



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. 2016 du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation**

concernant l'incident grave  
de l'avion ATR 42-320, immatriculé HB-AFC  
exploité par la compagnie FARNAIR, vol FAT6932  
survenu le 29 mars 2006  
à l'aéroport de Genève

**Ursachen**

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass es zu einem Brandbeginn gekommen ist, verursacht durch einen Kurzschluss aufgrund von mehreren Montagefehlern.

## Remarques générales sur le présent rapport

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

Conformément à l'art. 3.1 de la 9<sup>ème</sup> édition, applicable dès le 1<sup>er</sup> 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. 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:  $LT = CEST = UTC + 2 \text{ h}$ .

Pour des questions de protection des données et de simplification du texte, ce rapport est exclusivement rédigé au masculin générique.

## Table des matières

<b>Synopsis</b> .....	<b>6</b>
<b>Sommaire</b> .....	<b>6</b>
<b>Enquête</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Renseignements de base</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1 Déroulement du vol</b> .....	<b>7</b>
1.1.1 Remarques préliminaires .....	7
1.1.2 Le vol précédent celui de l'incident .....	7
1.1.3 Le vol de l'incident .....	7
1.1.4 L'incident .....	8
<b>1.2 Tués et blessés</b> .....	<b>9</b>
<b>1.3 Dommages à l'aéronef</b> .....	<b>9</b>
1.3.1 Dommages provoqués par le feu (Annexe 1).....	9
1.3.2 Dysfonctions aux systèmes de bord.....	10
<b>1.4 Autres dommages</b> .....	<b>10</b>
<b>1.5 Renseignements sur le personnel</b> .....	<b>10</b>
1.5.1 Commandant.....	10
1.5.1.1 Expérience de vol.....	10
1.5.2 Copilote .....	11
1.5.2.1 Expérience de vol.....	11
<b>1.6 Renseignements sur l'aéronef</b> .....	<b>11</b>
1.6.1 Avion.....	11
1.6.2 Masse et centrage .....	12
1.6.3 Entretien de l'avion.....	12
1.6.4 Inspection du compartiment 120VU.....	12
<b>1.7 Conditions météorologiques</b> .....	<b>12</b>
1.7.1 Généralités.....	12
1.7.2 Situation météorologique générale .....	12
1.7.3 Situation météorologique sur le lieu et au moment de l'accident .....	13
<b>1.8 Aides à la navigation</b> .....	<b>13</b>
<b>1.9 Télécommunications</b> .....	<b>14</b>
<b>1.10 Renseignements sur l'aérodrome</b> .....	<b>14</b>
1.10.1 Equipements de la piste .....	14
1.10.2 Service de sauvetages et service du feu.....	14
<b>1.11 Enregistreurs de bord</b> .....	<b>14</b>
1.11.1 Enregistreur de conversation de poste de pilotage .....	14
1.11.2 Enregistreur de données de vol.....	15
<b>1.12 Renseignements sur l'épave, l'impact et le lieu d'accident</b> .....	<b>15</b>
<b>1.13 Renseignements médicaux et pathologiques</b> .....	<b>15</b>
<b>1.14 Incendie</b> .....	<b>15</b>
<b>1.15 Questions relatives à la survie des occupants</b> .....	<b>15</b>
<b>1.16 Essais et recherches</b> .....	<b>16</b>
<b>1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion</b> .....	<b>16</b>
<b>1.18 Renseignements supplémentaires</b> .....	<b>16</b>

1.19	Techniques d'enquête utiles ou efficaces .....	16
<b>2</b>	<b>Analyse.....</b>	<b>17</b>
2.1	Aspects techniques.....	17
2.1.1	L'apparition du court-circuit .....	17
2.1.2	Le développement du feu .....	17
2.1.3	Les projections d'étincelles .....	17
2.2	Aspects opérationnels et humains .....	18
2.2.1	Conduite du vol .....	18
<b>3</b>	<b>Conclusions.....</b>	<b>19</b>
3.1	Faits établis .....	19
3.1.1	Equipage de conduite.....	19
3.1.2	Aspects techniques .....	19
3.2	Causes .....	19
<b>4</b>	<b>Recommandations de sécurité et mesures prises après l'incident grave.....</b>	<b>20</b>
4.1	Mesures prises après l'incident grave .....	20
	<b>Annexes .....</b>	<b>21</b>
	<b>Annexe 1: Toron endommagé par le feu.....</b>	<b>21</b>
	<b>Annexe 2: Directive de Navigabilité No.:2006-0283.....</b>	<b>22</b>

# Rapport final

Propriétaire	FARNAIR Switzerland AG, 4030 Basel
Exploitant	FARNAIR Switzerland AG, 4030 Basel
Type d'aéronef	ATR 42-320
Pays d'immatriculation	Suisse
Immatriculation	HB-AFC
Lieu	Aéroport de Genève
Date et heure	29 mars 2006, 04:01 UTC

## Synopsis

### Sommaire

Alors qu'il se trouve en courte finale sur l'approche ILS 23 de l'aéroport de Genève, l'équipage de l'ATR 42-320 effectuant le vol cargo FAT6932 déclare une situation de détresse au service de la circulation aérienne (*air traffic control* – ATC) en raison d'un feu dans le cockpit. L'appareil peut néanmoins atterrir normalement et libérer la piste par la voie de sortie rapide CHARLIE, sur laquelle il est obligé de s'immobiliser. Le copilote signale au contrôleur la perte quasiment totale de tous les systèmes de bord et qu'il ne leur est désormais plus possible de circuler au sol. Le service de sécurité de l'aéroport (SSA) déjà sur place prend l'avion en charge et demande à ce que les moteurs soient coupés. Le feu à bord n'a duré que quelques secondes et une intervention extérieure dans la lutte contre l'incendie n'a pas été nécessaire.

### Enquête

L'incident a été notifié à 04:10 UTC au Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation; un enquêteur s'est rendu à l'aéroport de Genève vers 05:00 UTC et s'est entretenu avec des responsables du SSA ainsi qu'avec l'équipage de conduite de FAT6932. L'enquête technique a été conduite en collaboration avec un spécialiste des systèmes électriques du constructeur de l'avion, arrivé sur place l'après-midi du même jour.

L'incident grave est dû à un début d'incendie provoqué par un court-circuit consécutif à plusieurs défauts de montage.

## 1 Renseignements de base

### 1.1 Déroulement du vol

#### 1.1.1 Remarques préliminaires

Le déroulement du vol a été retracé à l'aide de la transcription des communications radiotéléphoniques entre l'équipage de conduite du vol FAT6932 et la Tour de contrôle de Genève (*Geneva TWR*) ainsi que de celle de l'enregistreur de conversation de poste de pilotage (*cockpit voice recorder – CVR*). Il se base sur les dépositions des pilotes et le rapport d'incident du contrôleur d'aérodrome en fonction au moment de l'incident. Les éléments fournis par l'enregistreur de données de vol (*flight data recorder – FDR*) ont permis de suivre l'évolution de l'avion, notamment en ce qui concerne toutes les phases de l'approche ILS (*instrument landing system – ILS*) de la piste 23.

#### 1.1.2 Le vol précédent celui de l'incident

Le jour précédent l'incident, l'ATR 42-320 immatriculé HB-AFC effectue le vol commercial IFR cargo FAT6931 de Genève (LSGG) à Cologne-Bonn (EDDK) où il atterrit à 20:29 UTC. Conformément à ce service de vol de nuit, l'équipage de conduite reste sur place en attendant le départ du vol retour FAT6932 dont l'atterrissage à Genève est prévu le 29 mars 2006 à 04:00 UTC.

#### 1.1.3 Le vol de l'incident

L'embarquement des 3850 kg de charge transportée (*payload*) du vol cargo FAT6932 de Cologne-Bonn à destination de Genève est terminé à 02:11 UTC et les portes sont fermées à 02:18 UTC.

L'avion décolle à 02:27 UTC sur la piste 32R et suit la route du départ normalisé aux instruments (*standard instrument departure – SID*) "NOR1B". Le copilote a la fonction *pilot flying – PF* et le commandant de bord *pilot non flying – PNF*.

Le déroulement du vol est normal, l'appareil croise au niveau de vol FL 190. Peu avant de débiter la descente vers Genève, il entre dans une zone de nuages et l'équipage de conduite enclenche le dispositif d'antigivrage des hélices. Dans sa déposition le commandant de bord a indiqué que des conditions météorologiques de vol aux instruments (*instrument meteorological conditions – IMC*) ainsi que des turbulences faibles régnaient du niveau de vol FL150 jusqu'à une altitude d'environ 4000 pieds.

Le vol FAT6932 est autorisé par le contrôleur radar du secteur INI Nord de Genève à mettre le cap vers le point de cheminement DINIG, pour une route d'arrivée aux instruments (*standard instrument arrival route – STAR*) "DINIG 3A". Pendant la descente, il est transféré au contrôle d'approche qui le guide par des caps radar pour intercepter l'approche ILS 23. Le vol FAT6932 est un peu en avance sur l'horaire d'arrivée prévu et l'équipage de conduite décide de réduire la vitesse de manière à ne pas atterrir avant 06h00 LT, heure d'ouverture de l'aéroport.

A 03:55:08 UTC le commandant de bord appelle la Tour de contrôle de Genève et s'annonce établi sur l'ILS de la piste 23 à 12 NM. Le contrôleur répond qu'il est numéro 1 et lui demande de rappeler en courte finale. L'avion vole alors à une vitesse indiquée de 220 kt en configuration lisse.

Pendant toute la descente et en particulier pendant l'approche les pilotes font preuve de vigilance quant aux effets des conditions météorologiques hivernales du moment; ils surveillent en particulier l'état de givrage des ailes et choisissent d'évoluer aux vitesses appropriées aux conditions givrantes jusqu'à l'atterrissage ("*icing conditions speed schedule*").

A environ 9 NM du seuil de piste, l'équipage de conduite réduit la vitesse et commence vers 165 kt IAS (*indicated air speed*) à configurer l'appareil pour l'approche finale. A 4,5 NM l'avion est stabilisé à la vitesse indiquée de 140 kt en configuration d'atterrissage.

A 03:58:23 UTC, à environ 3NM du seuil de piste, le vol FAT6932 est autorisé à atterrir. Les pilotes ont le sol et la piste en vue depuis plus d'une minute.

A 03:59:02 UTC le copilote signale qu'il commence à réduire sa vitesse vers 125 kt et qu'il passe en pilotage manuel. L'avertisseur sonore de débrayage du pilote automatique retentit et est suivi par l'annonce du passage de la hauteur radioaltimètre de 500 ft par le commandant de bord.

#### 1.1.4 L'incident

A 03:59:22 UTC, alors que l'appareil se trouve à la hauteur d'environ 450 pieds, l'enregistrement de conversation de poste de pilotage fait état d'un claquement suivi du retentissement à trois reprises du gong mono coup de l'avertisseur central *Master Caution*. En même temps, on entend les pilotes exprimer chacun une brève exclamation de surprise. Dans sa déposition, le copilote explique l'origine de cette manifestation d'étonnement: «*Environ 2 nautiques avant l'atterrissage j'ai entendu comme un bruit d'explosion étouffé suivie d'une gerbe d'étincelles depuis le panneau électrique situé derrière moi*».

Le commandant a déclaré avoir perçu le même phénomène et précise qu'il a distingué un clair éclat orange derrière le panneau de disjoncteurs situé derrière le copilote: «*There was a clear orange glow behind the circuit breaker panel*» (il y avait un clair éclat orange derrière le panneau de disjoncteurs). Il ajoutera qu'à 60 pieds cet éclat avait disparu.

A 03:59:25 UTC, c'est à dire 3 secondes plus tard, le copilote annonce à son collègue: «*OK, we continue...*». L'avertisseur sonore "*triple click*" signalant une dégradation de système de bord retentit peu après. Le copilote remarque qu'il n'a plus aucune indication sur ses instruments de pilotage et demande au commandant de lui lire la vitesse.

Pendant cette phase du vol la fréquence de communications radiotéléphonique est occupée jusqu'à 03:59:41 UTC par les prises de contact entre un avion se trouvant en approche finale à 7,5 NM et la Tour de contrôle.

A 03:59:42 UTC le commandant déclare une situation de détresse à l'ATC en raison d'un feu dans le cockpit: «*MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY, FAT6932, we have fire in the cockpit, please send the trucks*». Le contrôleur répond que la brigade des pompiers est avertie, confirme l'autorisation d'atterrissage et demande au pilote s'il désire s'arrêter sur la piste. Le commandant répond par la négative et précise que les choses semblent être rentrée dans l'ordre mais souhaite que la brigade de pompier reste en alerte.

Le copilote poursuit l'approche visuellement en contrôlant la vitesse sur l'anémomètre de secours.

L'avion se pose normalement et peu avant la fin de sa course le commandant reprend les commandes conformément aux procédures compagnie. Il constate alors qu'il n'a pas de contrôle sur la roue de proue mais peut néanmoins libérer la



piste par la voie de sortie rapide CHARLIE sur laquelle il est obligé de s'immobiliser. Le copilote signale au contrôleur qu'ils sont privés de quasiment tous leurs systèmes de bord et qu'il ne leur est désormais plus possible de circuler au sol.

Le SSA est sur place et prend l'avion en charge. Par le biais de la Tour de contrôle, il fait demander à l'équipage de conduite d'arrêter les moteurs. Le commandant s'exécute puis demande au copilote d'aller ouvrir la porte de soute.

Le feu à bord n'a duré que quelques secondes et une intervention extérieure dans la lutte contre l'incendie n'est pas nécessaire. Les sapeurs d'aviation ouvrent les deux panneaux de disjoncteurs situés derrière le siège du copilote et par mesure de sécurité y déchargent le contenu d'un extincteur de CO<sub>2</sub>.

## 1.2 Tués et blessés

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

## 1.3 Dommages à l'aéronef

### 1.3.1 Dommages provoqués par le feu (Annexe 1)

Les enquêteurs n'ont pas constaté de dégât dans les compartiments à l'arrière des deux panneaux de disjoncteurs (panneau 122VU et panneau supérieur 121VU) qui se trouvent derrière le siège copilote.

Dans le compartiment 120VU situé au dessus du panneau de disjoncteurs 121VU, passe un toron constitué de plusieurs centaines de fils électriques, fixé par des brides à une structure tubulaire. Quarante-huit d'entre eux présentent des dommages causés par des arcs électriques sur une dizaine de cm de leur longueur et sur une surface d'environ 20 cm<sup>2</sup>; leur isolation est décomposée et leur métal partiellement fondu. Des traces noires laissées par des produits de combustion couvrent la zone endommagée du toron et s'étendent en plus sur une quinzaine de centimètres du fuseau. Les systèmes de bord liés aux fils endommagés n'ont pas été détériorés.

Le support tubulaire en contact avec les fils brûlés est endommagé. A cet endroit, le toron touche un câble de mise à la masse qui porte également des traces de feu.

Dans un coin de la face intérieure de la paroi du compartiment 120VU, on constate une petite zone portant des traces de feu.

## 1.3.2 Dysfonctions aux systèmes de bord

L'incident a provoqué le déclenchement des disjoncteurs suivants:

<b>Panneau de disjoncteurs</b>	<b>Disjoncteurs</b>
21V6	ENG 2 CTL SCU (C22) AHRS 2 PWR SPLY NORM (B 21)
121VU	NOSE WHEEL STEERING: STEERING VALVE (E)
122VU	COMP LT: FWD&AFT CARGO (L 22) ANTI ICING: CTL&IND PROP2 (P 12) MAIN ELECTRIC POWER DC GLU DC GEN 2 (Q20)
PRIMARY CB AC WILD	HORNS ANTI ICING POWER SUPPLY: R ELEV, R AIL, L AIL
PRIMARY CB MAIN ELEC POWER 124VU	DC GEN2 CONTL EXCN

1.4 **Autres dommages**

Sans objet.

1.5 **Renseignements sur le personnel**

## 1.5.1 Commandant

Personne	Nationalité hollandaise, année de naissance 1964
Temps du service d'équipage	Début du service à Genève le 28.03.06 à 18:00 UTC Fin du service à Genève le 29.03.06 à 04:32 UTC Période de service de vol: 10:32 h
Licence	Licence de pilote de ligne Avion ( <i>air transport pilote licence aeroplane</i> – ATPL(A)) conforme au <i>joint aviation requirements</i> (JAR), délivrée par le Civil Aviation Authority Netherlands
Qualifications	Qualification Radiotéléphonie en anglais RT Qualification de vol aux instruments IR-ME (A) Qualification de type ATR 42/72 PIC IFR/VFR, valable jusqu'au 01.09.2006
Certificat médical	Classes 1 et 2, <i>shall wear corrective lenses and carry a spare set of spectacles</i>
Dernière visite médicale	04.01.06

## 1.5.1.1 Expérience de vol

Heures totales	3822:00 h
Sur le type ATR 42	3561:00 h
Au cours des 90 derniers jours	106:40 h
Dont sur le type ATR 42	106:40 h
Temps de service d'équipage au cours des 30 derniers jours	154:17 h

1.5.2	Copilote	
	Personne	Nationalité suisse, année de naissance 1975
	Temps du service d'équipage	Début du service à Genève le 28.03.06 à 18:00 UTC Fin du service à Genève le 29.03.06 à 04:32 UTC Période de service de vol: 10:32 h
	Licence	Licence de pilote professionnel CPL(A), conforme au <i>joint aviation requirements</i> (JAR), délivrée par l'OFAC, valable jusqu'au 25.10.06
	Qualifications	Qualification Radiotéléphonie internationale RTI (VFR/IFR) Qualification de vol de nuit NIT (A) Qualification de vol aux instruments IFR (A) Qualification de type ATR 42/72 COPI IR, valable jusqu'au 25.10.2006
	Qualifications à proroger	Avions monomoteurs à piston SEP
	Certificat médical	Classes 1 et 2, sans restriction
	Dernière visite médicale	24.05.05
1.5.2.1	Expérience de vol	
	Heures totales	897:03 h
	Sur le type ATR 42	618:23 h
	Au cours des 90 derniers jours	96:54 h
	Dont sur le type ATR 42	96:54 h
	Temps de service d'équipage au cours des 30 derniers jours	80:18 h
<b>1.6</b>	<b>Renseignements sur l'aéronef</b>	
1.6.1	Avion	
	Immatriculation	HB-AFC
	Type d'aéronef	ATR 42-320
	Constructeur	Aero International (Regional)
	Année de construction	1988
	N° de série	087
	Propriétaire	Farnair Switzerland AG, 4030 Basel
	Exploitant	Farnair Switzerland AG, 4030 Basel
	Moteurs	Pratt & Whitney Canada Inc., PW121
	Hélices	Hamilton-Sundstrand Corp., 14SF-5

Heures de vol de la cellule	19 949 h
Nombre de cycles de la cellule (att.)	26 372 h
Certificat de navigabilité	Délivré par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 05.04.01, valable jusqu'à nouvel ordre
Certificat d'immatriculation	Délivré par l'OFAC le 23.02.04

#### 1.6.2 Masse et centrage

Un manifeste de marchandises ainsi qu'un devis de masse et centrage ont été établis au départ de Cologne-Bonn pour le vol FAT6932. Les valeurs de masse et centre de gravité se situent dans les limites admises pour tout le vol; la masse à l'atterrissage est calculée à 15 865 kg, valeur proche de la masse maximum à l'atterrissage (16 400 kg).

#### 1.6.3 Entretien de l'avion

Le journal technique de bord (*aircraft technical log*) atteste du suivi de maintenance; toutes les déficiences qui y sont signalées par les pilotes sont traitées et les contrôles périodiques effectués dans les délais. Au départ des missions FAT6931/6932, le registre DDL (*deferred defect list*) ne contenait aucun élément en suspens.

#### 1.6.4 Inspection du compartiment 120VU

L'inspection du compartiment (120VU) dans lequel le feu est survenu a révélé les défauts de montage et singularités suivantes:

- un câble de mise à la masse était monté de manière incorrecte. Sa cosse inférieure se trouvait ainsi en contact direct avec le toron alors qu'un espace d'au moins 12,5 mm (0,5 in) est requis entre ces deux éléments;
- le support tubulaire sur lequel était bridé le toron était déformé; le guidage ainsi modifié du faisceau de fils ne permettait plus le respect des espaces minimum demandés entre la structure et les autres câbles;
- les colliers fixant le toron à la structure tubulaire n'étaient pas correctement serrés;
- le toron endommagé contenait plus de fils électriques que celui d'origine en raison de modifications conséquentes à l'application de Bulletins Services (*service bulletin*); son diamètre s'en trouvait donc augmenté.

### 1.7 Conditions météorologiques

#### 1.7.1 Généralités

Les informations contenues dans les chapitres 1.7.2 et 1.7.3 ont été fournies par MétéoSuisse.

#### 1.7.2 Situation météorologique générale

*Die Schweiz lag am Südrand zweier Tiefdruckgebiete über Skandinavien. Es herrschte eine mässige Südwestströmung im Einflussbereich einer Kaltfront.*

Traduction:

La Suisse se trouvait en bordure sud de deux zones dépressionnaires centrées sur la Scandinavie. Un fort courant du sud-ouest régnait sous l'influence d'un front froid.

## 1.7.3 Situation météorologique sur le lieu et au moment de l'accident

Conditions météorologiques locales:

<i>Wolken</i>	<i>3-4/8 auf 2500 ft AMSL, 5-7/8 auf 3500 ft AMSL</i>
<i>Wetter</i>	<i>leichter Regen</i>
<i>Sicht</i>	<i>um 15 km</i>
<i>Wind</i>	<i>210° mit 8 kt, Böen bis 15 kt, variabel zwischen 150° und 240°</i>
<i>Temperatur/Taupunkt</i>	<i>6 °C / 3 °C</i>
<i>Luftdruck</i>	<i>LSZH 1014 hPa</i>
<i>Sonnenstand</i>	<i>Azimut 069°, Höhe -14° (unter dem Horizont)</i>
<i>Gefahren</i>	<i>Lokal mässige Vereisung über 4000 ft AMSL</i>

Traduction:

Couverture nuageuse	3 à 4 octas à 2500 ft AMSL, 5 à 7 octas à 3500 ft AMSL
Précipitations	Pluie faible
Visibilité	Environ 15 km
Vent	210° à 8 kt, rafales jusqu'à 15 kt
Température/point de rosée	6 °C / 3 °C
Pression barométrique	LSZH 1014 hPa
Position du soleil	Azimut 069°, hauteur -14° (sous l'horizon)
Phénomènes météorologiques significatifs	Givrage modéré au-dessus de 4000 ft AMSL

Message d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR):

METAR 290350Z 21008KT 9999 -RA SCT025 BKN035 06/04 Q1014 NOSIG=

La carte schématique du temps significatif SWC (*significant weather chart*) du 29 mars 2006 à 00 h UTC montrait que trois zones de nuages se chevauchaient sur la région de Genève. Elles étaient formées principalement de cumulus et d'altocumulus montant jusqu'au niveau de vol FL 160, avec des cumulonimbus noyés pour la nébulosité venant du Sud. Du givrage et des turbulences modérés y étaient signalés.

## 1.8 Aides à la navigation

L'aide à la navigation aérienne utilisé pendant l'approche est l'ILS 23 ISW, équipé d'un dispositif de mesure de distance (DME).

Aide à la navigation aérienne	ILS23 LLZ CAT III
Position géographique	46° 13' 29,4" N, 006° 05' 22,3" E
Fréquence	109.90 MHz ID ISW

## 1.9 Télécommunications

Suite au message de détresse émis en courte finale par le commandant de FAT6932, le contrôleur d'aérodrome a aussitôt déclenché le dispositif d'intervention du service de sécurité de l'aéroport (SSA) prévu à cet effet. Il est alors immédiatement en contact avec le chef d'intervention et lui donne les renseignements nécessaires à la première orientation des effectifs de secours. Les sapeurs d'aviation ont suivi l'atterrissage de l'ATR 42 et l'ont pris en charge sur la voie d'accès rapide CHARLIE.

## 1.10 Renseignements sur l'aérodrome

### 1.10.1 Equipements de la piste

Les données relatives à la piste de l'aéroport international de Genève sont les suivantes:

Une seule piste 23/05 3900 x 50 m, altitude de référence 1411 ft AMSL, position géographique 46°14'17"N, 006°06'32"E.

ILS23-LLZ CATIII / ILS05-LLZ CATI.

Piste 23 distance de roulement utilisable au décollage (*take off run available – TORA*) 3900 m / distance utilisable à l'atterrissage (*landing distance available – LDA*) 3900 m

Piste 05 TORA 3900 m / LDA 3570 m

### 1.10.2 Service de sauvetages et service du feu

L'aéroport de Genève est équipé de moyens de lutte contre l'incendie catégorie 9 selon l'annexe 14 de l'OACI. Le corps des sapeurs-pompiers professionnels de l'aéroport (sapeurs d'aviation) est de service 24 heures sur 24. En cas d'accident, les forces d'intervention peuvent rester en contact permanent avec la Tour de contrôle et avec la police grâce à la centrale d'alarme et à un équipement de télécommunication approprié.

Une section sanitaire est intégrée au service du feu et de sauvetage; elle est dotée de véhicules et de personnel qualifié et est également de service 24 heures sur 24. La section sanitaire dispose d'un poste médical avancé. Elle est raccordée en permanence à la centrale Urgence Santé 144.

L'ensemble du plan d'urgence de l'Aéroport International de Genève est intégré au dispositif cantonal OSIRIS (organisation de l'intervention dans des situations exceptionnelles).

## 1.11 Enregistreurs de bord

Les éléments fournis par les enregistreurs de conversation de poste de pilotage (CVR) et de données de vol (FDR) ont été utilisés au cours de l'enquête.

### 1.11.1 Enregistreur de conversation de poste de pilotage

L'enregistrement dure 31 min 50 sec et couvre le vol depuis la prise de contact avec le contrôleur du secteur INI Nord de Genève jusqu'à quelques minutes après l'ouverture de la porte de soute. La qualité d'écoute est bonne.

### 1.11.2 Enregistreur de données de vol

Les paramètres suivants sont entre-autres enregistrés et lisibles pour les phases de vol se déroulant de la fin de croisière jusqu'à ce que la piste d'atterrissage soit libérée:

- vitesse indiquée (*indicated airspeed* – IAS);
- hauteur radar (*radio altitude* – RA);
- altitude-pression (*pressure-altitude*);
- état de transmission des systèmes de communication VHF1 et VHF2 (*very high frequency*);
- état d'embrayage du pilote automatique (*autopilot*);
- position des volets;
- valeurs des courants DC 1 et DC 2.

Au moment de l'incident, l'intensité des courants DC 1 et DC 2 passent de valeurs moyennes d'environ 50 A et 100 A à des impulsions de 300 A et 1000 A respectivement, valeurs caractéristiques de courants de court-circuit.

### 1.12 Renseignements sur l'épave, l'impact et le lieu d'accident

Sans objet.

### 1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Sans objet.

### 1.14 Incendie

Les pilotes ont déclaré avoir entendu un bruit d'explosion étouffé suivi par l'éjection d'une intense gerbe d'étincelles du panneau de disjoncteurs situés derrière le copilote. Les particules incandescentes sont passées par dessus sa tête pour venir tomber en partie sur ses cuisses et laisser des traces d'impacts sur ses pantalons. Le commandant de bord a vu un vif et intense éclat orange au travers des interstices des panneaux de disjoncteurs situés sur la paroi arrière droite du poste de pilotage.

Ces descriptions attestent d'une projection d'étincelles conséquentes à un court-circuit s'étant produit dans le toron de fils situé dans le compartiment 120VU. Plusieurs disjoncteurs se sont déclenchés et le feu électrique n'a duré que quelques secondes.

### 1.15 Questions relatives à la survie des occupants

L'origine des feux électriques qui se produisent accidentellement à bord des avions peut être multiple. Si, comme c'est le cas pour cet incident, elle touche une quantité importante de fils électriques, divers systèmes de bord peuvent être affectés. Les pilotes ont déclaré avoir perdu toutes les informations données par leurs instruments de navigation à l'exception des instruments de secours; la continuation du vol ne pouvait plus se réaliser en opération normale mais n'était pas compromise.

Le feu ne s'est pas propagé dans le toron, les systèmes de sécurité constitués par le déclenchement des disjoncteurs en cas de court-circuit ont fonctionné et l'incendie s'est arrêté de lui-même.

La défense contre les feux d'origine électrique est prévue par la liste de vérification (*check-list*) "ELEC SMOKE". Au moment de l'incident l'avion se trouvait à moins d'une minute de l'atterrissage et cette procédure n'a pas été effectuée par l'équipage.

Le service de sécurité de l'aéroport (SSA) a réagit immédiatement à l'alarme déclenchée par le contrôleur et a réceptionné l'avion à l'atterrissage. Une équipe médicale a vérifié que les pilotes n'avaient pas été affectés par l'incident.

#### **1.16 Essais et recherches**

Le jour même de l'incident, un spécialiste des systèmes électriques du constructeur a commencé une inspection détaillée de l'endroit dans l'avion où s'était produit le court-circuit ainsi que des parties que celui-ci avait touché. Les défauts de montages constatés, les dégâts provoqués par le feu ainsi que les résultats de son analyse furent consignés dans un rapport d'inspection (*visit report*) remis au Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation.

Quelques jours plus tard, le constructeur a établi un rapport d'évaluation des dommages (*Damage Assessment Report A/C 087*) devant servir de guide pour les travaux de réparation de l'avion. Les dégâts et défauts de montage y sont documentés et décrits avec précision. Les pièces endommagées et fils du toron à remplacer y sont répertoriés ainsi que les systèmes de bord à tester.

#### **1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion**

L'entreprise FARNER AIR TRANSPORT AG (FAT) est fondée en 1984 et effectue le service aérien de fret en Europe centrale. Devenu plus tard le groupe FARNAIR, cette société exploite entre autres deux ATR 42-320 depuis le mois de décembre 2000.

En 2004, avec l'introduction des accords bilatéraux entre la Suisse et l'Union Européenne, FARNAIR est consolidé en deux entités: FAT (FARNAIR Switzerland) et FAH (FARNAIR Hungary). Au mois de novembre de la même année, FARNAIR Switzerland devient une organisation EASA part 145 autorisée à effectuer de la maintenance de ligne et de base sur les Fokker F-27 et ATR 42/72.

En 2006, FARNAIR Switzerland basée à l'aéroport de Bâle opérait 17 avions pour le transport de fret, dont 6 ATR 72-200 et un ATR 42-320.

#### **1.18 Renseignements supplémentaires**

Sans objet.

#### **1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces**

Sans objet.



## 2 Analyse

### 2.1 Aspects techniques

#### 2.1.1 L'apparition du court-circuit

Les défauts de montage et l'augmentation du diamètre du toron de fils électriques décrits dans le chapitre 1.6.3 sont les facteurs initiaux qui ont lentement généré les conditions propices à l'apparition d'un court circuit.

La cosse inférieure du câble de mise à la masse était en contact direct avec des fils électriques mal bridés, donc insuffisamment serrés, d'un toron plus volumineux que d'origine et monté sur un support tubulaire déformé. Sa compacité était ainsi réduite et un jeu suffisant existait entre les fils pour permettre le frottement entre eux et avec le câble de mise à la masse. Ce phénomène a provoqué un affaiblissement de la tenue diélectrique de l'isolation de fils touchant la cosse du câble de la mise à la masse. A force d'usure, cette isolation s'est rompue, rendant possible le contact direct métal-métal entre deux conducteurs à l'origine de l'important court-circuit.

#### 2.1.2 Le développement du feu

Les dommages provoqués par le feu, décrits dans le chapitre 1.3.1, sont révélateurs d'un développement d'incendie suivant un processus de cascade d'amorçage d'arcs électriques et donnant lieu au phénomène appelé embrasement général: le premier court-circuit produit la vaporisation du métal conducteur, générant dans son voisinage immédiat de très hautes températures et pressions. La chaleur qui résulte de cette vaporisation et de l'arc électrique lui-même décomposent l'isolation des fils adjacents, les mettant à nu et en contact entre eux. Il se produit alors une cascade d'amorçages d'arcs et de combustions entre les fils du toron, qui ne prend fin qu'avec l'activation des dispositifs de protections contre les surintensités, à savoir le déclenchement des disjoncteurs. A perception humaine, cette succession de court-circuits est quasiment instantanée.

A la suite de l'embrasement, les systèmes de bord alimentés ou commandés par les fils endommagés ont été privés de courant, ce qui explique la perte des instruments de navigation et du contrôle de la roue de proue signalés par les pilotes.

Afin d'éviter toute inflammation pouvant être initiée par la chaleur dégagée par un arc accidentel, l'ATR 42 est conçu de manière à ce qu'aucune matière inflammable ne se trouve à proximité d'éléments de systèmes électriques. Le foyer qui est apparu dans le toron de fil n'a ainsi pas trouvé prise et l'incendie ne s'est pas propagé.

#### 2.1.3 Les projections d'étincelles

Les amorçages d'arc produisent dans leur voisinage immédiat des températures et des pressions très élevées qui enflamment l'isolation des fils et en éjectent des fragments hors de l'endroit où se produit le court-circuit. Le métal fondu du conducteur est également projeté de la même manière. Ces particules incandescentes ont très peu d'énergie et ne provoquent généralement pas l'inflammation des matériaux utilisés dans le poste de pilotage.

## 2.2 Aspects opérationnels et humains

### 2.2.1 Conduite du vol

L'enregistrement des conversations de poste pilotage révèle que l'équipage de conduite travaillait de manière professionnelle.

Au moment de l'incident, l'effet de surprise fut rapidement maîtrisé. Malgré l'évènement déstabilisant provoqué par la gerbe d'étincelles, les pilotes sont restés calmes. Dans les conditions de vol à vue, la décision de poursuivre l'approche sans les principaux instruments de navigation était adéquate. La situation de détresse a été déclarée très rapidement, permettant au contrôleur d'aérodrome d'alerter immédiatement les services de sécurité de l'aéroport (SSA).

### 3 Conclusions

#### 3.1 Faits établis

##### 3.1.1 Equipage de conduite

- Les pilotes étaient titulaires de licences de vol valables.
- Aucun élément n'indique que les pilotes aient été atteints dans leur santé au moment de l'incident.

##### 3.1.2 Aspects techniques

- Au départ des missions FAT6931/6932, le registre DDL (*deferred defect list*) ne contenait aucun élément en suspens.
- Les valeurs de masse et centre de gravité se situaient dans les limites admises pour tout le vol.
- Un câble de mise à la masse était monté incorrectement. Sa cosse inférieure se trouvait ainsi en contact direct avec le toron de fils électriques alors qu'un espace d'au moins 12,5 mm (0,5 in) devait exister entre ces deux éléments.
- Le support tubulaire sur lequel était bridé le toron était déformé; le guidage ainsi modifié du faisceau de fils ne permettait plus le respect des espaces minimum demandés entre la structure et les autres câbles.
- Les colliers fixant le toron à la structure tubulaire n'étaient pas assez serrés.
- Le toron endommagé contenait plus de fils électriques que celui d'origine en raison de modifications conséquentes à l'application de Bulletins Services (*service bulletin*); son diamètre s'en trouvait donc augmenté.
- L'origine précise des défauts de montage n'a pas pu être déterminée.

#### 3.2 Causes

L'incident grave est dû à un début d'incendie provoqué par un court-circuit consécutif à plusieurs défauts de montage.

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

### 4.1 Mesures prises après l'incident grave

A la suite de l'incident, le constructeur a mené une enquête auprès de plusieurs opérateurs d'ATR 42/72 pour déterminer si d'autres cas de montage erroné du câble de mise à la masse dans le compartiment 120VU existaient. Les résultats ont montré que ce défaut avait été trouvé à plusieurs reprises.

Le 14 septembre 2006, l'European Aviation Safety Agency – EASA émet une directive de navigabilité (*airworthiness directive -AD*) demandant l'inspection avant le 31 décembre 2006 de tous les appareils ATR 42/72 dans lesquels le risque de court-circuit conséquent à ce défaut de montage pouvait exister (Annexe 2). Les détails de cette opération et des mesures à prendre si nécessaire, figurent dans les Bulletins Service no. ATR42-92-0012 et no. ATR72-92-1013.

Payerne, 8 avril 2009

Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

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

Conformément à l'art. 3.1 de la 9<sup>ème</sup> édition, applicable dès le 1<sup>er</sup> 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. 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.

Annexes

Annexe 1: Toron endommagé par le feu



**Annexe 2:** Directive de Navigabilité No.:2006-0283

**Avis d'émission d'une Directive de Navigabilité (AD)\* par**

**l'EASA, European Aviation Safety Agency**

**l'autorité primaire d'un matériel étranger**

Les examens ou modifications décrits ou rappelés ci-dessous sont impératifs. La non application des exigences contenues dans la Directive de Navigabilité citée ci-dessous entraîne l'inaptitude au vol de l'aéronef concerné.

**(Envoi 20/2006 du 27 septembre 2006)**

**Directive de Navigabilité de l'EASA de référence 2006-0283**

**ATR**

**Avions ATR 42 et ATR 72**

Génération électrique - Harnais électrique 120 VU - Inspection

S'agissant d'un avion de plus de 5,7 tonnes de MTOW, il n'est pas proposé de traduction de l'AD jointe.

**Nota pour les exploitants et organismes d'entretien d'aéronefs inscrits au registre français :**


Si l'AD jointe invite à un contact vers l'autorité primaire de l'AD, contacter le bureau concerné du département certification-produits de l'EASA.

Si pour l'exécution d'une tâche donnée, l'AD jointe se réfère à une qualification de personnel répondant à une réglementation nationale, il est possible de faire intervenir, pour cette tâche, du personnel de qualification équivalente acceptée dans l'Union Européenne.

Si l'AD jointe se réfère à une donnée de navigabilité ou une instruction pour le maintien de la navigabilité (Manuel de Vol, Manuel de Maintenance, ...) qui n'est pas celle approuvée ou pas celle en vigueur en France ou si l'AD jointe présente une difficulté d'application liée à sa spécificité nationale, exposer le problème auprès du département technique du GSAC (par courriel à "contact@gsac.fr" ou par fax au 01 46 90 48 48) ou auprès du bureau concerné du département certification-produits de l'EASA.

La recopie de cette AD peut avoir dégradé la définition du document présenté. En cas de difficulté à lire certains éléments de cette AD, se reporter à l'AD originale mise à disposition par l'autorité primaire de l'AD.

\* Cette AD est exigible au titre du règlement Européen 1702/2003 ou de la Décision n° 2/2003 de l'EASA.

<b>EASA</b>	<b>AIRWORTHINESS DIRECTIVE</b>
	<p><b>AD No.: 2006-0283</b></p> <p><b>Date: 14 September 2006</b></p>
No person may operate an aircraft to which an Airworthiness Directive applies, except in accordance with the requirements of that Airworthiness Directive unless otherwise agreed with the Authority of the State of Registry.	
<b>Type Approval Holder's Name:</b> ATR	<b>Type/Model designation(s):</b> ATR 42 and ATR 72 Aircraft
TCDS Number: EASA A.084	
Foreign AD: Not applicable.	
Supersede: Not applicable.	
<b>ATA 24</b>	<b>Electrical Power - 120 VU Electrical Harness - Inspection</b>
<b>Manufacturer(s):</b>	ATR, (formerly AEROSPATIALE - AERITALIA, AEROSPATIALE - ALENIA, AEROSPATIALE ATR - ALENIA, EADS ATR - ALENIA)
<b>Applicability:</b>	ATR 42-200, -300, -320, -400, -500, all serial numbers up to MSN 643 inclusive. ATR 72-101, -102, -201, -202, -211, -212, -212A, all serial numbers up to MSN 728 inclusive, except MSN 723 and 725.
<b>Reason:</b>	<p>Recently an ATR 42 suffered electrical arcing, causing the loss of some instruments and loss of one hydraulic circuit pressure due to a chafing between a bonding cable and electrical wires in the 120 VU. The investigations showed that:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A tubular support had been deformed and therefore impaired the spacing among electrical harness, supports and cables;</li> <li>• Harness was not correctly attached;</li> <li>• The size of the harness was increased by addition of cables (for Service Bulletins (SB) or customer modifications embodiments);</li> <li>• The bonding cable was not correctly installed.</li> </ul> <p>This Airworthiness Directive mandates an inspection of the ATR 42 &amp; 72 fleet to identify and correct possible similar cases, which could lead to an unsafe condition.</p>
<b>Effective Date:</b>	28 September 2006.
<b>Compliance:</b>	Before December 31 <sup>st</sup> , 2006, inspect the harness installation in the 120 VU and, if necessary, restore the conformity to the approved design, in accordance with the instructions given by Service Bulletin (SB) ATR42-92-0012 (for ATR 42 models) or SB ATR72-92-1013 (for ATR 72 models).



Ref. Publications:	ATR SB ATR42-92-0012 or SB ATR72-92-1013, as applicable, or later approved revisions.
Remarks:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. If requested and appropriately substantiated the responsible EASA manager for the related product has the authority to accept Alternative Methods of Compliance (AMOCs) for this AD.</li> <li>2. This AD was posted as PAD 06-202 for consultation on 07 August 2006 with a comment period until 18 August 2006. No comments were received during the consultation period.</li> <li>3. Enquiries regarding this Airworthiness Directive should be referred to the Airworthiness Directive Focal Point - Certification Directorate, EASA. E-mail: <a href="mailto:ADs@easa.europa.eu">ADs@easa.europa.eu</a></li> <li>4. For any question concerning the technical content of the requirements in this AD, please contact: ATR, Didier CAILHOL - Fax: +33 (0) 5 62 21 67 18 or E-mail: <a href="mailto:continued.airworthiness@atr.fr">continued.airworthiness@atr.fr</a></li> </ol>