée. Néanmoins, les paramètres de vol montrent que les conditions d'activation n'ont été que brièvement réunies, ce qui peut expliquer que l'équipage n'ait perçu au FMA que le message TOGA LK et non le A FLOOR.

L'équipage n'a pas compris la raison de l'affichage du message TOGA LK parce qu'il ne connaissait pas ou n'avait pas souvenir du critère d'activation de la protection ALPHA-FLOOR basé sur l'assiette et les ordres à cabrer. L'absence de réajustement de la poussée et l'absence de perception du bref message A FLOOR ont également contribué à cette incompréhension.

La volonté de respecter au mieux la consigne V2+10 habituelle a conduit le PF à adopter une assiette importante. Il est également possible que l'augmentation de la vitesse indiquée, matérialisée sur le PFD par une « *speed trend* » importante ait aussi contribué à cette prise d'assiette pour rester sous la Vfe. Il convient de rappeler que la cible V2+10 correspond à un minimum de vitesse choisi pour des raisons de nuisances sonores et de pente minimale en cas de panne moteur. Lorsque l'avion est léger et que la poussée est forte, la pente de montée reste importante avec une vitesse supérieure à ce minimum. La logique retenue par le FD prend en compte cet aspect en limitant l'assiette à cabrer à 18°. Il faut alors accepter une augmentation de vitesse rapide amenant à anticiper la rentrée des traînées. L'équipage n'était probablement pas conscient que sa décision de décoller dans ces conditions le plaçait dans un mode d'utilisation inhabituel du FD.

Ce premier événement illustre la difficulté d'anticiper l'ensemble des conséquences d'une décision de s'écarter d'une situation habituelle.

Le vol de convoyage, sans passager, a offert la possibilité à l'équipage de chercher une réponse à l'apparition du message TOGA LK.

On peut se demander si la méthode retenue consistant à rechercher puis répéter une situation inhabituelle, bien qu'autorisée, est pertinente. Le risque suggéré par ces deux événements est que l'équipage s'expose à des situations dont il ne maîtrise pas tous les aspects. Cependant maintenir un périmètre de compétence supérieur à l'enveloppe des compétences habituelles paraît sain pour encourager les capacités d'adaptation et garder une marge de savoir, de savoir-faire et de confiance en soi en cas d'imprévu. Le recours aux simulateurs en compagnie d'instructeurs est probablement plus adapté pour répondre à ce besoin, en gardant un temps permettant aux équipages de vérifier ou d'étudier des situations de leur choix, si les contraintes d'utilisation des simulateurs le permettent.

Enfin il semble utile de rappeler les conditions d'activation de la protection

## ALPHA-FLOOR :

- ❑ l'incidence devient supérieure à une valeur seuil,
- ou
- ❑ la déflexion du mini-manche dépasse 14° à cabrer et une des deux protections en assiette à cabrer ou en incidence est active (Alpha > Alpha Prot).

Les vols de convoyage sont effectués dans les limites relatives à chaque type d'avion et dans le respect du manuel d'exploitation. Toutefois l'absence de contrainte liée au confort des passagers peut être perçue comme une certaine liberté d'effectuer des manœuvres plus abruptes.

Cette manœuvre inhabituelle de prise de vitesse en palier puis de montée à forte pente a provoqué des interrogations pour le contrôleur aérien, la désactivation du TCAS et le déclenchement d'une alarme anti-collision sur l'écran du contrôleur. Dans le contexte de faible trafic de ce vol, cela n'a pas entraîné de perturbation significative.

La même manœuvre dans un environnement plus dense aurait pu engendrer des difficultés plus importantes. L'équipage, improvisant cette manœuvre, n'avait pas les moyens d'évaluer complètement ce risque et n'était pas conscient que le TCAS était inhibé à des taux de montée anormaux (> 10 000 ft/mn).