



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen BFU
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation BEAA
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici UIIA
Uffizi d'inquisiziun per accidents d'aviatica UIAA
Aircraft accident investigation bureau AAIB

Rapport final no. 2063 du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

concernant l'incident grave

de l'avion de type PC-12-45, immatriculé EC-JFO

survenu le 24 octobre 2007

entre les points de cheminement BENOT et MILPA
au niveau de vol FL220

suiwi d'un déroutement sur l'aéroport de Genève-Cointrin,
commune de Cointrin/GE

Ursachen

Der schwere Vorfall ist auf eine Panne im Druckkabinen-System zurückzuführen, welche nach einer Jahreskontrolle beim Hersteller aufgetreten ist.

Folgender Faktor hat zum schweren Vorfall beigetragen:

In der von der Besatzung benützten Checkliste fehlte der Prüfpunkt bezüglich Kontrolle der Kabinenhöhe während des Steigfluges.

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport relate les conclusions du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation (BEAA) sur les circonstances et les causes de cet incident grave.

Conformément à l'art. 3.1 de la 9^{ème} édition, applicable dès le 1^{er} novembre 2001, de l'annexe 13 à la convention relative à l'aviation civile internationale (OACI) du 7 décembre 1944, ainsi que selon l'art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention d'accidents ou d'incidents graves. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave. Le présent rapport ne vise donc nullement à établir les responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

La version de référence de ce rapport est rédigée en langue française.

Sauf indication contraire, toutes les heures indiquées dans ce rapport le sont en heure universelle coordonnée (*co-ordinated universal time* – UTC). Au moment de l'incident grave, l'heure normale valable pour le territoire suisse (*local time* – LT) correspondait à l'heure d'été de l'Europe centrale (*central european summer time* – CEST). La relation entre LT, CEST et UTC est: $LT = CEST = UTC + 2 \text{ h}$.

Rapport final

Type d'aéronef	Pilatus PC-12-45	EC-JFO
Exploitant	Norestair, S.L., Casa Llobet s/n, 2567 Biscari-Lleida, Espagne	
Propriétaire	Privé	

Pilote PIC	Citoyen espagnol, année de naissance 1981			
Licence	Licence de pilote CPL(A) établie par la Direction générale de l'aviation civile espagnole le 27 août 2003, qualification PC-12, valide jusqu'au 29 mars 2008			
Heures de vol	total	2288:36 h	au cours des 90 derniers jours	57:29 h
	sur le type en cause	env. 500 h	au cours des 90 derniers jours	57:29 h

Copilote	Citoyen espagnol, année de naissance 1974			
Licence	Licence de pilote CPL(A) établie la première fois par la Direction générale de l'aviation civile espagnole le 5 septembre 2002, valide jusqu'au 5 septembre 2012			
Heures de vol	total	1890:13 h	au cours des 90 derniers jours	33:05 h
	sur le type en cause	511:55 h	au cours des 90 derniers jours	33:05 h

Lieu	Entre les points de cheminement BENOT et MILPA		
Coordonnées	-	Altitude	FL220
Date et heure	24 octobre 2007, 10:15 UTC		

Type d'utilisation	IFR privé
Phase de vol	Montée
Nature de l'incident grave	Panne de pressurisation de la cabine

Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Autres personnes
Mortelles	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Légères	0	0	0	0
Aucune	2	0	2	Sans objet
Total	2	0	2	0

Dommmages à l'aéronef Aucun

Dommmages à des tiers Aucun

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Faits antécédents

Le 15 octobre 2007, soit une semaine avant le vol de l'incident grave, le Pilatus PC-12, immatriculé EC-JFO, avec deux pilotes à son bord, quitte l'aéroport de Barcelone/E pour l'aérodrome de Buochs où doit s'effectuer le contrôle technique annuel de l'appareil chez le constructeur.

1.1.2 Déroulement du premier vol

Le 24 octobre 2007, l'équipage du PC-12, après avoir déposé un plan de vol IFR et effectué le plein de carburant, s'envole de l'aérodrome de Buochs vers 09:50 UTC à destination de l'aérodrome de Sabadell/E.

Vers 10:15 UTC, peu après le point de navigation BENOT, qui se situe géographiquement sur la rive sud du lac de Biemme le long de la voie aérienne UN869, alors que l'appareil passe le niveau de vol FL220 en montée vers le niveau de vol FL270, comme autorisé, le commandant de bord ressent une fatigue qu'il qualifie d'anormale. L'équipage constate que la pression différentielle de la cabine indique environ 3 PSI alors qu'elle devrait indiquer une valeur proche de son maximum, à savoir 5.75 PSI.

A 10:17:02 UTC, le pilote demande aux services de la circulation aérienne de stopper la montée au niveau de vol FL230 sans en préciser la raison.

L'équipage note également que l'altitude de la cabine est d'environ 15 000 ft et continue d'augmenter avec un taux de 1500 ft/min.

Le PIC ordonne immédiatement le port du masque à oxygène et, peu après, l'alarme rouge (*master warning*) CAB PRESS s'affiche sur le *Central Advisory and Warning System* CAWS. Simultanément les deux alarmes rouges s'activent sur le panneau d'instrument (côté pilote et copilote) et la voix synthétique «*warning cabin pressure*» retentit. En pressant sur l'une ou l'autre des lampes d'alarme, celle-ci peut être annulée. Cependant, l'avertissement sur le CAWS demeure actif tant que la condition subsiste.

L'équipage informe à 10:20:48 UTC les services ATC sur la fréquence 128.9 MHz qu'il connaît un problème de pressurisation de cabine et demande un guidage radar vers l'aéroport de Zürich. Le contrôleur aérien lui donne un cap à suivre de 080°. L'équipage répète la valeur du cap et demande aussitôt une descente d'urgence. La descente s'opère à l'aide de l'autopilote avec un taux de descente d'environ 2500 ft/min et la *check-list* d'urgence CAB PRESS est appliquée.

Le contrôleur l'autorise à descendre au niveau de vol FL160 et lui demande s'il désire un déroutement vers l'aéroport de Zürich ou vers celui de Genève. L'équipage opte alors pour Genève. Un nouveau cap ainsi que le niveau de vol FL150 lui sont attribués. L'équipage répète les instructions et demande dans la foulée de pouvoir descendre au-dessous du niveau de vol FL150. Le contrôleur l'autorise à poursuivre sa descente à sa convenance et, après s'être assuré que l'équipage est en mesure de changer de fréquence, lui demande de contacter *Geneva Arrival* sur la fréquence 136.25 MHz. L'équipage annonce qu'il descend au niveau de vol FL100 et prend contact sur cette fréquence.

Le contrôleur de l'approche de l'aéroport de Genève autorise le EC-JFO à descendre à 7000 ft et procède à un guidage radar de l'appareil pour l'amener sur l'ILS de la piste 05. Il pose à l'équipage les questions d'usage en cas d'urgence entre autre le nombre de personnes à bord. Au passage du niveau de vol FL100, l'équipage constate que l'altitude de la cabine correspond à l'altitude de vol et décide d'ôter le masque à oxygène.

La dernière phase de vol se déroule sans encombre et l'appareil se pose sur la piste 05 de l'aéroport de Genève-Cointrin à 10:43 UTC.

1.1.3 Actions effectuées au sol

L'appareil est acheminé sur l'aire nord où l'attend un véhicule du service du feu. Il leur est proposé un contrôle médical auquel le commandant de bord se soumet. Le copilote a, quant à lui, décliné la proposition.

L'entreprise d'entretien Transairco SA/RUAG procède à différents contrôles de l'avion afin de déterminer l'origine de la panne. Des tests statiques sont effectués et il est décidé de procéder au remplacement de différents composants du système de pressurisation. De nouveaux tests satisfaisants sont conduits et permettent la mise en service de l'appareil six jours plus tard. Un représentant du constructeur de l'avion était présent.

1.1.4 Déroulement du deuxième vol

Le 30 octobre, l'avion EC-JFO, avec à son bord les deux mêmes pilotes, quitte Genève à 12:35 UTC à destination de Barcelone. En passant 5000 ft en montée, l'équipage constate que la pressurisation ne se fait pas et décide de revenir sur Genève. L'atterrissage s'opère sans difficulté.

Une nouvelle inspection du système de pressurisation révèle que le tuyau d'amenée d'air (*bleed air hose*) du compartiment moteur n'est pas correctement fixé. Après avoir remédié au défaut de montage et effectué de nouveaux essais, il est constaté que le système de pressurisation de l'avion fonctionne et le EC-JFO est remis en service.

Ce même jour à 17:00 UTC le PC-12 EC-JFO s'envole pour San Javier/E.

1.2 Conditions météorologiques

1.2.1 Généralités

Les informations contenues dans les chapitres 1.2.2 et 1.2.3 ont été fournies par MétéoSuisse.

1.2.2 Situation météorologique générale

Ein Höhentief über der Adria weitete seinen Einflussbereich etwas nach Westen aus und lenkte aus Südosten feuchte und eher milde Luft zur Alpensüdseite. Auf der Alpennordseite blieb der Einfluss eines skandinavischen Hochdruckgebietes bestehen und die feuchtkalte Bisenlage hielt weiter an.

1.2.3 Situation météorologique sur les lieux et à l'heure de l'incident grave

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Informationen können zur Zeit des Flugvorfalls auf folgende Wetterbedingungen im Luftraum zwischen Buochs und Genf auf FL220 geschlossen werden:

<i>Wetter</i>	<i>Hochnebelobergrenze um 6000 ft AMSL</i>
<i>Sicht</i>	<i>Über 30 km</i>
<i>Wind</i>	<i>Nordostwind um 40 kt</i>
<i>Temperatur / Taupunkt</i>	<i>-28 °C / -39 °C</i>
<i>Luftdruck</i>	<i>QNH LSGG 1014 hPa, LSZH 1017 hPa, LSZA 1016 hPa</i>
<i>Gefahren</i>	<i>Keine erkennbar</i>

1.3 Renseignements sur l'aéronef

1.3.1	Généralités	
	Immatriculation	EC-JFO
	Type	Pilatus PC-12-45
	Caractéristiques	Avion monoturbiné cantilever de construction métallique à train d'atterrissage escamotable à roue de proue
	Constructeur	Pilatus Aircraft Ltd., Buochs
	Numéro de série	549
	Année de construction	2004
	Moteur	Pratt & Whitney PT6A-67B
	Hélice	A pas variable; Hartzell HC-E4A-3D/E10477K
	Heures d'exploitation de la cellule	511:25 h total depuis construction
	Heures d'exploitation du moteur	511:25 h total depuis construction
	Heures d'exploitation de l'hélice	511:25 h total depuis construction
	Masse maximale au décollage	4500 kg
	Enregistreurs	Le <i>cockpit voice recorder</i> et le <i>flight data recorder</i> n'étaient ni prescrits ni installés.
	Masse et centrage	La masse au décollage était d'environ 4200 kg. Au moment de l'incident grave la masse était d'environ 4070 kg. Tant la masse que le centre de gravité étaient dans les limites prescrites par le constructeur.
	Entretien	Le dernier entretien conforme au programme ainsi que le contrôle annuel et l'application des services bulletins ont été effectués par le constructeur le 24 octobre 2007 à 510:45 h.
	Restrictions techniques	Aucune

Qualité du carburant	Kérosène JET A1
Quantité de carburant	Le plein des réservoirs a été effectué avant le décollage de Buochs. La capacité est de 1538 l pour une consommation horaire d'environ 300 l. Le vol a duré 25 min. entre le décollage et l'incident grave.
Certificat d'immatriculation	Etabli par la <i>Dirección General de Aviación Civil</i> espagnole, le 15 juillet 2005.
Certificat de navigabilité	Etabli par la <i>Dirección General de Aviación Civil</i> espagnole, le 8 mars 2005 et valable jusqu'à révocation par l'autorité compétente.

1.3.2 Checklists

La *checklist* de référence du constructeur en cours de validité (*issued March 30, 2001 – Revision 2 February 28, 2005*) précise, sous le point 4.11 *CLIMB* des procédures normales, que la pression de la cabine doit être contrôlée durant la montée.

Le constructeur a également produit une *short checklist*, dont la version utilisée par l'équipage date du 2 octobre 2001. Celle-ci ne mentionne pas le contrôle de la pression de la cabine durant le vol de montée. Cependant elle précise que pour une information complète, il y a lieu de se référer à la section 4 du *Pilot Operation Handbook* POH du PC-12.

1.3.3 Cabine pressurisée

La cabine pressurisée est alimentée en air comprimé par l'unité de climatisation (*environmental control system – ECS*). La liaison entre les deux systèmes se fait par un tuyau flexible qui passe à l'intérieur du capot de la turbine.

Après l'incident du 24 octobre 2007, aucune anomalie n'a été constatée lors du contrôle de la cabine pressurisée prescrit par le manuel d'entretien de l'avion.

L'essai du contacteur barométrique de la cabine (*cabin altitude switch*) a démontré que le seuil auquel le témoin lumineux d'avertissement de la pression cabine devait s'enclencher était hors tolérance et a été remplacé.

Etant donné que la valve de débit de sortie d'air (*outflow valve*) avait été démontée, nettoyée et à nouveau installée lors du dernier contrôle annuel effectué le 24 octobre 2007, cette valve a été changée à titre préventif. L'unité de contrôle de cette valve (*outflow valve controller*) a également été changée par mesure de précaution.

1.3.4 L'unité de climatisation – ECS

Lors de l'essai au sol de la turbine, après le changement des composants de la cabine pressurisée, le témoin lumineux d'avertissement de l'ECS s'est activé. Le relais K631 (P/N 974.20.01.901), qui était défectueux, a été remplacé. L'essai suivant s'est déroulé avec succès.

Lors du vol du 30 octobre 2007 vers Barcelone il n'a à nouveau pas été possible de pressuriser la cabine et le témoin d'avertissement lumineux de la pression cabine s'est allumé. Le débit d'air de l'ECS sur les pare-brises dans le cockpit était très faible.

Lors de la recherche des causes de ce dysfonctionnement on a constaté que le tuyau d'amenée d'air à la cabine (P/N 917.97.28.141 IPC 21-40-00 Page 1/3 item 50 – voir Annexe 1) n'était pas correctement fixé au niveau de la paroi de la cabine pressurisée. Le tuyau a alors été correctement connecté. Les essais qui ont été effectués par la suite ont démontré que le système fonctionnait à nouveau correctement et l'avion a été remis en service.

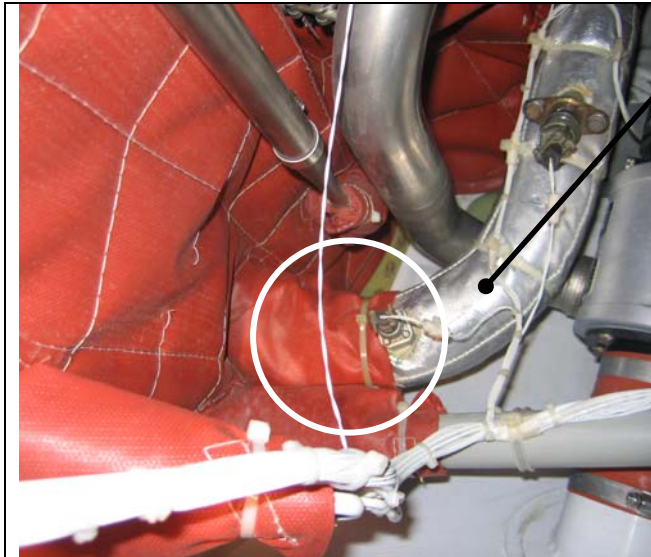


Photo 1: Vue générale du tuyau d'amenée d'air à la cabine

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

La cabine pressurisée a subi avec succès l'essai sous pression. Aucune fuite n'a été constatée. Mise à part un relais dont le dysfonctionnement est apparu lors de l'essai au sol, la climatisation fonctionnait parfaitement. Comme le tuyau d'amenée d'air n'était pas correctement fixé, la cabine n'a pas pu être alimentée avec suffisamment d'air comprimé. Un indice était le peu d'arrivée d'air au niveau des pare-brises. Il est possible que lors du contrôle annuel, chez le fabricant de l'avion, ce tuyau ait été séparé involontairement de sa connexion à la paroi de la cabine. La connexion est recouverte par une natte d'isolation et n'est de ce fait pas visible.

L'essai de la cabine pressurisée et de l'ECS, effectué séparément après le changement des composants, n'a pas révélé de dysfonctionnement. Ce n'est que lorsque les deux systèmes ont dû à nouveau fonctionner ensemble en vol que le dysfonctionnement est apparu. Il est évident qu'un essai de fonctionnement de l'ensemble des deux systèmes était nécessaire comme il a été fait lors du deuxième contrôle après le vol du 30 octobre 2007.

Etant donné que l'avion n'était pas équipé d'enregistreur de conversation de cabine (*cockpit voice recorder* – CVR) ni d'enregistreur de paramètre de vol (*flight data recorder* – FDR), les informations qui auraient été contenues dans ces équipements auraient permis de faciliter le déroulement de l'enquête.

2.2 Aspects opérationnels et humains

Bien que le PC-12 soit un avion qui peut être opéré par un seul pilote, la société exploitant cet appareil a opté pour une opération à deux pilotes qui pratiquent le concept de l'équipage à deux. De fait, un pilote fonctionne en qualité de *pilot flying* – PF tandis que l'autre remplit les tâches incombant au *pilot not flying* – PNF.

Dans le cas qui nous occupe, l'application du partage des fonctions a joué un rôle prépondérant dans la bonne gestion de l'incident grave. Le choix des options prises et des actions menées était approprié à la situation. En effet, lorsque la panne a été constatée, l'équipage a aussitôt interrompu sa montée, en le signalant au contrôle ATC. En constatant l'augmentation constante de l'altitude de la cabine, l'équipage a entrepris une descente d'urgence en appliquant la *checklist* correspondante. Le port du masque à oxygène a été ordonné par le commandant de bord et son retrait a été autorisé en atteignant le niveau de vol FL100.

Il n'en demeure pas moins que l'équipage, en appliquant la *short checklist*, n'a, de toute évidence, pas contrôlé la pression de la cabine étant donné que ce point ne figure pas sur cette *checklist*. Si tel avait été le cas, il aurait pu et dû réaliser le dysfonctionnement du système de pressurisation de la cabine pendant la phase initiale de montée.

Le choix de l'aéroport de décollage sur Genève par l'équipage était adéquat en considérant la distance, l'altitude de l'appareil au moment de la panne, ainsi que les possibilités de réparation à disposition.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

- Les documents fournis indiquent que les pilotes étaient titulaires de licences adéquates.
- L'avion était au bénéfice d'un certificat de navigabilité valable.
- La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites par le constructeur de l'avion.
- La quantité de carburant embarquée était suffisante pour effectuer ce vol.
- Le jour de l'incident grave, l'appareil sortait de maintenance où il venait de subir le contrôle annuel chez le constructeur.
- La panne de pressurisation a été constatée durant la phase de vol de montée.
- L'équipage a effectué une descente d'urgence et un déroutement sur Genève.
- Une première recherche de panne (*trouble shooting*) a été effectuée et l'appareil remis en circulation.
- Six jours plus tard, l'équipage a constaté une situation similaire à celle du vol précédant et a décidé de retourner sur Genève.
- Une deuxième recherche de panne a déterminé que le tuyau d'amenée d'air dans la cabine n'était pas correctement installé.
- La météo n'a joué aucun rôle dans cet incident grave.

3.2 Causes

L'incident grave est dû à une panne de pressurisation de la cabine survenue après un contrôle annuel chez le constructeur.

Facteur ayant contribué à l'incident grave:

Absence du point de contrôle de l'altitude cabine pendant le vol de montée dans la *checklist* utilisée par l'équipage.

4 Recommandations de sécurité et mesures prises après l'incident grave

4.1 Recommandations de sécurité

Aucune.

4.2 Mesures prises après l'incident grave

4.2.1 Short check list

Pilatus va réexaminer la *short check list* et la modifier en cas de besoin. Analogiquement au PC-12/47E SCL le *climb check* est complété par le point «*cabin pressure, monitor*».

4.2.2 Manuel d'entretien

Les manuels d'entretien sont modifiés comme suit:

12-A-05-00-01-00A-010A, Task No. 21-20/221

ECS and bleed air ducts, pipelines, associated clamps and equipment in the engine compartment	Examine
--	---------

12-A-21-40-02-00A-920A-A, Water Separator, Removal/Installation

New task 2.9

Check all ECS clamps for correct installation and tightness

Payerne, 12 janvier 2010

Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

Le présent rapport relate les conclusions du BEAA sur les circonstances et les causes de cet incident grave.

Conformément à l'art. 3.1 de la 9^{ème} édition, applicable dès le 1^{er} novembre 2001, de l'annexe 13 à la convention relative à l'aviation civile internationale (OACI) du 7 décembre 1944, ainsi que selon l'art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention d'accidents ou d'incidents graves. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave. Le présent rapport ne vise donc nullement à établir les responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Annexe 1 – Extrait du IPC 21-40-00 l'unité de climatisation – ECS

