



n° spécial - 2008

# Incidents en transport aérien

Givrage

## Sommaire

<b>Blocage des volets en approche</b>	4
<b>Givrage du plan fixe horizontal et de la gouverne de profondeur</b>	4
<b>Blocage de la profondeur par des résidus réhydratés de fluide antigivre</b>	7
<b>Difficultés de contrôle sur l'axe de tangage occasionnées par de la glace autour des câbles de profondeur</b>	8
<b>Décollage après dégivrage incomplet de l'empennage horizontal</b>	10

**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  
Tél. : +33 1 49 92 72 00  
Fax : +33 1 49 92 72 03  
incidents@bea-fr.org



AUTORITÉ DE  
SURVEILLANCE

Les symposiums

au sol comme en vol,  
ne sous-estimons pas  
le risque !

jeudi 16 octobre 2008

direction générale  
de l'Aviation civile

direction  
du Contrôle  
de la sécurité



BEA

Bureau d'enquêtes et d'analyses  
pour la sécurité de l'aviation civile

AT

METEO FRANCE  
Toujours un temps d'avance

REGIONAL  
COMPAGNIE AÉRIENNE EUROPÉENNE

**La neige et la glace ont été à l'origine de nombreux accidents à travers le monde.**

**Citons notamment :**

- B737 Washington (USA), 13 janvier 1982
- F28 Dryden (Canada), 10 mars 1989
- MD-81 Götrorra (Suède), 27 décembre 1991
- ATR 42 Roselawn (USA), 25 octobre 1998

**Même si les risques sont bien identifiés et très largement connus, certaines circonstances peuvent conduire à des décisions influencées par des appréciations sous-estimées ou des biais de confirmation, se traduisant par des situations inattendues pour les équipages. De telles situations sont illustrées dans le présent numéro.**

**Tous les bulletins ITA sont disponibles sur le site du BEA :  
[www.bea.aero](http://www.bea.aero)**

## Blocage des volets en approche

### Déroulement du vol

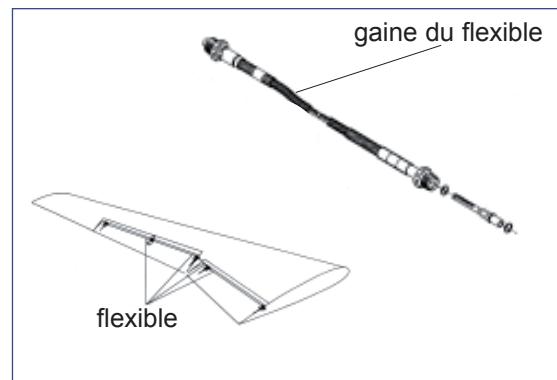
Un Embraer 135 effectue un vol hivernal. Il neige et la température au sol est de 0 °C. Un dégivrage de l'avion est effectué au point de stationnement avec une solution composée de 75 % de fluide type II et de 25 % d'eau. L'avion étant au contact d'une passerelle côté gauche, le véhicule de dégivrage se positionne à l'arrière de l'aile qu'il arrose en partant du bord de fuite. Environ cinq minutes après cette opération, l'équipage sort les volets et décolle. La rentrée des volets et le vol se déroulent sans anomalie.

En approche, alors que l'équipage commande la sortie des volets, un message « FLAP FAIL » indiquant la perte totale du système de volets apparaît à l'EICAS. La check-list correspondante est effectuée. La première approche réalisée en même temps que le traitement de cette panne ne permet pas l'atterrissement. L'équipage remet les gaz, prévient le contrôle de la panne et effectue une nouvelle approche suivie d'un atterrissage volets rentrés (0°).

### Renseignements complémentaires

Le message de panne est lié à une défaillance dans la ligne mécanique des volets : flexibles, vis sans fin, freins de transmission. La transmission du mouvement est réalisée par des flexibles constitués de câbles acier/carbone passant dans des gaines en Teflon.

Au cours du démontage de ces flexibles, de l'eau s'est écoulée. C'est cette eau qui, en gelant au cours du vol, entièrement effectué à des températures négatives, a provoqué le blocage de la transmission du mouvement des volets. L'exploitant a lancé une campagne d'inspection sur tous les flexibles des systèmes de volets. Les services chargés du suivi de navigabilité ont été informés de cet événement et de ses circonstances.



Remarque : il est possible que l'injection sous pression du produit de dégivrage par le bord de fuite ait favorisé cet état. Le manuel OACI sur les activités de dégivrage et d'antigivrage au sol décrit comme méthode habituelle de dégivrage/antigivrage des ailes et stabilisateurs la pulvérisation du liquide du bord d'attaque au bord de fuite et du point le plus élevé de la cambrure au point le plus bas.

## Givrage du plan fixe horizontal et de la gouverne de profondeur

### Déroulement du vol

Un biturbopropulseur avec un équipage composé d'un instructeur en place droite (TRE/TRI) et d'un commandant de bord en adaptation en ligne en place gauche, totalisant tous deux plus de 1 100 heures sur le type, quitte le parking en début d'après-midi et roule vers le point d'arrêt. Pendant le roulage, il subit une averse de neige d'une durée de cinq minutes environ. L'équipage de conduite constate du poste de pilotage qu'il s'agit de neige fondante qui ne tient pas au contact de l'avion. Après discussion, il décide de ne pas demander le dégivrage de l'avion et poursuit le roulage. L'équipage change de point d'arrêt à cause de l'encombrement de celui initialement prévu. Trois à quatre minutes avant l'arrivée

au nouveau point d'arrêt, l'averse de neige s'arrête. Après avoir observé que la neige fond effectivement, l'équipage décolle douze minutes après avoir quitté le parking.

L'instructeur est PF. Le pilote automatique est activé après la rentrée des volets à une altitude de 3 500 pieds. En montée, peu de temps avant d'atteindre le niveau de vol 90, un message « Caution Icing » apparaît. L'équipage effectue la procédure « De-Icing » et se stabilise au niveau de vol 90. Moins d'une minute plus tard, autorisé au niveau 110, il reprend la montée. Il constate, lors des actions « niveau 100 », la présence d'un message « Pitch Mistrim » et recherche en vain dans le QRH (Quick Reference Handbook), au chapitre commandes de vol, la check-list « Pitch Mistrim ». L'avion ne se stabilisant pas au niveau 110, le PF

déconnecte le pilote automatique. Il éprouve des difficultés à mettre l'avion en palier et doit exercer des efforts à piquer importants sur la commande de profondeur, avec le Pitch Trim en butée « down ».

Afin de sortir des conditions givrantes et après autorisation du contrôle, l'équipage monte au niveau de vol 150. Les efforts à appliquer sur les commandes de vol étant toujours importants, un retour sur l'aérodrome de départ est demandé. La descente s'effectue avec le Pitch Trim en butée et les mêmes efforts sur la commande de profondeur. L'atterrissement est envisagé avec un braquage des volets à 15°. Les efforts excessifs diminuent, puis disparaissent en finale lorsque la vitesse est réduite vers 130 nœuds.

Au sol, il est constaté qu'une couche de givre d'environ 0,5 cm recouvre la partie supérieure de la gouverne de profondeur ainsi que le plan fixe horizontal (pas de givre sur le trim de profondeur).

## Renseignements complémentaires

### Préparation du vol

L'équipage, lors de la préparation du vol, 45 minutes avant le départ, avait retenu les informations météorologiques suivantes :

- risque de neige sur Paris,
- risque de givrage modéré à fort sur Paris (fin du SIGMET une heure trente avant le vol),
- trois aérodromes accessibles à l'arrivée.

Pendant la visite prévol de l'avion, qui était resté trois heures sur l'aire de stationnement, l'instructeur avait constaté :

- qu'il n'y avait pas de neige ou de glace sur l'avion,
- que le sol et l'avion étaient humides.

L'équipage avait pris en compte l'existence de conditions givrantes pour les limitations et le calcul des paramètres.

### Interprétation de l'alarme « Pitch Mistrim »

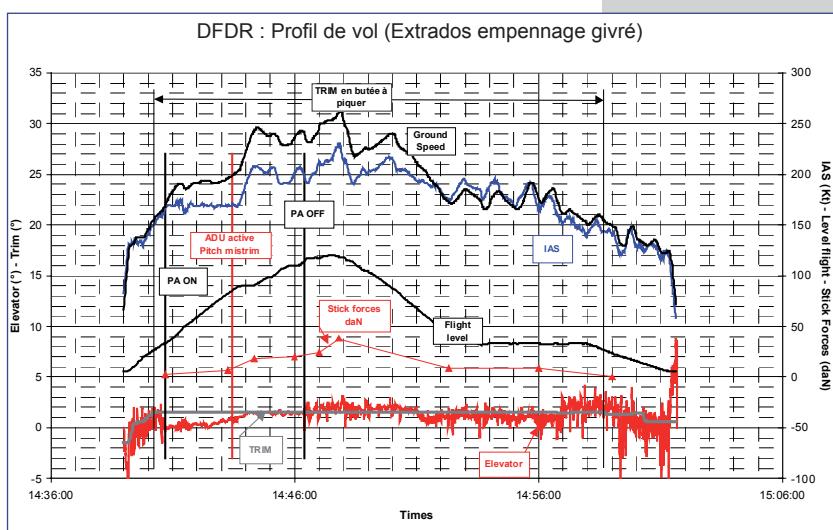
L'analyse des paramètres montre que le trim de profondeur a commencé son déroulement à piquer dès la rotation. Il a atteint la butée « down » avant la rentrée des volets à 2 500 pieds en montée. Il n'a quitté cette position que lors de la diminution de vitesse pendant l'approche.

Le message « Pitch Mistrim » signale que le couple du servomoteur de la gouverne de profondeur délivre pendant plus de dix secondes un équivalent d'effort supérieur à 5 daN. Il indique qu'une situation « hors trim » existera à la déconnexion du pilote automatique. Cela peut se produire lorsque le pitch trim est bloqué « mécaniquement », ou bien lorsqu'il a atteint une butée (down ou up) et que son action est insuffisante pour compenser les efforts délivrés par le moteur du PA sur la gouverne de profondeur.

## Explication aérodynamique du phénomène

Le FCOM (manuel d'utilisation du constructeur) précise que, lors d'un décollage avec de la glace résiduelle ou lors d'un givrage fort, le moment de charnière de la gouverne de profondeur peut être affecté. C'est ce qui s'est passé lors de ce vol, avec comme conséquence un hors trim d'environ 2°.

L'analyse des paramètres du vol permet de vérifier que la stabilité de l'avion n'a pas été affectée car les braquages de la gouverne de profondeur enregistrés ne présentent pas de différences significatives avec les braquages calculés d'un avion non pollué, à masse et centrage identiques.



### Description du phénomène

Le contrôle en tangage de l'avion est assuré par un plan fixe horizontal, une gouverne de profondeur et un trim tab (compensateur de profondeur).

Pour bouger ou équilibrer la gouverne de profondeur, le pilote ou le pilote automatique doit produire un effort qui, au travers d'une cinématique, s'oppose aux forces aérodynamiques qui s'appliquent sur la gouverne et le tab de profondeur. Cet effort contre le moment de charnière de la gouverne de profondeur.

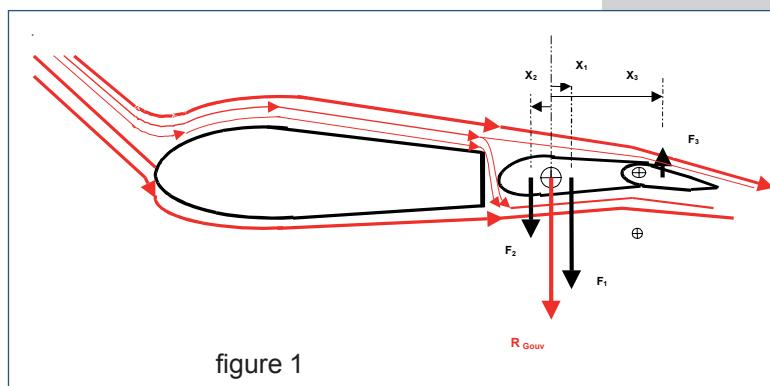


figure 1

Dans le cas où de la glace se forme sur la partie supérieure du plan horizontal et de la gouverne, il y a modification de la couche limite à l'arrière du profil, ce qui a pour effet d'entraîner la gouverne à cabrer.

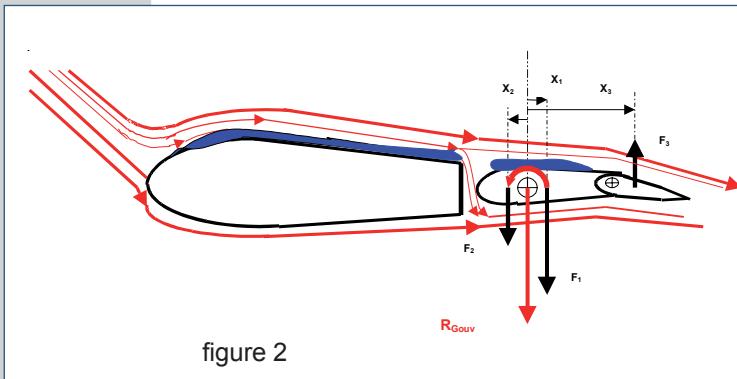


figure 2

Pour rétablir l'équilibre il faut donc mettre davantage de trim à piquer, ce qui réduit la capacité du trim à stabiliser l'avion lorsque la vitesse augmente. Lorsque la butée « down » du trim est atteinte, le moment de charnière de la gouverne ne peut plus être annulé, ce qui augmente les efforts à produire pour diminuer l'assiette de l'avion (cf. figure 3).

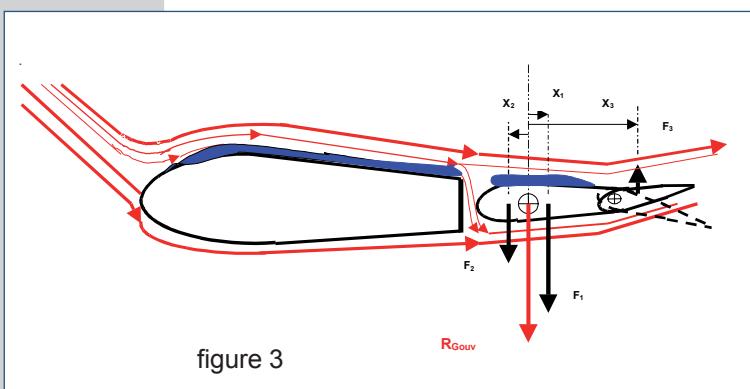


figure 3

#### Dangers d'un hors trim de profondeur

Outre les difficultés de pilotage évoquées dans la description de l'événement, une disparition brutale de la cause du hors trim de profondeur (par exemple, si la glace située sur la partie supérieure de l'empennage part brutalement) va

entraîner la gouverne de profondeur à piquer, augmentant ainsi la vitesse de l'avion. Les efforts de récupération peuvent être importants et cette situation peut conduire à une perte de contrôle.

*Le FCOM fournit les précisions suivantes : le moment de charnière sur la profondeur peut être affecté par des conditions externes. Par expérience, le cas le plus probable semble être celui du décollage avec de la glace résiduelle sur la partie arrière (temps de rémanence du fluide dégivrage/antigivrage dépassé). Le givrage peut également être un facteur.*

#### Enseignements

À la suite de cet événement, l'exploitant a mis en œuvre le plan d'action correctif suivant :

- Rappel aux équipages sur l'application de la procédure de dégivrage/antigivrage lors d'une chute ou averse de neige pendant le stationnement ou le roulage.
- Modification de la partie B du manuel d'exploitation afin que les équipages de conduite trouvent facilement la check-list correspondant au message « Pitch Mistrim ». L'équipage l'avait recherchée au chapitre commandes de vol alors qu'elle se trouvait au chapitre pilote automatique. On peut noter par ailleurs que, sur un avion de la même famille mais d'une série différente, cette information se trouvait bien au chapitre commandes de vol.
- Sensibilisation des équipages de conduite à ce type d'événement au cours des entraînements réguliers.

*Remarque : l'exploitant a par ailleurs déterminé que la masse de givre sur le plan fixe horizontal et sur la gouverne de profondeur entraîne un recul d'environ 5 % du centrage, l'avion restant dans les limites de l'enveloppe de vol.*

# Blocage de la profondeur par des résidus réhydratés de fluide antigivre

Cet incident a fait l'objet d'un rapport d'enquête publié par le BEA (référence hb-r990129) et disponible sur son site Internet.

## Déroulement du vol

Un avion biréacteur effectue son premier vol de la journée par un matin d'hiver. La température est de 2 °C et il pleut faiblement. Lors de la visite prévol le commandant de bord vérifie l'absence de dépôt de givre et de glace. Après le décollage, l'avion pénètre dans les nuages à environ 4 000 pieds et en sort vers 15 000 pieds.

En montée vers le niveau 250, l'alarme « PitchTrim » (trim profondeur) du PA s'allume. Le copilote est alors PF.

Le commandant de bord modifie la répartition des tâches dans le poste de pilotage. Il reprend le pilotage et la navigation et confie les communications radio au copilote.

Le PA est déconnecté : la colonne de profondeur est trouvée très dure à manœuvrer. Vers le niveau 240 la colonne de profondeur est totalement bloquée.

L'équipage signale au contrôle des problèmes de commandes de vol et demande un demi-tour vers l'aérodrome de départ.

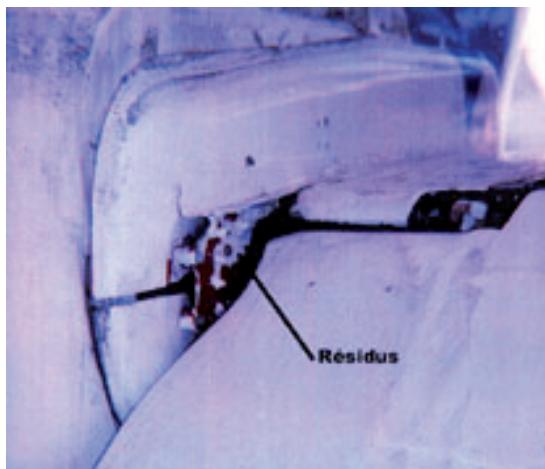
Le contrôleur vers lequel est transféré l'avion éloigne un trafic potentiellement gênant et prévient l'équipage de ne pas hésiter à lui communiquer toute demande d'assistance souhaitée. L'équipage requiert alors la priorité pour l'approche.

Lors d'un nouveau transfert de contrôle, l'ATC demande à l'équipage s'il déclare une emergency ; la réponse est affirmative ; le contrôle demande alors l'affichage de 7700 au transpondeur et fait à nouveau changer l'équipage de fréquence radio.

Le nouveau contrôleur propose des caps radar pour un ILS et demande le nombre de PAX à bord. L'équipage répond et précise que l'urgence est due à un blocage de la profondeur et que l'avion n'est plus pilotable qu'au trim : en effet, en pilotage manuel le CDB contrôle l'avion en tangage grâce au compensateur du stabilisateur. Suspectant un problème de givrage, l'équipage effectue plusieurs dégivrages au cours de la descente.

Un guidage radar pour une longue finale est suggéré à l'équipage qui demande alors un alignement à 12 NM.

L'équipage récupère l'usage de la profondeur à environ mille pieds et atterrit sans dommage dix-sept minutes après l'apparition de l'alarme. Au sol, des résidus de produit de dégivrage



en cours de décongélation sont découverts dans les articulations entre les gouvernes de profondeur et les compensateurs d'évolution.

## Renseignements complémentaires

### Chaîne de profondeur

Sur le type d'avion considéré, les deux gouvernes de profondeur sont contrôlées par le déplacement de compensateurs d'évolution connectés aux manches par des câbles.

Si le mouvement de ces compensateurs (control tabs) n'est plus libre, le manche ne peut plus être déplacé pour contrôler l'avion en tangage.

Le mouvement en incidence du plan horizontal réglable permet également de contrôler le tangage de l'aéronef. Le système de commande de ce trim est classique par interrupteurs de manche.

L'équipage, ayant subi un blocage de la commande primaire de la profondeur, ne pouvait plus contrôler l'avion en tangage qu'à l'aide du trim stabilisateur.

### Caractéristiques des fluides antigivre

Les résidus retrouvés ont été analysés. Ils se composent de gel provenant d'un polymère acrylique utilisé comme épaississant dans les fluides de dé/antigivrage de type II et IV, ainsi que d'une très faible quantité de propylène glycol (inférieure à 1 %), de débris de peinture et d'eau (photo 1).

Le processus de formation de ces résidus a pu être reproduit : les fluides de type II et IV perdent 90 % de leur masse en 40 heures, par évaporation de l'eau et des glycols sous un courant d'air sec à température ambiante.

L'extrait sec formé par cette évaporation est



photo 1



photo 1



majoritairement constitué du polymère acrylique de l'épaississant.

Hydraté ultérieurement (par une pluie fine, par exemple) cet extrait sec produit un volume très important de gel (98 % d'eau, effet éponge-[photo 2](#)). La température de congélation de ce gel est proche de 0 °C.

#### *Opérations de maintenance*

Remarque : les procédures de maintenance attiraient l'attention sur la possibilité de présence de ce type de résidu mais leur faible épaisseur rendait difficile leur détection visuelle. Par ailleurs, la détection de l'extrait sec formé est impossible au cours d'une visite prévol avec les moyens normalement disponibles.

#### **Enseignements**

Cet incident est dû à la présence de résidus d'épaississants des fluides d'antigivrage dans les charnières entre les gouvernes de profondeur et les compensateurs de profondeur. Ces résidus, séchés puis réhydratés par la pluie et congelés au cours de la montée à des températures négatives, ont entraîné un blocage des gouvernes de profondeur.

La procédure d'inspection a été modifiée par l'exploitant après l'incident. Elle consiste à pulvériser de l'eau afin de réhydrater les éventuels résidus qui deviennent alors aisément détectables comme on le voit sur la photo 1.

L'intervalle entre les inspections a été réduit pour effectuer une vérification périodique, fonction du nombre d'applications de fluide de type II et IV.

La durée de l'inspection est d'environ trente minutes et, si des résidus sont trouvés, une procédure de nettoyage ou de dé/antigivrage en deux étapes doit être entreprise (celle-ci nécessite environ deux heures)

Remarque : à l'heure actuelle, il n'existe pas de procédure normalisée d'inspection liée à l'utilisation de fluides d'antigivrage sur les avions garantissant la détection de résidus secs (délais entre les inspections, principe de réhydratation, méthodes de détection...).

## **Difficultés de contrôle sur l'axe de tangage occasionnées par de la glace autour des câbles de profondeur**

#### **Déroulement du vol**

L'événement a lieu au début du mois d'avril. Après deux étapes, l'équipage d'un biturbo-propulseur doit effectuer une étape très courte à partir d'un aérodrome disposant de peu de moyens d'assistance. Une averse de neige affecte alors l'aérodrome. Elle durera approximativement une heure.

Peu avant le départ, les ailes et la cellule de l'avion sont couvertes de neige. La période hivernale étant passée, l'appareil de dégivrage n'est plus maintenu en ordre de marche depuis deux semaines. Il n'est pas possible de le remettre en œuvre rapidement car cela nécessite un préchauffage de plusieurs heures. Un retard est annoncé au service opération de la compagnie. En même temps une pression commerciale, par l'intervention d'un passager, est exercée sur l'équipage pour la réalisation de ce vol.

L'équipage recherche une solution pour déneiger l'avion. Les ailes sont déneigées à l'aide de balais. La neige est ainsi déblayée et fond rapidement. Compte tenu des limitations de l'escale, il n'y a pas non plus d'escabeau, car seul l'appareil de dégivrage en est muni. En l'absence du chef d'escale, il n'est pas possible

d'accéder à cet équipement. La méthode retenue pour déneiger le plan fixe horizontal qui se trouve à huit mètres de hauteur est de manœuvrer la gouverne de profondeur en vérifiant que de la neige s'évacue et que de l'eau s'écoule entre le plan fixe et la gouverne.

Le décollage et la montée s'effectuent normalement dans une couche nuageuse. En passant 3 000 pieds, l'équipage constate que du givre commence à se déposer sur l'avion. Le pilote automatique est activé et la montée se poursuit. Trois minutes après le décollage, l'avion est en ciel clair aux alentours du niveau 100. Après avoir commandé une modification d'assiette ayant pour effet de faire accélérer l'avion, le copilote, qui est PF, constate que la commande de profondeur recule vers lui. L'équipage réagit en effectuant la procédure de déroulement de trim de profondeur. Une fois le pilote automatique déconnecté, la commande de profondeur s'avère difficile à manœuvrer et l'avion a tendance à monter. L'équipage lance un message de détresse et décide de descendre au niveau 60. En effet, il savait, par l'analyse météorologique effectuée avant le vol, que l'isotherme 0 °C était à ce niveau et qu'il se retrouverait en ciel clair une fois à une vingtaine de nautiques de l'aérodrome de

départ. Le choix de cette altitude pouvait donc permettre de se débarrasser d'un éventuel dépôt de givre. Le fonctionnement normal de la commande de profondeur est effectivement récupéré aux alentours de ce niveau. La fin du vol et l'atterrissement se poursuivent sans autre incident. Au sol, l'inspection de la chaîne de profondeur de l'avion n'a pas fait apparaître de dysfonctionnement. On ne découvre pas non plus de dépôt de glace. Les enregistreurs de vol sont déposés.

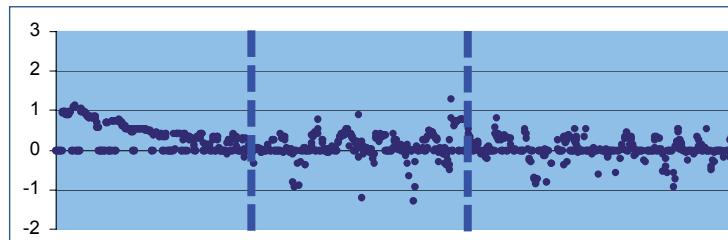
### Renseignements complémentaires

Une inspection ultérieure de la zone située derrière la cloison de pressurisation a révélé la présence de débris (rivets) sur le plancher de la cellule. C'est dans cette zone que se situent les deux drains d'évacuation d'eau de cette partie de l'avion.

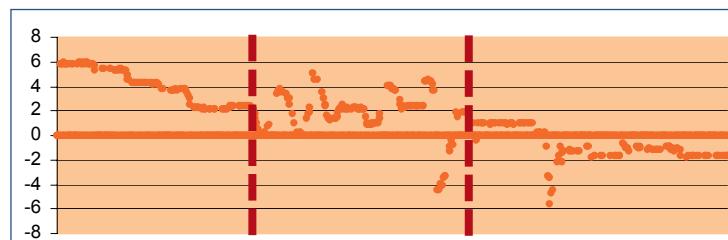
Remarque : l'installation d'un deuxième drain avait fait l'objet d'une consigne de navigabilité à la suite d'événements où la congélation d'eau stagnante avait causé le blocage des passages de câbles de la profondeur. Par ailleurs, une inspection de cette zone est prévue dans le manuel de maintenance. Il est également prévu une vérification de l'état des drains au cours de la visite avant vol.

Ci-dessous sont représentées les évolutions des paramètres FDR aux alentours de l'événement rapporté par l'équipage. L'enregistrement n'étant pas de bonne qualité, on note de nombreux points aberrants. On peut néanmoins relever les tendances des évolutions de ces paramètres.

### Position de la commande de profondeur



### Position du trim de profondeur



On peut identifier trois séquences distinctes illustrées sur les courbes par les séparations en pointillés :

- Dans un premier temps, on observe que la position de la commande de profondeur et celle du trim varient dans le même sens vers une

diminution d'assiette. Ceci est conforme à une action du PA pour piloter l'assiette. Durant cette phase, la puissance de montée étant affichée, la vitesse augmente.

- Ensuite, et sans que l'équipage ait effectué d'action, le PA commande via le trim une action à piquer plus prononcée sans déplacement de la commande de profondeur. On observe ensuite des oscillations du trim et de la commande de profondeur. Ces oscillations se caractérisent par une opposition de phase entre le trim et la commande de profondeur, c'est-à-dire que le trim paraît agir en premier, suivi par un ordre opposé de la commande de profondeur.

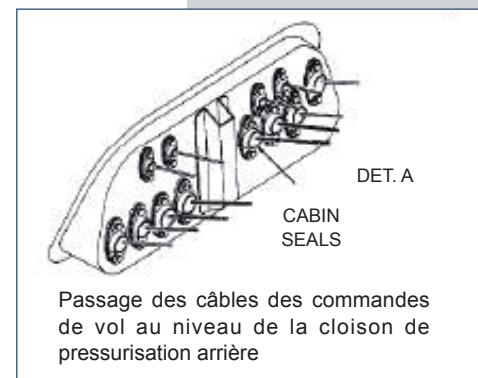
- La troisième phase se caractérise par une stabilisation relative du trim alors qu'on observe des oscillations de la commande de profondeur autour du neutre. Un déplacement rapide du trim vers la position à piquer intervient ensuite, immédiatement suivi d'un retour vers une position légèrement négative.

L'interprétation du mouvement de recul de la commande de profondeur et de la sensation de dureté aux commandes peut se faire en faisant appel à un scénario établi après des travaux conduits avec le constructeur et l'exploitant. Sur la base des paramètres, des caractéristiques du système et des actions rapportées ou supposées de l'équipage (compte tenu des procédures et pratiques) et d'inspections ultérieures effectuées sur l'avion l'événement peut s'expliquer de la manière suivante :

- Le phénomène est apparu alors que la vitesse était en évolution de 170 kts vers 200 kts.

- Le pilote automatique était activé dans un mode de maintien d'assiette. A un moment qui n'a pu être identifié avec certitude le PA a été déconnecté. Pour exercer le contrôle en tangage, le PA commande, à l'aide de moteurs électriques, une position de la commande de profondeur, immédiatement suivie par une compensation du trim.

La neige recouvrant l'avion avant le départ était fort probablement lourde et collante. Elle adhérait notamment au fuselage et par conséquent à l'empennage horizontal. La température extérieure augmentant avant le décollage, la neige s'est transformée en eau qui a pénétré dans le caisson de dérive, vraisemblablement par le panneau de mise à l'air libre. Cette eau n'a pas pu s'échapper totalement avant le décollage par les drains prévus à cet effet, car cette zone de l'avion était plus ou moins recouverte de débris. La montée en condition givrante a conduit à la congélation



Passage des câbles des commandes de vol au niveau de la cloison de pressurisation arrière

de cette eau stagnante. Les phénomènes de friction au niveau du passage des câbles ont pu engendrer des efforts importants sur la commande de profondeur. Ainsi, le PA a pu connaître un fonctionnement anormal, avec notamment des difficultés pour stabiliser l'avion, ce qui a conduit aux oscillations observées dans la phase 2. Constatant les mouvements inhabituels de la commande de profondeur, l'équipage a déconnecté le PA et a appliqué la procédure déroulement de trim. Les efforts importants ressentis aux commandes peuvent également être liés à cette friction anormale.

### Enseignements

La descente vers une altitude où la température était positive explique l'arrêt du phénomène.

Le facteur prépondérant de cet événement est le dégivrage incomplet de l'avion. Le contexte a conduit le commandant de bord à entreprendre le vol malgré une incertitude concernant l'état

de la surface du plan horizontal. Il était possible de retrouver des conditions de vol en dessous de l'ISO 0 °C. Cependant, la manifestation de phénomènes inattendus a mis les pilotes dans une situation de stress important.

La présence de débris à proximité des drains a contribué à la rétention d'eau. Les possibles conséquences d'une obstruction montrent l'importance de la vigilance autour de ces éléments.

L'exploitant a pris les mesures suivantes à la suite de l'incident :

- La période de disponibilité du dégivrage à cette escale a été prolongée jusqu'à la fin du mois d'avril.
- Un moyen de vérification de l'état de la profondeur a été mis en place dans toutes les escales.-
- Une information et un approfondissement des connaissances sur le givrage et le dégivrage ont été dispensés aux équipages.

## Décollage après dégivrage incomplet de l'empennage horizontal

### Déroulement du vol

Un ATR 42 effectue son premier vol de la journée par un matin de mars. La température est proche de 0 °C et la température du point de rosée est de - 1 °C. Une demi-heure avant l'heure prévue de départ, il neige modérément pendant une dizaine de minutes<sup>(1)</sup> et l'équipage décide de faire dégivrer l'avion. Les passagers sont embarqués. L'opération est réalisée par un agent de piste de la société d'assistance en une quinzaine de minutes environ<sup>(2)</sup> pendant que l'équipage, dans le poste de pilotage, maintient le manche en butée avant, conformément à la procédure de dégivrage. L'équipement utilisé est un camion grue disposant d'une citerne remplie d'un mélange chauffé de fluide de type II et d'eau. Le camion est positionné sur le côté de l'avion entre le bord de fuite de l'aile et l'empennage.

Le coordonnateur des opérations au sol, en contact avec l'agent de piste par talkie-walkie, relaie à l'équipage, depuis l'escale, la fin de l'opération. Le copilote s'aperçoit que les bords d'attaque des ailes sont encore contaminés. Il le signale au coordonnateur qui vient effectuer lui-même le complément de dégivrage, mais seulement sur les ailes. Après la fin du dégivrage et avant la mise en route, l'équipage n'effectue pas la procédure spécifique d'essai de débattement des commandes de vol.

Au point d'arrêt, lors des essais habituels des

commandes de vol, le copilote, PF, trouve la commande de profondeur assez lourde à manœuvrer. Il le signale au commandant de bord qui ne ressent pas le phénomène. Il est alors conclu que les résidus du liquide de dégivrage en sont la cause et qu'ils disparaîtront avec le vent relatif lors de la course de décollage.

Rapidement après la rotation, l'avion prend une assiette à cabrer importante. L'équipage doit compenser à piquer afin de la contrôler. Le débattement maximum du compensateur est atteint et l'équipage doit encore pousser sur la commande de profondeur.

Après plusieurs tentatives, il stabilise l'avion au FL 70 à 180 kt et se déroute sur son terrain de dégagement. Le comportement de l'avion s'améliore légèrement. Il atterrit sans autre problème.

### Renseignements complémentaires

#### Explication aérodynamique du phénomène

Le moment de charnière de la gouverne de profondeur peut être affecté par la présence de glace résiduelle ou d'un autre contaminant sur l'empennage. La couche limite à l'arrière du profil est alors modifiée. Ce phénomène peut entraîner la gouverne à cabrer. Pour rétablir l'équilibre, il faut compenser l'avion à piquer. Si la contamination est importante, la butée du compensateur en position plein piqué peut être atteinte sans que le moment de charnière de

<sup>(1)</sup> Ce sont les seules précipitations enregistrées avant le décollage de l'avion.

<sup>(2)</sup> C'est la première fois que cet agent la réalise.

la gouverne soit annulé et il faut rajouter des efforts à piquer sur le manche afin de diminuer l'assiette de l'avion. Des explications plus détaillées sont fournies dans l'article « Givrage du plan fixe et de la gouverne de profondeur » du présent numéro.

#### Procédures de dégivrage

L'exploitant doit définir les procédures à suivre pour le dégivrage ou l'antigivrage au sol, ainsi que pour les contrôles de l'état de l'avion après ces opérations. A cet effet, les instructions doivent figurer dans le manuel d'exploitation. Les procédures ci-dessous sont extraites de parties séparées du manuel de l'exploitant.

Dans la partie Généralités on trouve :

#### Responsabilités

La décision de dégivrer et/ou d'antigivrer est du ressort du commandant de bord [...]

Le prestataire d'assistance dégivrage et/ou antigivrage (assistants piste Compagnie, société d'assistance, CCI, autres...) est responsable :

- de la bonne exécution du traitement et du résultat obtenu,
- de la formation du personnel d'assistance [...]

Une inspection de contrôle visuelle et tactile des deux ailes doit être effectuée par le mécanicien ou par le CdB en l'absence de mécanicien, notamment après application du traitement et avant la mise en route des moteurs [...]

#### Contrôles

Le contrôle du produit et des moyens de dégivrage/antigivrage utilisés est de la responsabilité de l'exécutant (auto-contrôle) [...]

A l'issue des opérations, une inspection de contrôle visuelle et tactile est exercée par le mécanicien habilité ou par le commandant de bord. Ce contrôle permet de déterminer si le traitement a été efficace et si toutes les zones critiques de l'avion sont dégagées de givre, de glace ou de neige avant le push-back ou le roulage [...]

Après le dégivrage/antigivrage, l'équipage s'assure du bon débattement de toutes les gouvernes et renouvelle cette vérification avant que l'avion ne pénètre sur la piste [...]

Dans la partie Utilisation du manuel d'exploitation, on trouve d'autres consignes concernant le dégivrage :

Pour assurer le meilleur dégivrage/antigivrage possible de l'empennage horizontal, pendant toute l'application du fluide, la commande de

profondeur doit être maintenue fermement en butée avant [...]

Après une procédure de dégivrage/antigivrage, des niveaux d'efforts à la profondeur supérieurs à la normale peuvent être rencontrés.

Ces niveaux d'efforts peuvent être plus de deux fois supérieurs à la normale. Ceci ne doit pas être interprété comme un blocage de la profondeur conduisant à une décision inutile d'interruption du décollage après V1. Bien que non systématique, ce phénomène doit être anticipé et rappelé pendant le briefing avant le décollage à chaque fois qu'une procédure de dégivrage/antigivrage a été appliquée. Cette augmentation des efforts à la profondeur est strictement limitée à la phase de rotation<sup>(3)</sup> et disparaît après le décollage.

<sup>(3)</sup> Ce phénomène ne peut pas expliquer une sensation d'efforts anormaux sur la commande de profondeur pendant les essais de débattement de cette gouverne.

#### Le prestataire d'assistance.

Chaque prestataire est responsable de la formation de son personnel. Un audit annuel est effectué par l'assurance qualité de l'exploitant aérien qui fait appel à ce prestataire.

Dans le cas présent, les agents susceptibles de réaliser les opérations de dégivrage/antigivrage avaient reçu une formation à l'issue de laquelle leur avait été délivrée une habilitation globale pour le déclenchement, l'exécution et le contrôle de ces opérations.

Cette formation, d'une durée d'une journée, est purement théorique. Aucun entraînement pratique n'est prévu.

#### Enseignements

Certaines incertitudes subsistent sur le mode opératoire employé pour le dégivrage. L'agent de piste effectuait l'opération pour la première fois sans avoir reçu de formation pratique. C'est pourquoi il ne lui était pas facile de se rendre compte que celui-ci n'avait pas été correctement réalisé. Depuis, la société d'assistance a mis en place une formation pratique pour ses agents. L'inspection visuelle et tactile prévue par l'exploitant après le dégivrage n'a pas été réalisée. D'une part, le mécanicien n'était pas présent. D'autre part, si cette vérification doit être réalisée par un pilote, il doit revêtir un harnais de sécurité pour monter sur la grue et cela s'avère peu praticable au moment du départ. On constate ainsi que les procédures pour assurer les contrôles ne sont pas adaptées à toutes les situations pouvant être rencontrées en escale. De plus les procédures relatives au dégivrage/antigivrage au sol se trouvent dans deux manuels différents<sup>(4)</sup>, ce qui peut expliquer qu'une partie de celles-ci n'a pas été appliquée, notamment l'essai des commandes après le dégivrage.

<sup>(4)</sup> Ces opérations étant peu fréquentes, un guide simplifié peut s'avérer utile aux équipages.

**dgac**

*les symposiums*

**AUTORITÉ DE SURVEILLANCE**

**GIVRAGE AÉRONAUTIQUE**

SACHEZ EN APPRÉCIER L'INTENSITÉ  
ADAPTEZ-VOUS ..... VITE !

**JEUDI 16 octobre 2008**

direction générale de l'Aviation civile

direction du Contrôle de la sécurité

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire

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

Directeur de la publication : Paul-Louis Arslanian

Responsable de la rédaction : Pierre Jouniaux - [incidents@bea-fr.org](mailto:incidents@bea-fr.org)

Conception-réalisation : division information et communication

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

**AR** Agence régionale de l'aviation civile

**METEO FRANCE** Toujours un temps d'avance

**REGIONAL** compagnie aérienne européenne