



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT

D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-F-2014-020-A

Date de l'événement 24 octobre 2014

Lieu Lorient

Type d'appareil Reims-Cessna F 406

Immatriculation n°006 - F-ZBEP

Organisme Direction générale des douanes et droits indirects

Unité Brigade de surveillance aéromaritime de Lann-Bihoué

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'événement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'événement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes retenues. Enfin, des recommandations de sécurité sont proposées dans le dernier chapitre. Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.

UTILISATION DU RAPPORT

L'unique objectif de l'enquête de sécurité est la prévention des accidents et incidents sans détermination des fautes ou des responsabilités. L'établissement des causes n'implique pas la détermination d'une responsabilité administrative civile ou pénale. Dès lors toute utilisation totale ou partielle du présent rapport à d'autres fins que son but de sécurité est contraire à l'esprit des règlements et relève de la responsabilité de son utilisateur.

CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : internet

Photos :

- Page 14 : EPI
- Pages 14, 15 : BEAD-air
- Page 22 : DGA-TA

Illustrations :

- Pages 20, 23, 24 : BEAD-air
- Page 19 : manuel F406

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	7
1.1. Déroulement du vol	7
1.2. Tués et blessés	9
1.3. Dommages à l'aéronef	9
1.4. Autres dommages	9
1.5. Renseignements sur le personnel	9
1.6. Renseignements sur l'aéronef	11
1.7. Conditions météorologiques	13
1.8. Aides à la navigation	13
1.9. Télécommunications	13
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	13
1.11. Enregistreurs de bord	13
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	14
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	15
1.14. Incendie	16
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	16
1.16. Essais et recherches	17
1.17. Renseignements sur les organismes	18
1.18. Renseignements supplémentaires	19
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	20
2. Analyse	21
2.1. Analyse des essais et des expertises	21
2.2. Reconstitution du scénario probable	23
2.3. Recherche des causes de l'accident	25
3. Conclusion	27
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement	27
3.2. Causes de l'événement	27
4. Recommandations de sécurité	29
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	29
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	29

GLOSSAIRE

BCMA :	base centrale de maintenance aéronautique
BSAM :	brigade de surveillance aéromaritime
DGA :	direction générale de l'armement
DGDDI :	direction générale des douanes et droits indirects
EPI :	enquêteur de premières informations
Ft	<i>feet</i> = pied - 1 ft = 0,33 m
Kt	<i>knot</i> = nœud – 1 kt = 1,852 km/h
Lb :	livre, 1 lb = 0,45 kilogramme

SYNOPSIS

Date de l'événement : vendredi 24 octobre 2014 à 13h43
Lieu de l'événement : aéroport de Lorient
Organisme : direction générale des douanes et droits indirects (DGGDI)
Unité : brigade de surveillance aéromaritime de Lann-Bihoué (BSAM)
Aéronef : Reims-Cessna F406 n°006 - FZBEP
Nature du vol : vol de bon fonctionnement
Nombre de personnes à bord : 3

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Suite à l'échange de la pompe hydraulique du moteur droit, un équipage de la BSAM réalise un vol de bon fonctionnement sur F406.

Au cours de ce vol, lors d'une remise de gaz monomoteur (simulée)¹, la rentrée du train est incomplète.

Le pilote repositionne la manette sur « DOWN ² », ce qui est sans effet sur le « train avant ».

L'atterrissage est réalisé sans roulette de nez avec les trains principaux sortis.

L'avion est arrêté en moins de 500 mètres.

L'équipage indemne évacue l'appareil.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un expert technique du BEAD-air.
- Un enquêteur de premières informations (EPI).
- Un officier pilote ayant une expertise sur F406.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur F406.
- Un médecin du personnel navigant.

Autres experts consultés

- ASI aviation (constructeur).
- Direction générale de l'armement (DGA – Technique aéronautiques).
- Direction générale de l'armement (DGA – Essais propulseurs).

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air a été prévenu de l'événement le 24 octobre avant l'atterrissage de l'appareil.

L'EPI désigné s'est rendu à la BSAM de Lann-Bihoué moins d'une heure après l'atterrissage afin de procéder aux premières investigations sur site.

Le groupe d'enquête est arrivé le lundi 27 octobre.

¹ La simulation de la panne est réalisée en positionnant la commande de puissance sur ralenti vol.

² Position trains sortis.

PAS DE TEXTE

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Indicatif mission : FDO 5624

Type de vol : VFR³

Type de mission : vol de bon fonctionnement

Dernier point de départ : Lorient (LFRH)

Heure de départ : 10h30

Point d'atterrissage prévu : Lorient (LFRH)

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

Après avoir échangé la pompe hydraulique du moteur droit, les « services techniques » proposent au chef de la BSAM de Lorient d'effectuer un vol de bon fonctionnement. Il est programmé en fin de matinée du vendredi 24 octobre 2014.

Le programme d'un vol de bon fonctionnement est laissé à l'appréciation du commandant de bord, qui doit adapter son vol en fonction de l'intervention technique réalisée, des conditions météorologiques du jour et des autres impératifs (réservation de zone, demandes du contrôle etc...).

La mission du 24 octobre consiste à remettre l'avion en configuration approche monomoteur⁴ et à effectuer une remise de gaz afin de vérifier le bon fonctionnement de la cinématique de rentrée du train.

Lors de la prise en compte de l'avion, l'équipage a vérifié la position de l'indicateur de remplissage de la bouteille d'azote (sortie secours du train et des volets).

L'équipage est constitué d'un pilote commandant de bord en place droite, d'un pilote en fonction en place gauche et d'un mécanicien navigant installé en place arrière gauche.

1.1.2.2. Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement

Le décollage est réalisé en piste 25⁵ de Lorient. Après avoir rentré le train d'atterrissage et les volets, l'équipage se rend sur la zone de Groix à une hauteur de 2 000 pieds sol.

L'équipage configure son avion au plus proche des conditions d'apparition de la panne rencontrée la veille : monomoteur gauche simulé (moteur en transparence), train sorti et volets en configuration atterrissage.

Lors de la remise de gaz initiée à une vitesse de 108⁶ kts, la commande de train est placée en position « UP ».

³ Vol à vue.

⁴ Monomoteur simulé.

⁵ L'aéroport de Lorient Lann Bihoué possède deux pistes. La 07/25 (2 403*45 m) est la piste principale.

La 02/20 (1 670*45m) est une piste secondaire en travaux le jour de l'événement.

⁶ Estimation du pilote.

La séquence est incomplète : le voyant « HYD PRESS ON » est éteint et le voyant rouge « GEAR UNLOCK » reste allumé. Cette situation anormale conduit l'équipage à réaligner les deux moteurs et à exécuter la procédure « LE TRAIN D'ATTERRISSAGE NE RENTRE PAS HYDRAULIQUEMENT ».

Quelques⁷ secondes plus tard, les trois membres de l'équipage perçoivent un bruit sourd qui leur semble provenir de l'avant de l'appareil. Ils ressentent également des vibrations.

Ils poursuivent la procédure et positionnent la commande de train sur « DOWN ». L'équipage constate que les deux voyants verts du train principal sont allumés⁸ et que le voyant vert du train avant est éteint. Les voyants « GEAR UNLOCK » (rouge) et « HYD PRESS ON » (ambre) sont allumés.

Afin d'arrêter la mise en pression du circuit hydraulique du train, le pilote aux commandes tire le disjoncteur « LDG GEAR », ce qui provoque l'extinction du voyant « HYD PRESS ON ».

L'équipage applique alors la procédure « LE TRAIN NE SORT PAS HYDRAULIQUEMENT » au cours de laquelle le circuit secours doit être mis en œuvre. En tirant la poignée permettant l'ouverture de la bouteille d'azote comprimée du circuit secours, le pilote qui effectue cette manœuvre pour la première fois est surpris par la faible course de la commande. La manœuvre n'ayant pas eu l'effet escompté, l'équipage pense alors que le circuit secours n'a pas fonctionné.

L'équipage informe le contrôle de Lorient de sa panne et rentre vers le terrain. Il effectue un passage « vertical piste » et la tour de contrôle constate ainsi la « non extension » du train avant et la fermeture des trappes.

Des manœuvres en tangage et roulis sont effectuées sans effet.

L'équipage se reporte alors sur sa zone d'exercice (Groix à 2 000 pieds) où ils rentrent en contact téléphonique avec l'échelon technique de Lorient.

La décision est prise de se poser sur la piste 20 de Lorient qui est orientée face au vent. La procédure « ATTERRISSAGE AVEC LE TRAIN AVANT DEFECTUEUX » est appliquée et afin de réduire le carburant à bord, le vol est poursuivi pendant 01h30. Ce temps est mis à profit par l'équipage pour effectuer les préparatifs de l'avion et le briefing en vue de l'atterrissage.

La piste 20 étant en travaux, elle est réouverte pour le poser du F406. La caravane de sécurité est pré-positionnée le long de la piste.

Compte tenu d'une dégradation de la météorologie, l'équipage décide de se poser plus tôt que prévu avec 800 lbs de pétrole à bord.

En courte finale, la batterie est coupée. Au toucher des roues, les deux manettes des moteurs sont positionnées sur « CUT OFF⁹ ». Le contrôle de l'axe de piste est dans un premier temps réalisé aérodynamiquement puis grâce à un freinage différentiel.

L'avion est arrêté en moins de 500 mètres. L'équipage évacue l'avion. Aucun feu n'est constaté.

⁷ Estimée entre dix et vingt secondes après le début de la remise des gaz.

⁸ Voir fonctionnement de la signalisation du train page 19.

⁹ Arrêt.

1.1.3. Localisation

- Lieu : Lorient LFRH
 - pays : France
 - département : Morbihan (56)
 - commune : Lorient
 - coordonnées géographiques :
 - N 47°46'
 - W 003°26'
 - altitude du lieu de l'événement : 40 ft
- Moment : jour

1.2. Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Autres personnes
Mortelles		
Graves		
Légères		
Aucune	3	

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
			X	

1.4. Autres dommages

Aucun

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1. Commandant de bord

- Age : 51 ans
- Unité d'affectation : brigade de surveillance aérienne avion
 - fonction dans l'unité : moniteur avion

- Formation :
 - qualification : CPL¹⁰ - IR¹¹ - FI¹²
 - école de spécialisation : formation civile, QT¹³ F406 effectuée en 2006
 - année de sortie d'école : obtention du CPL en 1996
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur F406	sur tous types	dont sur F406	sur tous types	dont sur F406
Total (h)	6 661	3 606	102	86	45	38

- Date du dernier vol comme pilote :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 23 octobre 2014
 - de nuit : 27 mai 2014
- Carte de circulation aérienne :
 - type : QT + IR F406 certificat administratif douane
 - date d'expiration : 31 janvier 2015

1.5.1.2. Copilote

- Age : 44 ans
- Unité d'affectation : brigade de surveillance aérienne avion
 - fonction dans l'unité : pilote commandant de bord
- Formation :
 - qualification : ATPL¹⁴ +QT F406
 - école de spécialisation : marine nationale
 - année de sortie d'école : 1993
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur F406	sur tous types	dont sur F406	sur tous types	dont sur F406
Total (h)	6 162	1 438	75	75	32	32

¹⁰ CPL : *commercial pilot licence*. Correspond à une licence de pilote professionnel.

¹¹ IR : *instrument rated*. Qualification de vol aux instruments.

¹² FI : *flight instructor*.

¹³ QT : qualification de type.

¹⁴ ATPL : *airline transport pilot licence*. C'est la licence européenne théorique de pilote de ligne.

- Date du dernier vol comme pilote :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 23 octobre 2014
 - de nuit : 14 mai 2014
- Carte de circulation aérienne :
 - type : certificat administratif douane
 - date d'expiration : 30 septembre 2015

1.5.1.3. Mécanicien navigant

- Age : 49 ans
- Unité d'affectation : brigade de surveillance aérienne avion
 - fonction dans l'unité : animateur sécurité aérienne
- Formation :
 - qualification : brevet de mécanicien d'équipage de conduite
 - école de spécialisation : armée de l'air
 - année de sortie d'école : 1992
- Heures de vol comme mécanicien navigant :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur F406	sur tous types	dont sur F406	sur tous types	dont sur F406
Total (h)	6 531	2 294	69	69	26	26

- Date du dernier vol comme mécanicien :
 - sur l'aéronef : 23 octobre 2014

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : DGDDI
- Commandement opérationnel d'appartenance : direction interrégionale des douanes et droits indirects de Nantes
- Base aérienne de stationnement : Lorient
- Unité d'affectation : BSAM de Lorient
- Type d'aéronef : F406
- caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	F 406	006	13 943	VP ¹⁵ : 13
Moteur Gauche	PT6-A112	12588	12 638	RG ¹⁶ 3791:
Moteur Droit	PT6-A112	12650	9 960	RG 1233:

1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme au programme de maintenance en vigueur de l'exploitant¹⁷.

Les dernières visites réalisées sont les suivantes :

- le 05 septembre 2013 phase 6 à 13 467,6 h effectuée à la BCMA ;
- le 03 décembre 2013 phase 2 à 13 632,6 h effectuée à la BCMA ;
- le 23 avril 2014 phase 3 à 13 782,6 h effectuée à la BCMA ;
- le 20 octobre 2014 phase 2 à 13 930,1 h effectuée à l'échelon technique de Lann Bihoué (Lorient).

Les interventions récentes sur le train d'atterrissage sont :

- Le 17 septembre, une anomalie constatée lors de la rentrée du train (le voyant rouge « GEAR UNLOCK » est allumé ainsi que le voyant ambre « HYDR PRESS ON »). L'anomalie n'a pas pu être reproduite lors des essais de trains effectués sur vérins.
- Le 29 septembre, un échange standard (en limite de fonctionnement) de la tuyauterie hydraulique est réalisé. La documentation technique ne mentionne pas d'essai de train.

1.6.2. Masse et centrage

La masse maximale autorisée au décollage de l'appareil : 9 435 livres (lb).

Les limites autorisées de centrage (train sorti) sont : 19,58% à l'avant et 32% à l'arrière.

Le jour de l'incident, les paramètres sont les suivants :

- au décollage : 9 400 lb avec un centrage de 25% ;
- à l'atterrissage : 8 200 lb avec un centrage de 23%.

Le centrage est resté dans les normes tout au long du vol.

1.6.3. Carburant

- Type de carburant utilisé : JET A1
- Quantité de carburant au décollage : 2 000 lbs
- Quantité de carburant au posé : 800 lbs

¹⁵ VP = visite périodique

¹⁶ RG = révision générale

¹⁷ Défini dans la note n°000810/DGDDI/Sous-direction de l'organisation et de l'administration des services/B2 du 7 mars 1994.

1.6.4. Autres fluides

Liquide hydraulique minéral H-515 DC SEA 415/A

1.7. Conditions météorologiques

La visibilité est supérieure à dix kilomètres et le plafond reste durant tout le vol supérieur à 1 000 pieds.

Le vent est établi dans l'axe de la piste 20 et sa force est donnée pour 13 nœuds.

1.8. Aides à la navigation

Sans objet.

1.9. Télécommunications

L'appareil était en contact VHF (122.7 Mhz) avec la tour de contrôle de Lorient au moment de l'incident.

1.10. Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

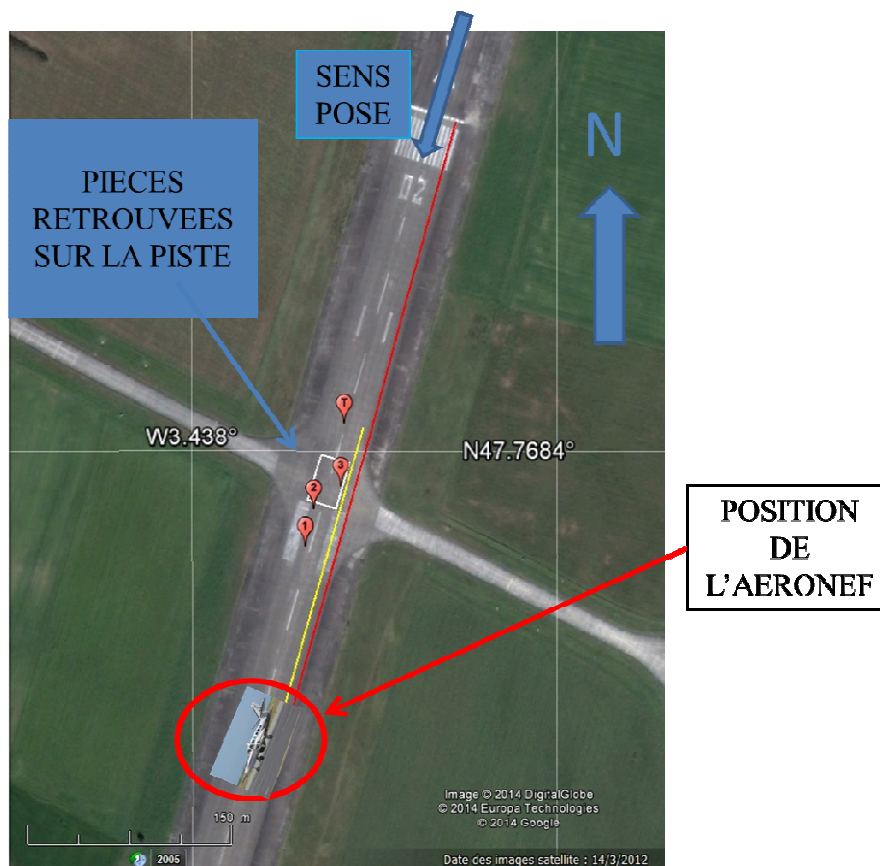
1.11. Enregistreurs de bord

Le F406 n'est pas équipé d'enregistreur.

Un film réalisé par du personnel présent sur la base permet de visualiser l'atterrissage sans train avant.

1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1. Examen de la piste



Position de l'aéronef sur la piste

L'avion est immobilisé sur la piste 20 de Lorient à environ 500 mètres du seuil. Les pièces retrouvées ont toutes été identifiées.



**TRACES SUR LA PISTE
(DUES AUX HELICES)**

1.12.2. Examen de l'avion



ELEMENTS CONSTATES SUR LE F406



FROTTEMENTS AVANT



TRAPPES AVANTS

Les deux hélices sont repliées vers l'arrière. La partie avant de l'appareil est abrasée. Les trappes avant sont retrouvées repliées vers l'intérieur.

Le manomètre de l'aiguille de la bouteille d'azote est proche de zéro.

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1. Membres d'équipage de conduite

1.13.1.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : classe 1
 - date : octobre 2014
 - résultat : apte
- Examens biologiques : sans objet
- Blessures : aucune

1.13.1.2. Copilote

- Dernier examen médical :
 - type : classe 1
 - date : juin 2014
 - résultat : apte
- Examens biologiques : sans objet
- Blessures : aucune

1.13.1.3. Mécanicien navigant

- Dernier examen médical :
 - type : CEMPN
 - date : juin 2014
 - résultat : apte
- Examens biologiques : sans objet
- Blessures : aucune

1.14. Incendie

Sans objet.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1. Evacuation de l'appareil

L'appareil a été arrêté sur la piste secondaire de Lorient. Après avoir coupé la batterie, l'équipage a évacué l'appareil par la porte principale.

1.15.2. Organisation des secours

A 11h50, la tour de contrôle de Lorient est informée par l'équipage de son dysfonctionnement de train et de son intention de se poser vers 14h.

A partir de 13h30, une cellule de crise est activée. A 13h42, la « caravane de sécurité » est en place sur la piste. Elle se compose de quatre véhicules de secours aux victimes, d'un véhicule léger d'intervention, d'un véhicule mousse grande puissance. Les services techniques et la gendarmerie sont également présents.

Les vols prévus sur Lorient sont suspendus.

A 13h44, l'avion se pose et le plan Orsec est déclenché. A 13h55 l'avion est « sécurisé ». La fin du plan Orsec est déclarée à 14h20.

1.16. Essais et recherches

1.16.1. Essais réalisés à Lorient

Après l'accident, l'avion est positionné sur vérins dans le hangar de la BSAM.

L'inspection approfondie de l'appareil n'a mis en évidence aucun indice susceptible d'expliquer la panne rencontrée par l'équipage. Aucune fuite hydraulique n'est relevée et la bouteille d'azote est retrouvée en grande partie déchargée.

Les « trappes avant » sont démontées et des essais de train sont réalisés à l'aide d'un banc hydraulique à pression variable. Les essais effectués avec une pression réduite correspondant à celle délivrée par un avion en configuration monomoteur ont conduit à s'interroger sur les contacteurs de trains et à leur faire subir un test électrique de « bon fonctionnement ». Un « charbonnage » causant un fonctionnement erratique des contacteurs de train a ainsi été mis en évidence.

En repositionnant les trappes au plus proche de la situation constatée à l'issue de l'accident, un bruit sourd est perçu par les personnes présentes autour de l'appareil. Dans cette configuration, lors des essais, le train avant reste bloqué.

Le bon fonctionnement du circuit secours a également été constaté au cours d'un essai spécifique.

Les essais ont permis de reproduire le blocage de la « trappe avant » et de mettre en évidence un problème de charbonnage sur les contacteurs de train.

1.16.2. Antécédents connus

Depuis septembre 2014, le dysfonctionnement à la remontée du train a été signalé par les équipages à deux reprises. Au deuxième cas, la veille de l'événement, il a été procédé à l'échange de la pompe hydraulique.

La société ASI aviation nous signale deux incidents de poser avec un problème de sortie de train survenus à ses clients. Aucun document ne permet de faire un lien avec notre événement.

1.17. Renseignements sur les organismes

1.17.1. L'organisation comporte :

- un dirigeant responsable de la sécurité aérienne et de la navigabilité (au niveau de la direction générale) ;
- un officier de sécurité aérienne¹⁸ (au sein du bureau B2 de la direction générale) ;
- les directeurs régionaux garde-côtes et le directeur des services opérationnels assistés dans leur rôle par leurs officiers aériens interrégionaux respectif ;
- le chef du bureau B2 (auquel la base central de maintenance (BCMA) est subordonnée) ;
- les chefs d'unité des BSAM et de la BCMA ;
- les animateurs de sécurité aérienne (1 par BSAM et 1 pour la BCMA).

1.17.2. Organisation de la sécurité aérienne de la douane

Les directions interrégionales chargées des opérations de la douane sont en lien direct avec le bureau B2, chargé des moyens.

Une note annuelle datant du 24 janvier 2013 définit la politique de sécurité aérienne de la douane.

1.17.3. Structure de la maintenance aéronautique de la douane

Cette structure est rattachée au bureau des moyens d'intervention des services de la DGDDI/B2.

L'agrément FRA 145 initial est daté du 1^{er} septembre 2010 pour l'ensemble des ateliers d'entretien. Faute d'audit réalisé par la direction de la sécurité aéronautique d'état (DSAÉ), cet agrément n'est à ce jour pas renouvelé.

L'organisme de gestion du maintien de la navigabilité est basé dans les locaux de la DGDDI à Montreuil. Il est composé d'un responsable navigabilité et de deux agents du bureau technique. Les activités de l'organisme sont définies dans le manuel de gestion du maintien de la navigabilité (MGN, édition 3 amendement 0 du 26 août 2014, approbation DSAÉ référence : 3297/DEF/DSAÉ/DIRNAV/NP du 17 septembre 2014).

La structure maintenance se compose :

- d'une base centrale de maintenance basée à Mérignac (BCMA) ;
- d'un échelon technique hélicoptère basé à Hyères ;
- de deux ateliers secondaires de maintenance avions, basés à Lorient et à Hyères ;
- de deux ateliers secondaires avions-hélicoptères basés au Bourget et aux Antilles ;
- d'un atelier secondaire de maintenance hélicoptère basé au Havre.

Les mécaniciens qui travaillent dans les échelons secondaires dépendent hiérarchiquement de la base centrale de maintenance.

¹⁸ Poste vacant lors de l'événement

1.18. Renseignements supplémentaires

1.18.1. Circuit hydraulique

« Le circuit hydraulique est de type à centre ouvert, doté de pompes à débit constant et entraînées par les moteurs, utilisant le liquide hydraulique MIL-H-5606. Le rôle du circuit hydraulique est de fournir l'énergie pour les circuits du train d'atterrissage et des volets hypersustentateurs. La circulation du liquide hydraulique est permanente entre les pompes, la bâche, les filtres et la soupape de collecteur. » (Manuel d'entretien du F406 (ASI aviation)).

Le circuit est ainsi schématiquement représenté

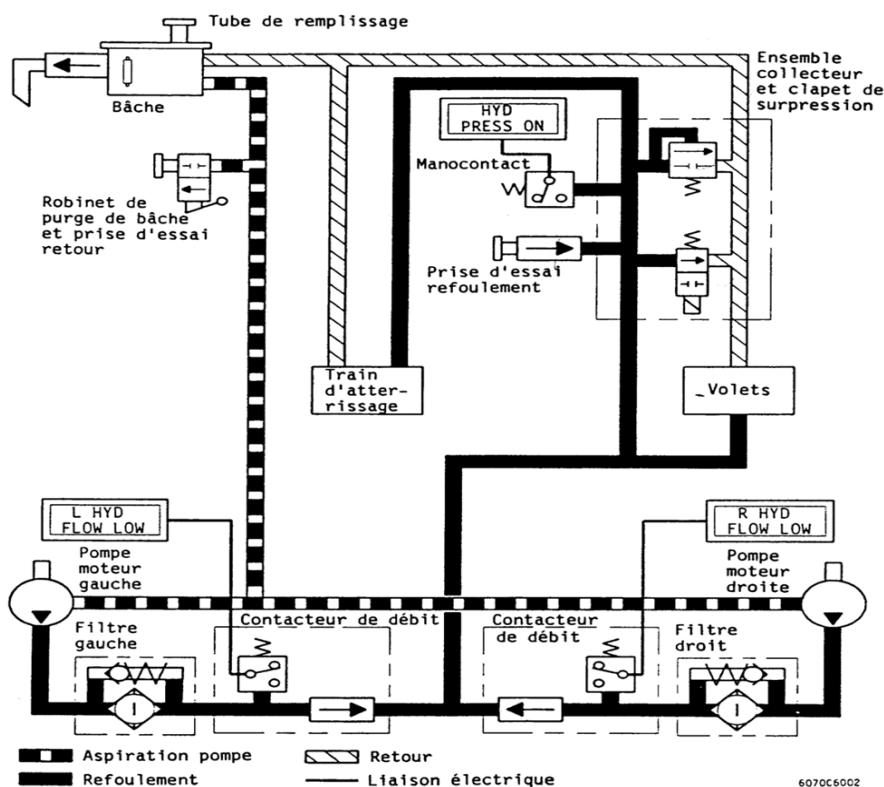


Schéma du circuit hydraulique
Figure 1

« Un circuit de sortie pneumatique est prévu pour la sortie du train en secours. Ce circuit est à commande mécanique par l'intermédiaire d'une tirette à câble coaxial, située dans le poste de pilotage, qui ouvre la vanne de décharge de la bouteille de sortie pneumatique. La bouteille est gonflée à l'azote sous 2000 psi (138 bar). La bouteille est indépendante du distributeur hydraulique de train et elle applique directement la pression sur le vérin d'accrochage train haut et l'orifice "sortie" du vérin de train avant et, par l'intermédiaire d'un clapet navette, sur les vérins d'accrochage train haut et les orifices "sortie" des vérins du train principal, de manière à provoquer leur sortie et le verrouillage train bas. Un clapet antiretour assure la protection contre-pression de la bouteille de sortie pneumatique. » (Manuel d'entretien du F406 (ASI aviation)).

1.18.2. Conception du train d'atterrissage

Le F406 est doté d'un train d'atterrissage escamotable. Les vérins de train sont directement fixés sur la jambe de train. Chaque vérin est doté d'un verrouillage interne afin de maintenir le train sorti.

Le circuit hydraulique de l'avion fournit la pression nécessaire à la rentrée et à la sortie du train. Ce dernier est maintenu en position rentré par les boîtiers d'accrochage mécaniques qui sont déverrouillés hydrauliquement avant l'application de la pression aux vérins de train.

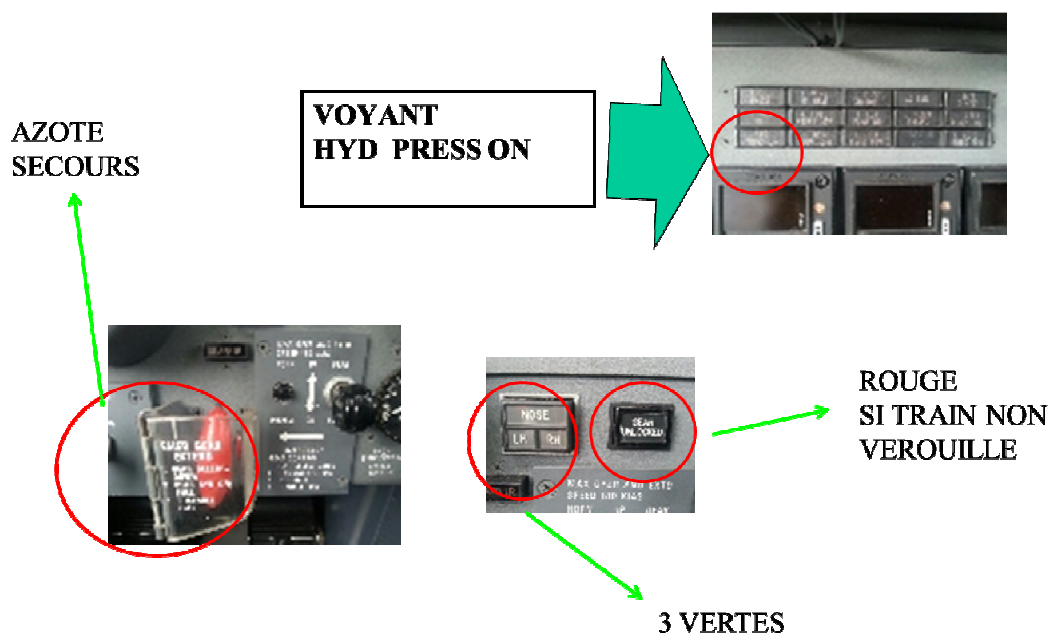
Lorsque le pilote commande une manœuvre du train, le circuit hydraulique est mis en pression (voyant « HYDR PRESS ON » allumé) jusqu'à ce que la jambe de train vienne s'appuyer sur le contacteur de train.

Sortie secours :

Un circuit de sortie pneumatique (à l'azote) est prévu pour la sortie du train en secours. Indépendant du distributeur hydraulique de train, ce circuit est commandé mécaniquement par l'intermédiaire d'une tirette à câble coaxial (poignée en T), située dans le poste de pilotage.

Signalisations cabine :

Les circuits de signalisation de position et d'alarme du train d'atterrissage fournissent une indication visuelle et sonore de la position train d'atterrissage verrouillé ou non verrouillé.



Indicateurs en cabine

Trois voyants verts, de train sorti et verrouillé et un voyant rouge de train non verrouillé en manœuvre, sont groupés dans un module situé à côté de la commande train d'atterrissage sur le tableau de bord fixe.

Chaque voyant vert correspond à un train et indique la position sorti et verrouillé de ce train.

Le voyant rouge indique la position train non verrouillé (en manœuvre).

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Aucune

2. ANALYSE

L'événement est un blocage mécanique du train avant (en position rentrée) par ses deux trappes de fermeture.

L'analyse qui suit vise à déterminer les causes de ce blocage.

La première partie est consacrée aux résultats des différents essais et expertises, la seconde explique le scénario probable de l'événement. Les causes possibles de cet incident constituent la dernière partie.

2.1. Analyse des essais et des expertises

Lors de l'inspection de l'avion effectuée après l'accident, aucune rupture n'est constatée sur le circuit hydraulique et la bouteille d'azote a été retrouvée déchargée. Des essais ont été menés afin de vérifier l'intégrité de ces deux circuits.

2.1.1. Intégrité du circuit hydraulique

La sortie du train est rendue possible par l'utilisation de la force hydraulique (circuit principal) ou par de l'azote comprimé (circuit secours). Les essais ont été réalisés afin de vérifier le fonctionnement de ces deux circuits.

Les essais réalisés montrent un fonctionnement normal du circuit hydraulique ainsi que du circuit secours utilisant de l'azote.

Après avoir repositionnées les trappes dans une position similaire à celle retrouvée après l'événement, un essai de train a permis de montrer que, malgré une application de pression hydraulique normale, un blocage mécanique des trappes est possible.

Lors des essais sur vérins, le blocage des trains n'a pas été constaté. En croisant volontairement les deux trappes de train avant, le blocage survenu à l'équipage a été reproduit au sol.

2.1.2. Expertise des contacteurs de train de la flotte F406 de la douane

En raison de fonctionnement erratique des contacteurs de train constaté lors de l'enquête, le BEAD-air a recommandé à la DGDDI de procéder à la vérification des contacteurs de train sur sa flotte de F406.

Cette vérification a été réalisée sur l'ensemble des F406 hormis les deux appareils en maintenance programmée dans la société Aéromécanic. Sur les neuf appareils vérifiés, trois présentent des défauts de contacteurs et quatre ont nécessités une reprise des réglages des trappes de train.

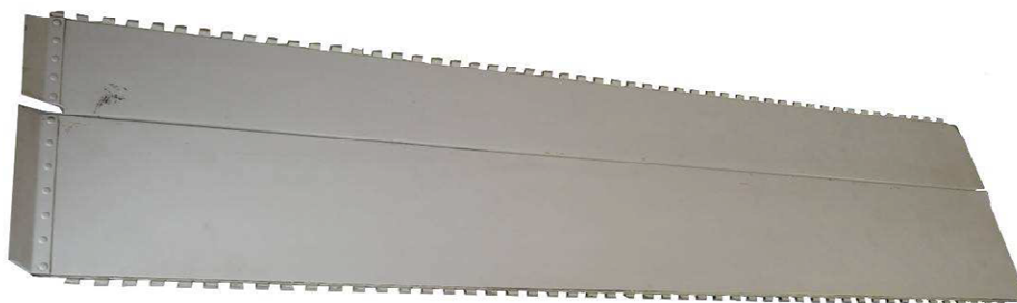
La vérification de la flotte F406 de la douane a mis en évidence des contacteurs défectueux.

2.1.3. Expertise de la pompe hydraulique

La pompe hydraulique démontée la veille de l'événement a été expertisée par l'industriel.

L'expertise effectuée sur la pompe démontée la veille de l'événement n'a révélé aucun défaut.

2.1.4. Expertise des trappes de train



Trappes faces extérieures

Avant



Trappes faces intérieures

Trappes de train avant

2.1.4.1. Expertise de la petite trappe

L'examen visuel a montré des détériorations sur les faces extérieure et intérieure :

- traces de frottement sur un angle à l'avant de la trappe dues à l'atterrissage train rentré ;
- traces de coup à l'arrière et à divers endroits de la trappe réalisées au cours du déblocage des trappes ;
- il manque environ 115 mm du support de joint feutre ;
- déformation du support « joint feutre » sur une longueur de 570 mm au niveau de l'enchevêtrement des trappes. L'extrémité de l'autre trappe est venue se loger entre la peau et le support de joint d'où la déformation de celui-ci.

2.1.4.2. Expertise de la grande trappe

L'examen visuel a montré des détériorations sur les faces extérieure et intérieure :

- traces de frottement sur un angle à l'avant de la trappe dues à l'atterrissage train rentré ;
- légères traces de contact des trappes au cours de l'enchevêtrement de celle-ci ;
- présence d'une fissure sur le renfort en nid d'abeille certainement provoquée par le déblocage/démontage des trappes ;
- déformation en compression des supports de commande de la trappe.

Les trappes sont conformes aux prescriptions du constructeur.

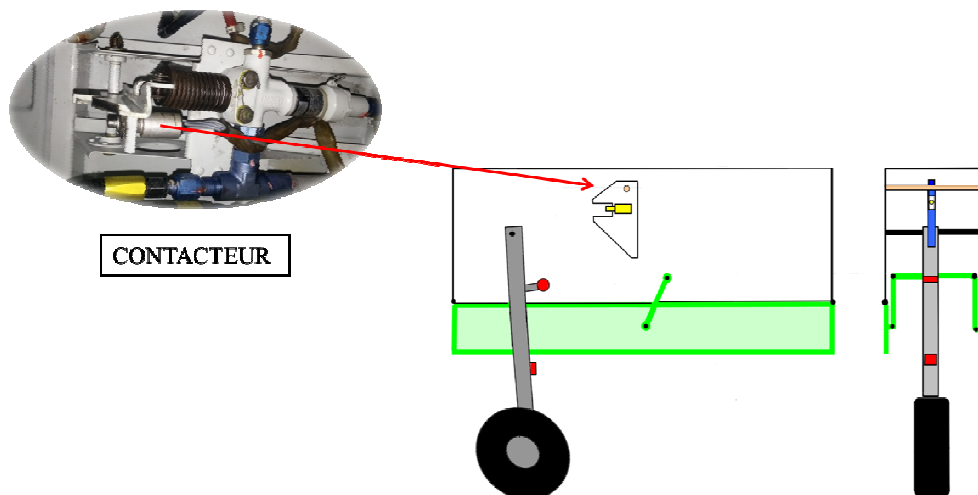
2.2. Reconstitution du scénario probable

Lors d'une remise de gaz « monomoteur simulé », l'équipage positionne la palette de train sur « UP ».

La séquence de remontée du train débute et doit s'arrêter lorsque les trois contacteurs signaleront électriquement que la position haute est atteinte.

Phase de montée du train.

Le contacteur train haut n'est pas sollicité, il y a donc mise en pression hydraulique du vérin de train.



Vue du contacteur de train avant

En raison de l'orientation du vent relatif (qui facilite la séquence), le train avant rentre en premier. En « monomoteur simulé », la pression hydraulique est réduite ce qui conduit à une rentrée plus longue des trains principaux.

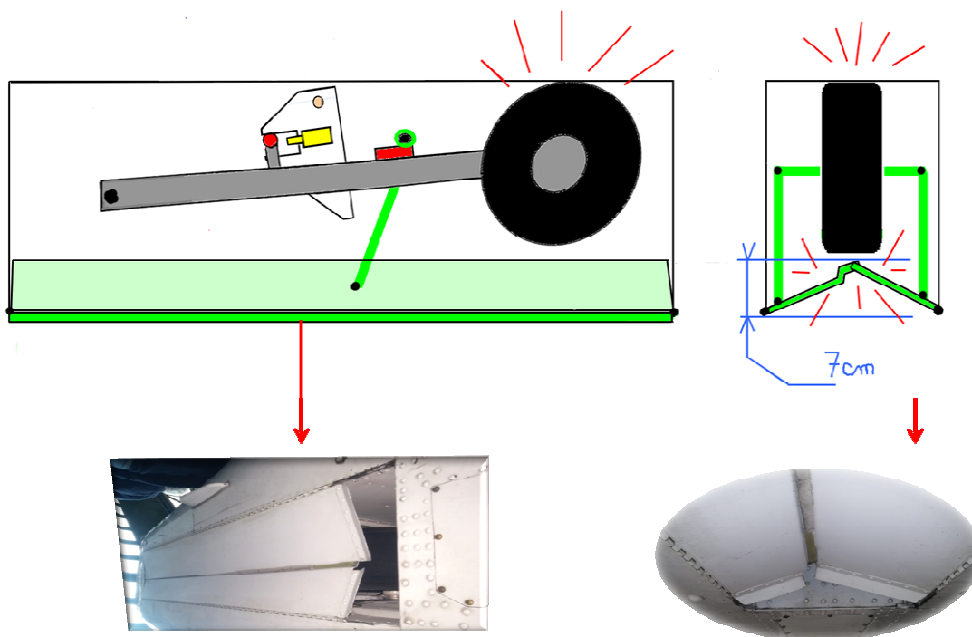
Lorsque le train droit arrive en position haute, son contacteur est déficient. Il n'envoie pas l'information de fin de course et ainsi l'hydraulique continue son action sur le vérin du train avant. Ce dernier vient alors en contact avec la partie haute du caisson de train.

A cet instant, l'équipage entend un bruit sourd qui correspond au blocage des trappes.

Un des trains principaux encore en mouvement:

Le vérin du train avant reste en pression :

- Montée du train contre le toit du caisson ;
- Montée des 2 trappes qui s'enchevêtrent en se déformant.

**Vue en position de blocage**

Dans cette position le contacteur n'agit plus. La pression hydraulique devrait continuer à arriver et on aurait dû avoir en cabine l'indication « HYD PRESS ON ». La défaillance du contacteur explique ce dysfonctionnement.

Comme nous l'avons constaté lors des essais, la sortie du train est alors rendue impossible.

Le blocage du train est survenu dans des conditions aérodynamiques particulières qui ont probablement créé des perturbations sur les trappes de train.

En vol monomoteur, la pression hydraulique n'est plus fournie que par une des deux pompes. Dans ces conditions, la remontée du train est généralement plus longue.

Lors de cette séquence, les trappes avant se chevauchent et se bloquent. La sortie du train est alors rendue impossible.

2.3. Recherche des causes de l'accident

2.3.1. Causes environnementales

Les conditions météorologiques étaient compatibles avec ce type de vol.

Les conditions météorologiques ne sont pas à l'origine de cet accident.

2.3.2. Facteurs humains et organisationnels

2.3.2.1. Maintenance

Le jeudi 23 octobre, veille de l'événement, l'équipage rend compte des défauts constatés au cours de son vol.

Pour l'équipe de dépannage, les symptômes décrits sont généralement dû à un problème de pompe hydraulique. Pour cette raison, ils changent la pompe hydraulique du moteur droit.

Ayant une grande expérience sur le F406, l'équipe de dépannage associe les symptômes décrits par l'équipage à une panne de pompe hydraulique.

Lors du dépannage, il s'avère que la pompe démontée a un comportement en frottement différent de la nouvelle. Pour les mécaniciens, cette observation est la confirmation du diagnostic initial. L'expertise technique a montré que la pompe remplacée fonctionnait correctement.

Le dépannage est effectué selon la carte de travail 29-10-02 qui ne prévoit pas d'essais de train sur vérins mais un point fixe de bon fonctionnement. A l'issue l'avion est remis en ligne de vol.

Un traitement plus approfondi de la panne aurait pu conduire à une mise sur vérin. Les essais réalisés au cours de l'enquête nous montrent qu'ils n'auraient cependant pas été suffisants pour mettre en évidence le phénomène de blocage mécanique des trappes avant.

2.3.2.2. Vol de « bon fonctionnement »

Contrairement à un vol technique, un vol de bon fonctionnement ne suit pas un programme spécifique. Il est laissé à l'appréciation du commandant de bord, qui doit adapter son vol en fonction de l'intervention technique réalisée.

Le vol de bon fonctionnement est décidé par le chef de brigade. Son programme est à la charge du commandant de bord.

L'équipage a mis en œuvre les procédures adaptées au traitement de la panne.

Les actions et décisions de l'équipage ne sont pas à l'origine de l'événement.

2.3.3. Conception du F406

Les mesures prises sur l'appareil nous montrent que lorsque le train avant est en position haute, il subsiste un espace d'au moins sept centimètres entre le pneu et le caisson de train.

Le train avant remontant plus rapidement que les trains principaux, l'existence d'un espace entre le pneu et le caisson a facilité le croisement des trappes conduisant au blocage du train en position haute.

Ce phénomène est amplifié par la pression aérodynamique s'exerçant sur la trappe lors de certaines phases de vol.

La conception du train avant est à l'origine du blocage du train avant en position haute.

3. CONCLUSION

3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement

La panne de train survenue lors du vol précédent a conduit au changement de la pompe hydraulique du moteur droit. Pour vérifier son bon fonctionnement, le chef de la BSAM de Lorient décide d'effectuer un vol.

Le déroulé du vol est laissé à l'appréciation du commandant de bord.

L'équipage configure son avion avec l'intention d'être au plus proche des conditions d'apparition de la panne rencontrée la veille : monomoteur gauche simulé (moteur en transparence), train sorti et volets positionnés en configuration atterrissage.

Lors de la remise de gaz, la panne se reproduit. Les deux trappes avant se chevauchent et empêchent la sortie du train.

Le circuit secours est actionné, mais le train reste bloqué en position haute.

L'équipage pose l'avion avec les trains principaux sortis et le train avant rentré.

L'équipage indemne évacue l'appareil.

3.2. Causes de l'événement

L'événement est un blocage du train avant en position haute provoqué par le chevauchement des deux trappes d'atterrissage du train avant.

La conception du caisson de train avant permettant au train de monter plus haut que prévu dans des conditions particulières de fonctionnement en est la cause.

PAS DE TEXTE

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement

La conception du caisson de train avant permet au train de monter plus haut que prévu dans des conditions particulières de fonctionnement.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

la société ASI aviation d'étudier une modification de la trappe avant du F406.

4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement

4.2.1. Réalisation des dépannages

Lors du vol précédant l'événement, l'équipage a signalé différents problèmes. Le diagnostic réalisé a permis d'identifier la panne de pompe hydraulique, mais n'a pas permis d'identifier le problème des contacteurs de train.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

la DGDDI d'évaluer et éventuellement de modifier son dispositif de diagnostic des pannes au retour de chaque vol.

4.2.2. Documentation

Le dépannage de la pompe hydraulique du moteur droit est réalisé avec la carte de travail correspondante. Cette dernière ne renvoie pas sur la documentation générale du constructeur qui demande d'effectuer un test de train lorsque le circuit hydraulique est ouvert en un point quelconque.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

la société ASI aviation d'introduire les renvois nécessaires dans les différentes cartes de travail en relation avec le circuit hydraulique.

L'enquête a permis de mettre à jour certaines lacunes dans la documentation. Depuis 2014, la société ASI aviation est détentrice du certificat de type du F406.

A l'occasion de ce transfert de compétence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à

la DGDDI d'évaluer et éventuellement de modifier son processus de « veille » documentaire.

4.2.3. Evaluation du risque

L'équipage a effectué un vol sans programme détaillé.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

la DGDDI de définir parfaitement les programmes des « vols de bon fonctionnement » et de s'assurer de leur formalisation.

Le vol de « bon fonctionnement » est décidé par le chef de base sur demande du responsable technique. Aucune analyse du risque n'est réalisée avant un tel vol.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

la DGDDI de procéder à une évaluation du risque avant chaque vol de « bon fonctionnement ».

4.2.4. Entraînement

Lorsque le pilote actionne la commande secours du train d'atterrissage, il réalise cette action pour la première fois. Jusqu'à l'inspection de l'appareil après le vol, l'équipage est persuadé que le système n'a pas fonctionné. Ce système n'est jamais mis en œuvre par les pilotes et il n'est testé que lors de la visite « 600 heures ».

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

la DGDDI d'inclure la manœuvre dans la QT F406.