



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-A-2015-003-I

Date de l'événement	7 février 2015
Lieu	Guyane
Type d'appareil	Casa CN 235-200 n° 129
Immatriculation	F-RAIL
Organisme	Armée de l'air
Unité	Escadron de transport 00.068 « Antilles-Guyane »

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 : Sirpa air

Photos et illustrations :

- Pages 8, 14 à 18 et 32 : BEAD-air
- Pages 26 à 28, 30, 31 et 33 : Direction générale de l'armement Essais propulseurs (DGA EP)
- Pages 21 et 22 à 24: DGA Techniques aéronautiques (DGA TA)
- Page 29 : Airbus Defence and Space

TABLE DES MATIERES

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	10
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 les aérodromes.....	13
1.11. Enregistreurs de bord	14
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact.....	14
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques.....	19
1.14. Incendie.....	20
1.15. Questions relatives à la survie des occupants.....	20
1.16. Essais et recherches.....	20
1.17. Renseignements sur les organismes	20
1.18. Renseignements supplémentaires.....	21
1.19. Techniques spécifiques d'enquête.....	23
2. Analyse	25
2.1. Expertises	25
2.2. Reconstitution du scénario de l'événement.....	32
2.3. Recherches des causes de l'incident	34
3. ConClusion	39
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement	39
3.2. Causes de l'événement.....	39
4. Recommandations de sécurité	41
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	41

GLOSSAIRE

CDB	commandant de bord
CFA	commandement des forces aériennes
CVR	<i>cockpit voice recorder</i>
DGA	direction générale de l'armement
ET	escadron de transport
FAG	forces armées en Guyane
FDR	<i>flight data recorder</i>
Kt	<i>knots</i> – nœuds (1 kt = 1,852 km/h)
SB	<i>service bulletin</i>
VA	vitesse de débattement maximal des gouvernes
VSU	visite systématique d'unité

SYNOPSIS

Date de l'événement : 7 février 2015

Lieu de l'événement : Guyane

Organisme : armée de l'air

Commandement organique: commandement des forces aériennes / brigade aérienne d'appui et de projection (CFA/BAAP)

Unité : escadron de transport (ET) 00.068 « Antilles-Guyane »

Aéronef : Casa CN 235-200 n°129

Nature du vol : vol de surveillance maritime suivi d'un rapatriement sanitaire

Nombre de personnes à bord : 7

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Le 7 février 2015, un Casa 235-200 de l'ET 00.068 effectue un vol de surveillance maritime suivi d'un rapatriement sanitaire.

Douze minutes après le décollage de Cayenne, afin de faciliter une prise de vue photographique, le pilote incline son appareil d'environ 35° à droite tout en maintenant un dérapage à gauche. Lors de cette manœuvre, l'équipage entend un bruit sourd.

L'évolution est arrêtée et une inspection de l'appareil est réalisée. Le mécanicien de soute constate que deux sacs sont tombés dans le cargo. L'équipage ne détecte aucune vibration, aucun dysfonctionnement des commandes de vol ni aucun autre bruit particulier et décide de poursuivre sa mission.

Après trois heures de vol, en approche finale sur le terrain de Grand-Santi, le pilote ressent un comportement inhabituel de l'avion.

Arrivé au parking, le mécanicien de soute constate l'absence de la trappe de l'atterrisseur principal gauche.

L'équipage est indemne. L'appareil est endommagé.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un enquêteur de première information (EPI).
- Un expert technique du BEAD-air.
- Un officier pilote ayant une expertise sur Casa.
- Un mécanicien ayant une expertise sur Casa.

Autres experts consultés

- Direction générale de l'armement Essais Propulseurs (DGA EP/DAI/RESEDA).
- DGA Techniques Aéronautiques (DGA TA).
- Airbus Defence and Space.

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air est prévenu le samedi 7 février 2015 vers 17h15.

Les premiers éléments recueillis par l'EPI présent sur site ont conduit au déclenchement d'une enquête le 9 février 2015.

Après avoir pris leurs consignes auprès du directeur d'enquête, l'expert technique du BEAD-air et le mécanicien Casa ont rejoint Cayenne le jeudi 12 février 2015. Ils se sont rendus à Grand-Santi le lundi 16 février 2015.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Indicatif mission : Ragoon 20

Type de vol : CAM V

Type de mission : surveillance maritime et rapatriement sanitaire

Dernier point de départ : Cayenne

Heure de départ : 7 h 50

Point d'atterrissage prévu : Grand-Santi

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

Le 7 février 2015, une mission de surveillance maritime et un rapatriement sanitaire sont réalisés avec le Casa CN235-200 n°129. Sept personnes sont à bord.

Les détails de la mission sont finalisés avec l'officier renseignement une heure avant le décollage. Celui-ci émet le souhait de réaliser les prises de vues photographiques à une hauteur de 1 500 ft¹/mer.

Un rapatriement sanitaire depuis le terrain de Grand-Santi est prévu après la mission de surveillance maritime.

1.1.2.2. Description du vol

La mission de surveillance maritime débute immédiatement après le décollage.

Après une dizaine de minutes de vol, en approchant d'un premier bateau à environ 1 500 ft/mer, le commandant de bord (CDB) assis en place gauche incline l'appareil afin que l'observateur assis en place centrale puisse prendre une photo. Pour faciliter la prise de vue sans modifier la trajectoire de l'aéronef, le pilote en fonction exerce une action sur le palonnier qui conduit l'avion en dérapage (vol dissymétrique).

L'équipage perçoit alors « un bruit sourd et assez fort ». Le pilote stabilise l'avion et pense qu'un objet a chuté en soute. Il fait effectuer par un des mécaniciens navigants une inspection de soute. Celui-ci vérifie tout particulièrement la palette sur la rampe et rend compte de la chute de deux sacs proches de la cabine de pilotage.

En l'absence de bruit particulier, de vibration, de modification des effets des commandes de vol, le CDB décide de poursuivre la mission.

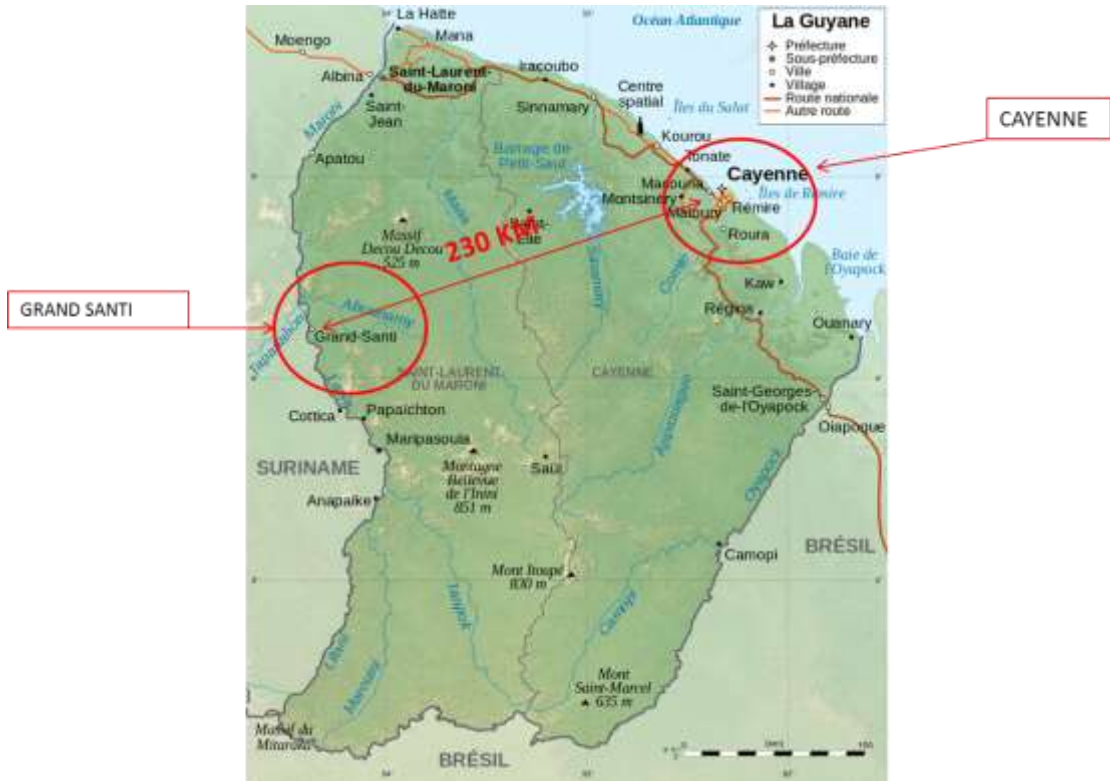
Lorsque la mission de surveillance maritime est terminée, l'équipage se dirige vers le terrain de Grand-Santi afin d'y effectuer le rapatriement sanitaire prévu.

Après une reconnaissance du terrain qui n'a pas de service de la circulation aérienne, en finale pour l'atterrissage, le pilote aux commandes ressent un comportement inhabituel de l'appareil. Il lui semble subir un vent de travers (la manche à air indique un vent faible voire nul) ou une dissymétrie (bille centrée) alors qu'il tient l'axe de finale.

¹ Ft : *feet* – pied(s) (1 ft = 0,3048 m).

Après l'atterrissage et le roulage vers le parking, le mécanicien soutier constate la perte de la trappe de train.
L'appareil est endommagé. L'équipage est indemne.

1.1.2.3. Reconstitution de la trajectoire du vol



Situation générale



Trajectoire suivie par l'aéronef jusqu'au lieu de l'événement

1.1.3. Localisation

- Lieu :
 - pays : France
 - département : Guyane
 - commune : Cayenne
 - coordonnées géographiques : N 4°40'58''/E 051°57'14''
 - hauteur : 1 500 ft au-dessus de la mer
- Moment : jour
- Aéroport le plus proche au moment de l'événement : Cayenne

1.2. Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			
Graves			
Légères			
Aucune	4		3

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
			X	

1.4. Autres dommages

Néant.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1. Commandant de bord

- Age : 32 ans
- Unité d'affectation : ET 00.068 « Antilles-Guyane »
 - fonction dans l'unité : adjoint à l'officier sécurité des vols
- Formation :
 - qualification : CDB
 - année de sortie d'école : 2005
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont CN 235	sur tout type	dont CN 235	sur tout type	dont CN 235
Total (h)	3 092	838	194	194	32	32

- Date du dernier vol comme pilote :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 6 février 2015
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte verte²
 - date d'expiration : 31 mai 2015

1.5.1.2. Copilote

- Age : 29 ans
- Unité d'affectation : ET 00.068 « Antilles-Guyane »
 - fonction dans l'unité : pilote
- Formation :
 - qualification : pilote opérationnel
 - année de sortie d'école : 2011
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont CN 235	sur tout type	dont CN 235	sur tout type	dont CN 235
Total (h)	1 275	783	150	150	30	30

² Carte verte : qualification autorisant le pilote à utiliser les minima opérationnels les plus bas publiés lors d'une approche par mauvaise visibilité.

- Date du dernier vol comme pilote :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 5 février 2015
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte verte
 - date d'expiration : 30 avril 2015

1.5.1.3. Mécanicien d'équipage soute n°1

- Age : 40 ans
- Unité d'affectation : ET 00.068 « Antilles-Guyane »
 - fonction dans l'unité : leader mécanicien d'équipage
- Formation :
 - qualification : instructeur mécanicien d'équipage
 - année de sortie d'école : 2003
- Heures de vol :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont CN 235	sur tout type	dont CN 235	sur tout type	dont CN 235
Total (h)	3 856	585	107	107	23	23

1.5.1.4. Mécanicien d'équipage soute n°2

- Age : 26 ans
- Unité d'affectation : ET 00.068 « Antilles-Guyane »
 - fonction dans l'unité : mécanicien d'équipage
- Formation :
 - qualification : B6- chef mécanicien d'équipage
 - année de sortie d'école : 2011
- Heures de vol :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont CN 235	sur tout type	dont CN 235	sur tout type	dont CN 235
Total (h)	985	985	73	73	49	49

1.5.2. Autres personnels

Sur les trois autres personnes présentes à bord, deux sont en charge de l'observation maritime. Le dernier personnel est un mécanicien sol en « complément équipage »³.

1.6. Renseignements sur l'aéronef

³ Sans fonction lors d'un vol, sa mission est de faciliter le travail aux escales.

- Organisme : armée de l'air
- Commandement d'appartenance : CFA / BAAP
- Base aérienne (BA) de stationnement : BA 367 « Capitaine François Massé » de Cayenne
- Unité d'affectation : ET 00.068 « Antilles-Guyane »
- Type d'aéronef : Casa CN 235-200

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales
Cellule	CN 235-200	129	8 234
Moteur 1	CT7-9C	309 250	6 624
Moteur 2	CT7-9C	309 511	5 174

1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme au programme de maintenance en vigueur⁴.

L'aéronef a récemment subi un entretien majeur (effectué entre le 25 août 2014 et le 26 novembre 2014).

1.6.2. Performances

Le décollage est effectué à une masse de 14 900 kg avec une limite déterminée à 16 200 kg en raison de la pente de montée imposée.

L'atterrissage à Grand-Santi est effectué à une masse de 13 100 kg avec une limite déterminée à 15 400 kg en raison de la pente de remise des gaz.

1.6.3. Masse et centrage

Compte tenu de la masse, de la répartition du personnel et du matériel à bord de l'aéronef, le centrage est dans les normes.

1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : carburéacteur JET A1
- Quantité de carburant au décollage : 8 000 lbs⁵
- Quantité de carburant estimée au moment de l'événement : 7 800 lbs

⁴ Plan d'entretien NT45_01_CN235_010 v3.0 de juin 2012.

⁵ Lbs : *pounds* – livres (1 lbs = 0,567 litres).

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions

Les prévisions locales, établies à partir des modèles fournis par Météo France, donnent la situation générale suivante :

- de faibles pluies sont prévues dans la journée, avec un vent qui doit forcer en deuxième partie de journée. En début de journée, la visibilité prévue est supérieure à 10 kilomètres avec une réduction en cours de journée due à un risque de pluies de faible intensité. Cette réduction de visibilité doit être concomitante avec une réduction du plafond aux alentours de 1 500 ft.

1.7.2. Observations

Les conditions météorologiques observées par l'équipage sont conformes aux prévisions. Elles permettent la réalisation de la mission.

1.8. Aides à la navigation

Sans observation.

1.9. Télécommunications

Lorsque l'équipage entend le bruit en soute, il est en contact avec l'information de vol de Cayenne sur la fréquence 126.9 Mhz.

1.10. Renseignements sur les aérodromes

1.10.1. Aérodrome de Cayenne

Seul terrain de Guyane permettant un atterrissage aux instruments, le terrain de Cayenne possède une piste longue de 3 200 m et large de 45 m.

Son niveau de sécurité incendie minimal de 5 est relevé à un niveau 8 lors des mouvements des vols commerciaux.

Les moyens d'aide à la radionavigation sont les suivants : ILS sur l'axe de la piste 09, VOR/DME et un NDB.

1.10.2. Aérodrome de Grand-Santi

L'aérodrome est réservé aux aéronefs munis de radio. Il ne fournit aucun service de la circulation aérienne et ne possède pas de balisage lumineux.

Sa piste large de 18 m est revêtue sur toute sa longueur (1 000 m).

Son niveau de sécurité incendie le plus élevé est de 2 lors des mouvements des vols commerciaux.

1.11. Enregistreurs de bord

L'appareil est équipé d'un enregistreur de communications (CVR – *cockpit voice recorder*) et d'un enregistreur de paramètres (FDR – *flight data recorder*).

Le FDR a été déposé de l'appareil et transmis à DGA EP. Les données sont complètes et permettent leur exploitation.

Le CVR ne conservant que les trente dernières minutes de vol, son exploitation n'a apporté aucun élément utile à l'enquête.

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

1.12.1. Examen de la zone

Aucun élément de l'aéronef n'a été retrouvé lors des recherches effectuées dans la zone de perte présumée qui se situe en mer.

1.12.2. Examen de l'aéronef

1.12.2.1. Trappe de train

La trappe de train principal gauche a été arrachée.

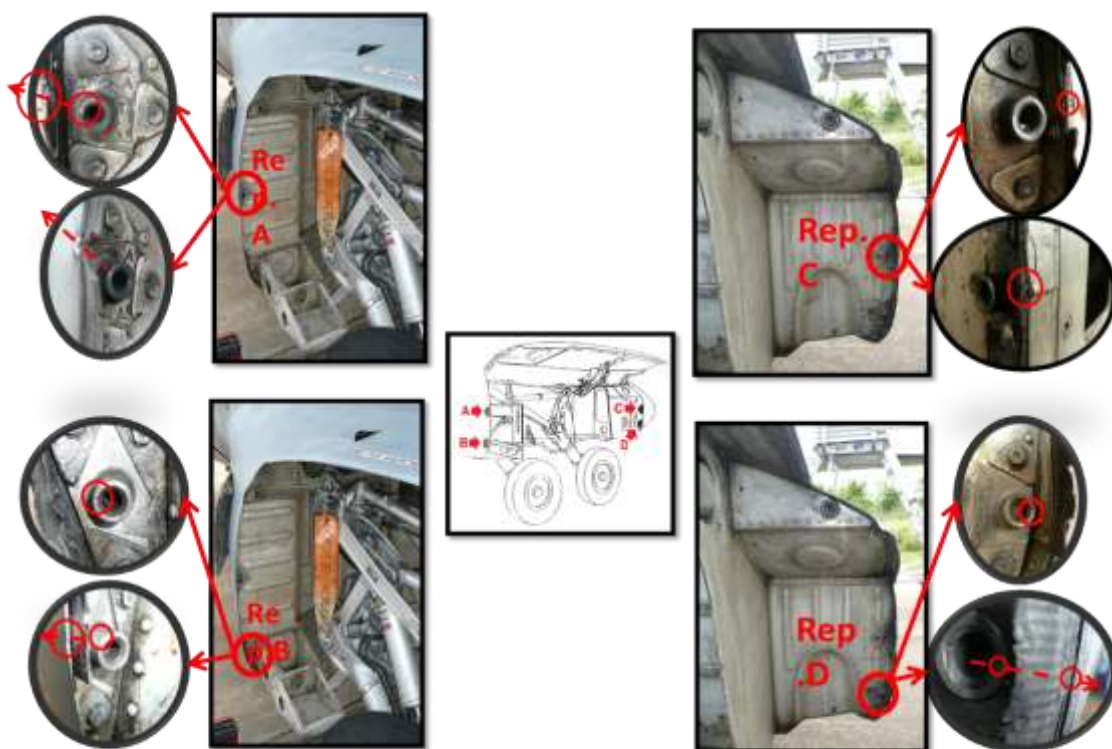


Train principal gauche

Les logements des systèmes de fermetures (*fitting*) sont marqués par l'arrachement de la trappe.



Points de pivots avant et arrière



Logement des doigts de verrouillage de trappe

La structure de la nacelle de train présente des ruptures, des criques et des déformations.



Bras articulé et son support

1.12.2.2. Autres constats sur l'aéronef

Le Casa présente les endommagements suivants :

- l'intrados du volet hypersustentateur interne et le carénage de rail interne associé présentent des dégradations perforantes ;
- la partie arrière gauche du fuselage présente des griffures ;
- le carénage avant de liaison plan fixe horizontal gauche / fuselage présente une perforation au niveau de l'intrados ;
- des traces de frottements sont visibles sur les deux faces du plan fixe horizontal gauche du bord d'attaque au bord de fuite ;
- le pneumatique de la roue arrière gauche présente une entaille importante ainsi que des traces de frottement sur son flanc interne.



Volet gauche

Carénage interne



Fuselage arrière gauche

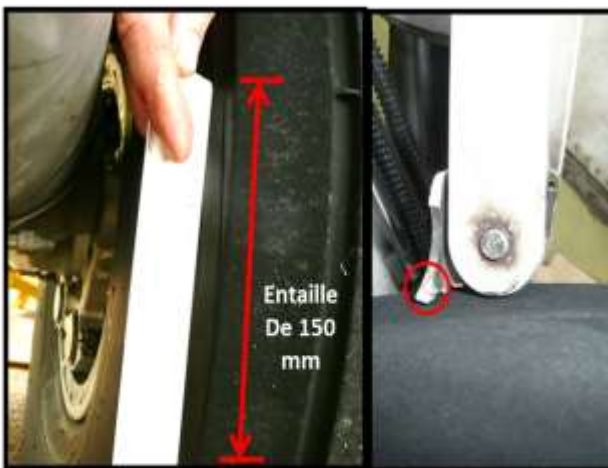
Naissance empennage arrière gauche



Extrados de l'empennage arrière gauche



Intrados de l'empennage arrière gauche



Pneumatique arrière gauche

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 : visite systématique d'unité (VSU)
 - date : 2 décembre 2014
 - résultat : apte
 - validité : 6 mois
- Examens biologiques : effectués, résultats négatifs
- Blessures : néant

1.13.1.2. Copilote

- Dernier examen médical :
 - type : VSU
 - date : 13 janvier 2015
 - résultat : apte
 - validité : 31 juillet 2015
- Examens biologiques : effectués, résultats négatifs
- Blessures : néant

1.13.1.3. Mécanicien d'équipage soute n°1

- Dernier examen médical :
 - type : VSU
 - date : 22 décembre 2014
 - résultat : apte
 - validité : 6 mois
- Examens biologiques : effectués, résultats négatifs
- Blessures : néant

1.13.1.4. Mécanicien d'équipage soute n°2

- Dernier examen médical :
 - type : VSU
 - date : 7 octobre 2014
 - résultat : apte
 - validité : 6 mois
- Examens biologiques : effectués, résultats négatifs
- Blessures : néant

1.14. Incendie

Néant.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

Néant.

1.16. Essais et recherches

1.16.1. Cas similaires

Trois cas de perte en vol d'une porte de carénage du train d'atterrissage principal sur Casa se sont produits par le passé. Le premier s'est déroulé durant les essais en vol conduits par l'industriel, le second a été rapporté par l'armée de l'air espagnole. Suite à ces deux premiers événements, l'industriel a proposé le renforcement des trappes des trains principaux et l'ajout d'un verrou supplémentaire. Cette modification a été diffusée via le *service bulletin* (SB) référencé SB-235-52-61M datant du 29 octobre 1996.

Le troisième événement est survenu le 1^{er} avril 2014 dans l'armée de l'air française (enquête de sécurité BEAD-air-A-2014-009-I) et a conduit à la décision de mise en œuvre de ce SB.

1.17. Renseignements sur les organismes

L'ET 00.068 « Antilles Guyane » est une unité du CFA mise pour emploi sous l'autorité du commandement des forces armées en Guyane (FAG) et la haute autorité de la défense aérienne en Guyane.

Cette unité est stationnée sur la BA 367 de Cayenne Rochambeau. Elle met en œuvre un parc mixte d'hélicoptères SA330 Puma et AS555 Fennec, ainsi que trois avions de transport tactique de type Casa-235M.

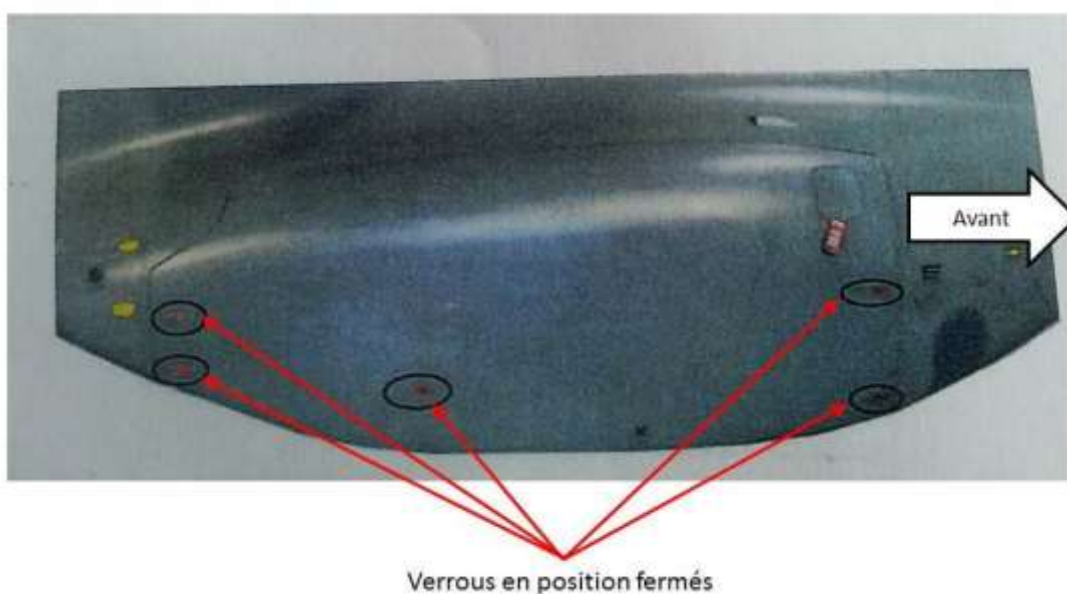
L'ET 00.068 participe à la défense aérienne du centre spatial guyanais et met en œuvre la composante aérienne des FAG.

1.18. Renseignements supplémentaires

1.18.1. Dispositif de verrouillage de la porte de carénage

Chaque train d'atterrissage principal de l'avion possède une porte de carénage articulée non escamotable. L'articulation de cette trappe est assurée par trois paliers séparés en partie supérieure de la trappe. Un support central en forme de bras articulé (*rodassy*) permet de maintenir la porte vers le haut pour accéder à la jambe de train.

La porte de carénage est maintenue en position fermée au moyen de cinq points de verrouillage (2 avants, 1 central et 2 arrières). Chaque point de verrouillage (sauterelle / *latch*) est constitué d'un levier articulé qui actionne un cylindre (doigt de verrouillage) venant se loger dans une ferrure de fixation (logement de doigt de verrouillage / *fitting*) elle-même maintenue respectivement par trois vis sur les parois de la structure du logement du train.



Vue de la porte de carénage du train d'atterrissage principal droit avec les cinq verrous en position fermés

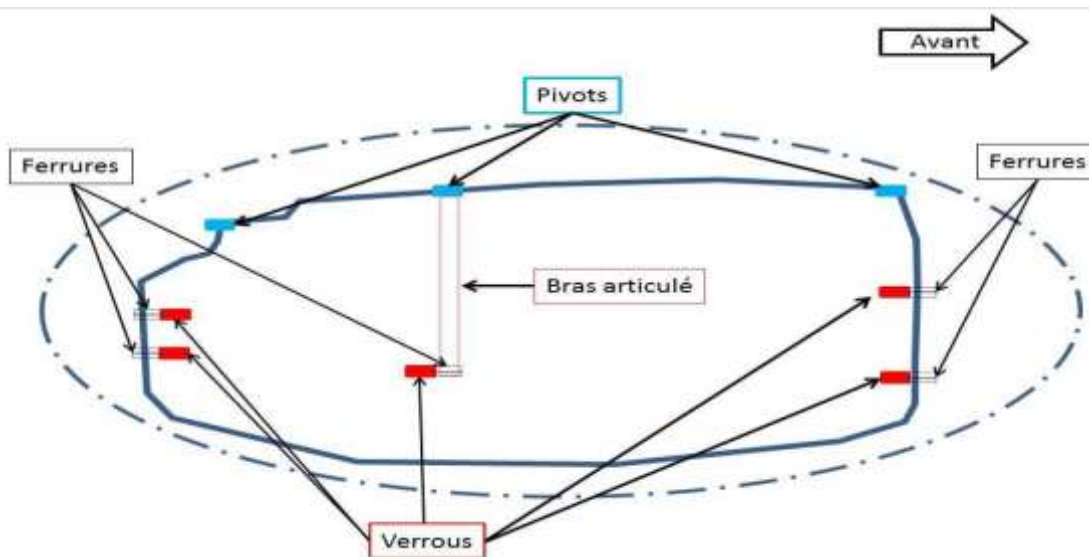


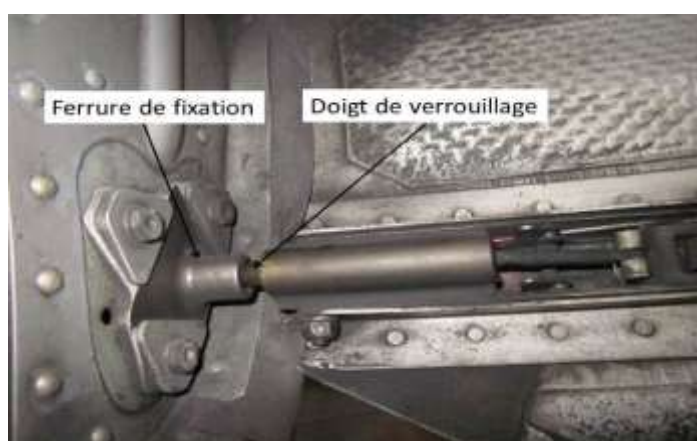
Schéma de la porte de carénage du train d'atterrissage principal droit avec les cinq verrous en position fermés



Vue du support central en forme de levier articulé (rodassy) en position porte ouverte



Vue du point de fixation central en position porte verrouillée



Vue d'un point de fixation avant ou arrière en position porte verrouillée

1.18.2. Mission de surveillance maritime

La mission de surveillance maritime (SURMAR) est couramment pratiquée par les équipages de l'ET 00.068 « Antilles-Guyane ». Elle consiste en une reconnaissance à vue des embarcations situées au large des côtes guyanaises. Pour réaliser cette mission, des observateurs de la marine nationale prennent place à bord afin d'identifier, localiser et photographier les embarcations.

Dans la mesure du possible, l'observateur est assis sur le siège central en liaison avec l'équipage sur le téléphone de bord de l'appareil.

Cette mission est décrite dans le manuel d'emploi tactique du Casa 235-200-M (édition de Mars 2009, titre 8, page 34).

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Sans objet.

PAS DE TEXTE

2. ANALYSE

L'événement est une perte d'une trappe de train lors d'une mission de surveillance maritime.

L'analyse qui suit se décompose en trois parties. La première résume les résultats des différentes expertises. La seconde a pour objet de reconstituer le scénario de l'événement. La troisième consiste à identifier les causes possibles de la perte de carénage du train d'atterrissage principal gauche.

2.1. Expertises

Eléments utiles à la compréhension des termes et paramètres figurant sur les schémas des paragraphes suivants :

- Cap : route magnétique suivie par l'aéronef (exprimée en degrés angulaires).
- Assiette : angle entre l'axe longitudinal de l'aéronef et la référence d'horizon. Elle est positive lorsque le nez de l'aéronef se situe au-dessus de l'horizon et négative lorsqu'il se situe sous l'horizon.
- Altitude : élévation verticale de l'aéronef par rapport à la référence du niveau moyen de la mer (exprimée en pieds).
- Inclinaison (à droite ou à gauche) : angle entre l'axe vertical de l'aéronef et la référence d'horizon.
- Jx : accélération longitudinale (négative vers l'arrière, positive vers l'avant).
- Jz : accélération verticale (négative vers le bas, positive vers le haut).
- Jy : accélération latérale (négative vers la gauche, positive vers la droite).

2.1.1. Analyse du FDR

Lors du vol, l'équipage n'a signalé aucun dysfonctionnement, ce qui est corroboré par l'analyse du FDR.

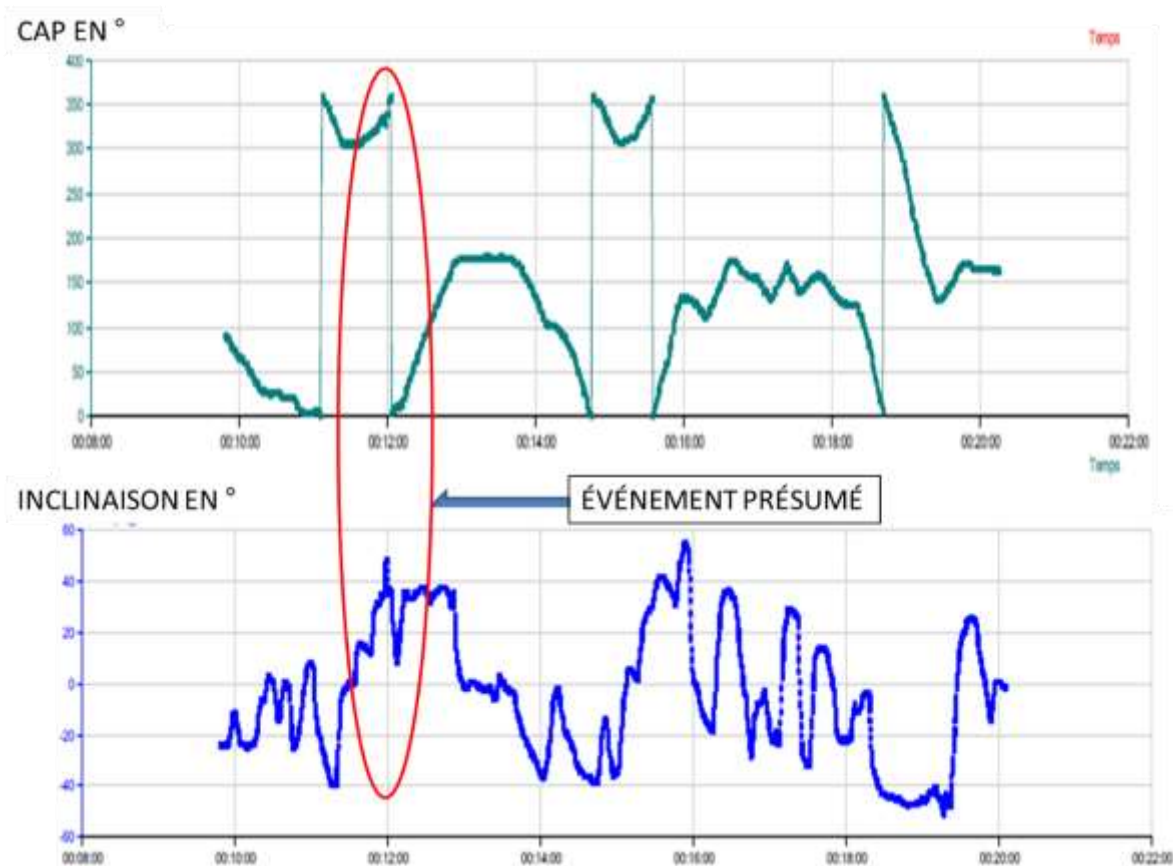
Aucune panne n'a été enregistrée par le FDR lors du vol entre Cayenne et Grand-Santi.

Après onze minutes de vol, l'équipage effectue un virage coordonné⁶ sur la gauche et passe du cap 100° vers le cap 350° avec une vitesse de 200 kt et une inclinaison maximale de 39°.

⁶ Le virage est ainsi symétrique.

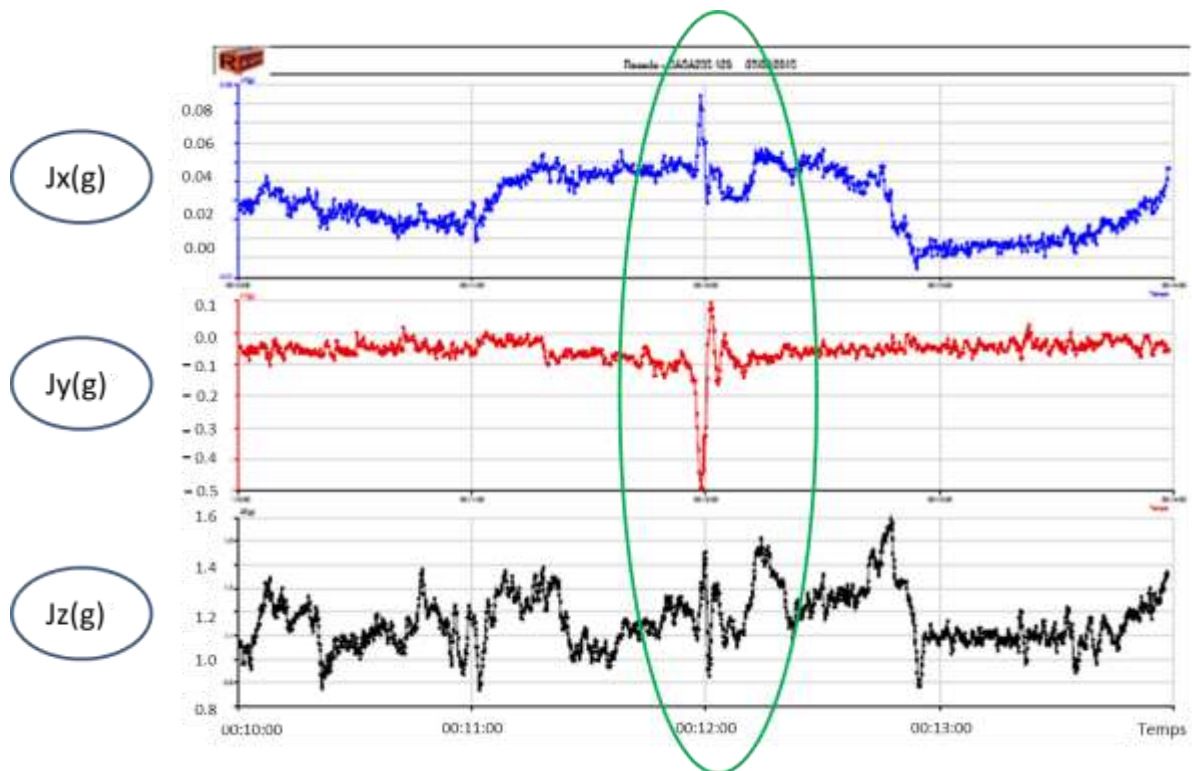
Il renverse alors son virage vers la droite. Les ailerons se retrouvent dans la position -5° pour le gauche et $+8^\circ$ pour le droit. Dans ce virage, l'appareil atteint l'inclinaison maximale de 48° par la droite et l'assiette passe d'une position initiale de $+8^\circ$ (à cabrer) à la position de -2° (à piquer).

Durant le vol, la gouverne de direction est stable aux environs de -1° hormis lors du virage dissymétrique où elle approche la valeur de -11° .



Phase supposée de l'événement

Les différents paramètres d'accélération enregistrés lors de ce virage figurent ci-dessous. Ils sont exprimés en « g », valeur de l'accélération normale de la pesanteur.



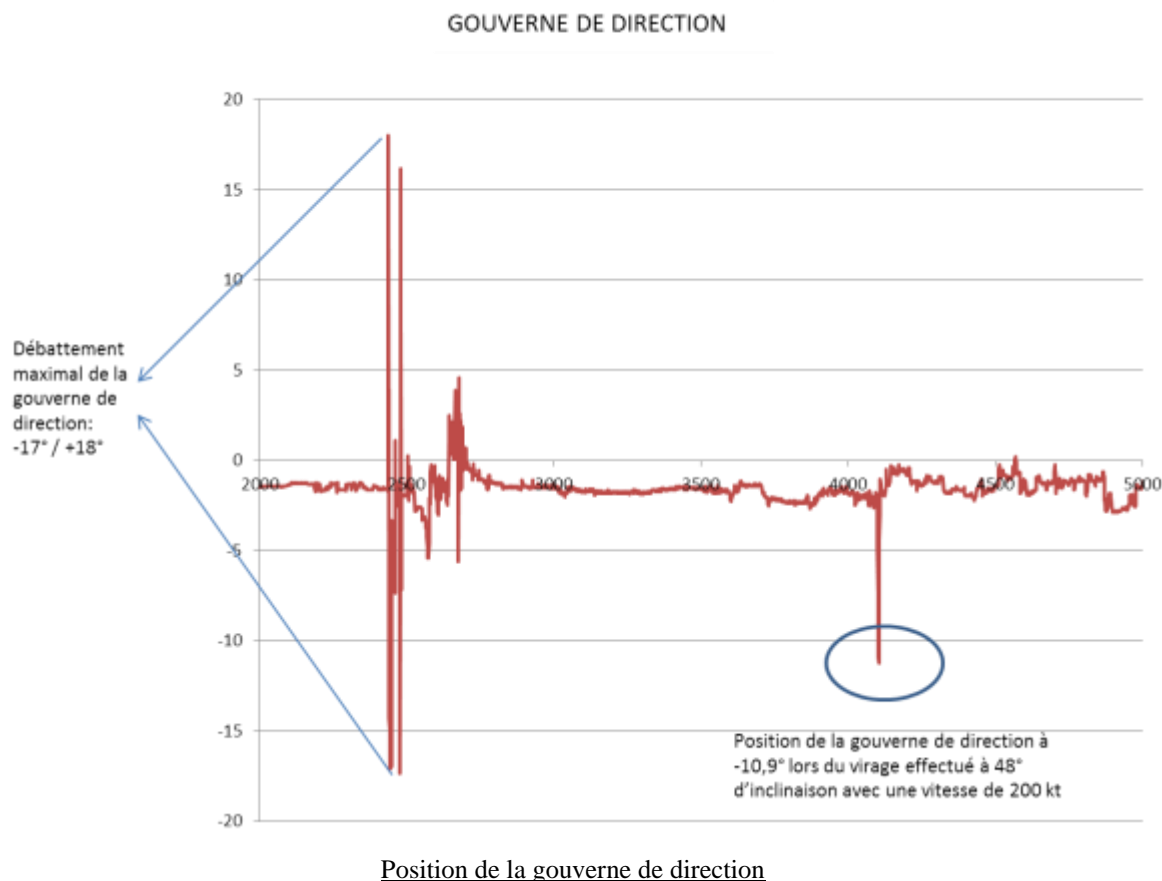
Jx, Jy et Jz relevés lors du virage

Un événement identique s'est produit à Tahiti (enquête BEAD-air-A-2014-009-I). L'enquête avait permis de constater une variation importante de la valeur du Jy qui atteint -0,5 lors de l'arrachement de la trappe.

Dans le cas présent, on retrouve un phénomène identique. Cette accélération latérale n'étant relevée qu'une seule fois lors de chacun de ces deux vols, elle permet de situer précisément l'arrachement de la trappe de train.

Le Jy de -0,5 nous permet de situer l'arrachement de la trappe douze minutes après le décollage.

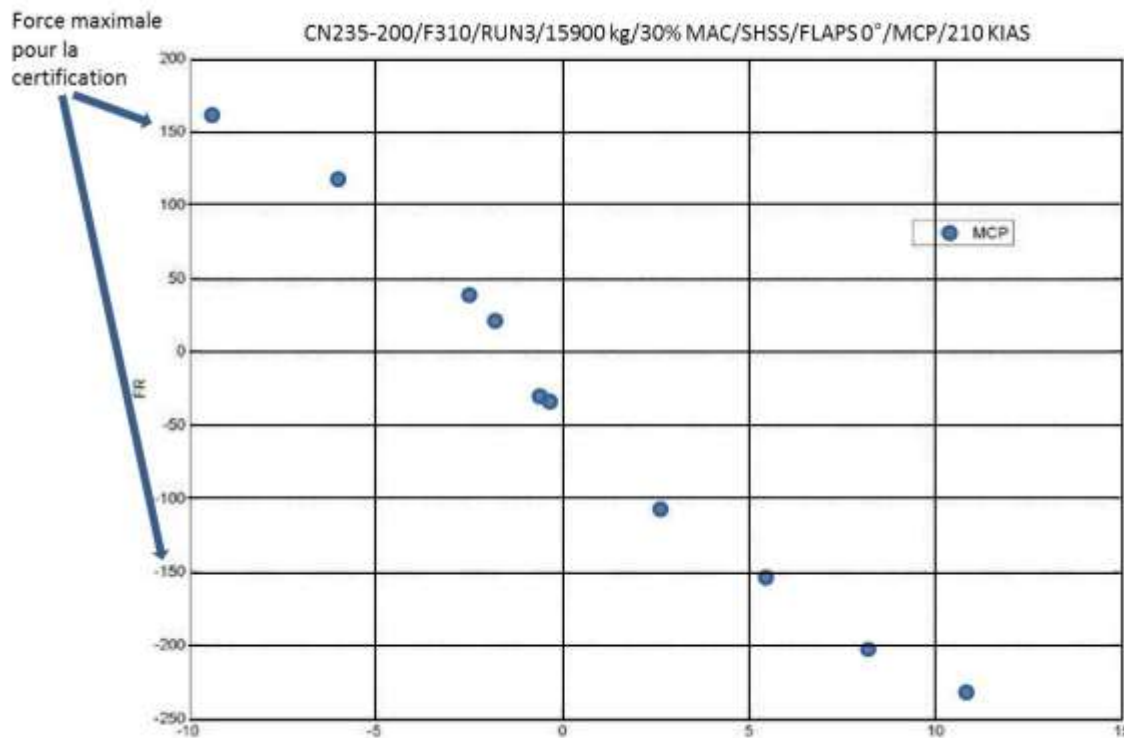
Le Casa 235 a une tendance naturelle à tourner sur la gauche autour de son axe de lacet. Lorsque le pilote effectue une action rapide sur la gouverne de direction, il amplifie cette tendance naturelle de l'appareil. Le Jy de -0,5 est la conséquence de cette action sur les gouvernes.



L'enregistrement des essais au roulage permet de relever les positions maximales de la gouverne de direction. Les valeurs de -17 à +18° sont très proches des valeurs théoriques comprises entre -15 et +19°⁷.

⁷ La tolérance indiquée dans le manuel de maintenance est de 2°.

En vol, la position maximale de cette gouverne de direction est limitée par la force du pilote. Les valeurs relevées lors des essais en vol montrent une déviation maximale comprise entre -9° et $+11^\circ$. Durant cette phase de certification, la force maximale permise est de 150 *pounds* sur une courte durée et 20 *pounds* en continu (AMC 25.143(d)).



Position de la gouverne de direction en fonction de la force appliquée au palonnier

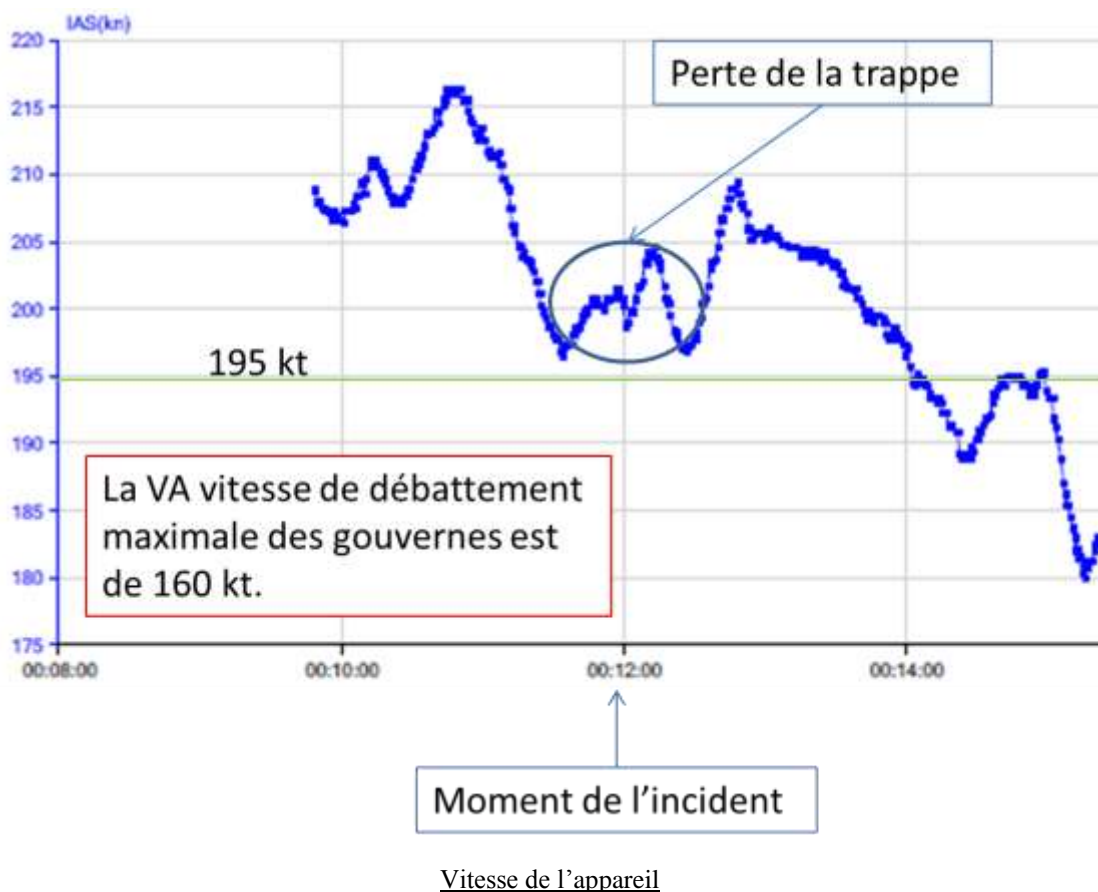
La valeur de -11° relevée correspond à 60 % de la valeur maximale théorique de déviation de la commande de direction. Elle correspond également à la déviation maximale permise au regard de la certification de l'appareil.

Lors du virage effectué à la minute douze, l'équipage applique un effort sur le palonnier qui amène cette gouverne à -11° . Durant le reste du vol, les actions aux commandes amènent un débattement se situant aux alentours de 10 % du débattement maximal.

Douze minutes après le décollage, le pilote effectue une action sur le palonnier qui amène la gouverne de direction au maximum⁸ de son débattement certifié.

⁸Le Casa n'est pas équipé de système permettant la diminution de l'amplitude maximale du débattement des gouvernes de vol suivant l'augmentation de la vitesse.

Avec un débattement maximal de la gouverne de direction, les virages doivent être réalisés à une vitesse inférieure à la vitesse de débattement des gouvernes (160 kt). Les virages effectués entre la dixième et la quatorzième minute de vol sont réalisés à une vitesse supérieure.



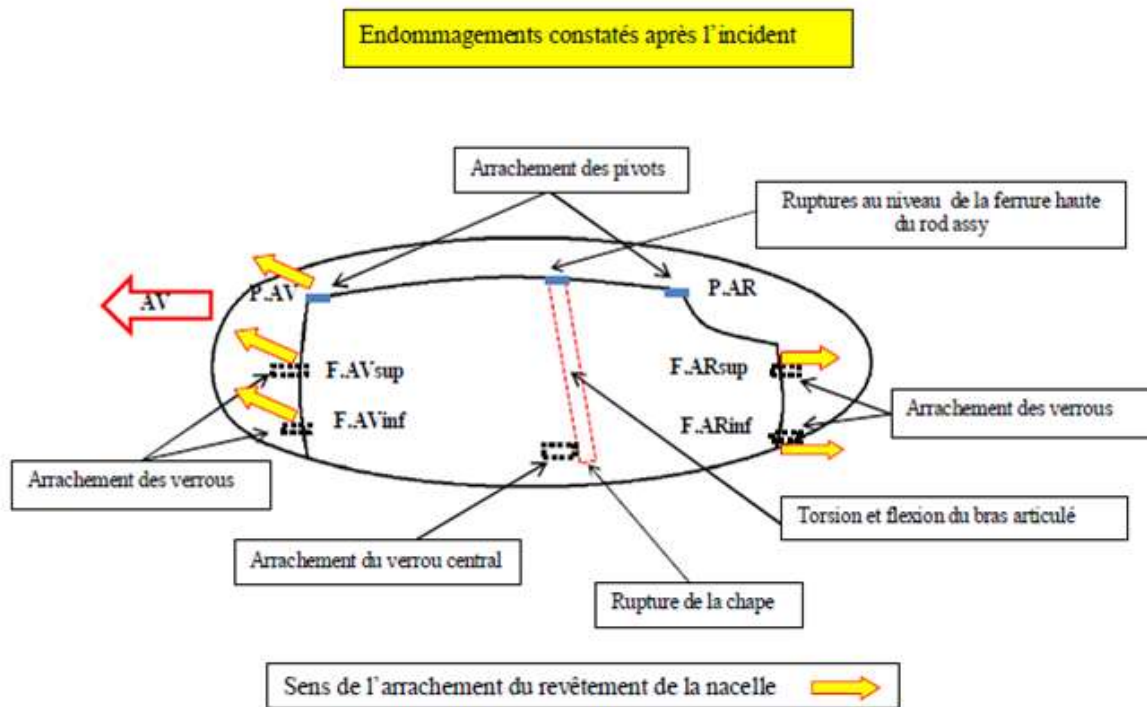
La perte de la trappe se produit à une vitesse d'environ 200 kt alors que le débattement maximal des gouvernes n'est pas autorisé au-dessus de la vitesse de 160 kt.

Lorsqu'il effectue son virage, le débattement de la gouverne est important. Il atteint 60 % du maximum théorique et 100 % du maximum certifié.

Les actions de l'équipage sur les gouvernes de l'appareil volant à vitesse élevée expliquent le Jy de -0,5 qui est provoqué par un dérapage de l'appareil vers la gauche.

2.1.2. Expertises techniques

Les constatations après l'incident ont mis en évidence un arrachement du revêtement vers l'extérieur du fuselage perpendiculairement à l'axe longitudinal de l'avion au niveau des ferrures, ainsi que des dommages de la nacelle.



Constats expertises sur la trappe

Les examens métrologiques réalisés et les déformations constatées sur toute la longueur des alésages indiquent que les doigts de verrouillage devaient être introduits dans les alésages. L'usure des pièces a pu contribuer à l'apparition des déformations, mais seule une flexion de la trappe a pu faire sortir celle-ci au niveau des pions de verrouillage.

Les expertises techniques montrent que la trappe était correctement fermée lors de l'incident.

L'observation au microscope électronique à balayage a mis en évidence un faciès à cupules⁹. Aucun amorçage en fissuration progressive de type « fatigue » ou corrosion n'a été observé.

La chape du bras articulé (*rod assy*) s'est rompue en statique ductile¹⁰.

⁹ En fractographie, les cupules sont le nom donné aux cratères observés sur une surface rompue, dont la formation résulte d'une rupture ductile par croissance et coalescence de microcavités.

¹⁰ Dépassement de la charge à rupture pour une section considérée.

Les analyses effectuées par spectrométrie infrarouge sur le dépôt noir présent sur la chape et sur le bras d'articulation montrent que celui-ci est un polyéthylène et plus vraisemblablement un EPDM (éthylène propylène diène), caoutchouc utilisé dans la fabrication des pneus.

Les expertises réalisées démontrent que la trappe était en place et que les endommagements sont dus à une contrainte aérodynamique exercée de l'intérieur vers l'extérieur.

2.2. Reconstitution du scénario de l'événement

Selon les témoignages de l'équipage, l'ouverture puis l'arrachement de la porte de carénage du train d'atterrissage se sont produits au cours d'une accélération latérale vers la gauche (angle de dérapage négatif) 12 minutes après le décollage.

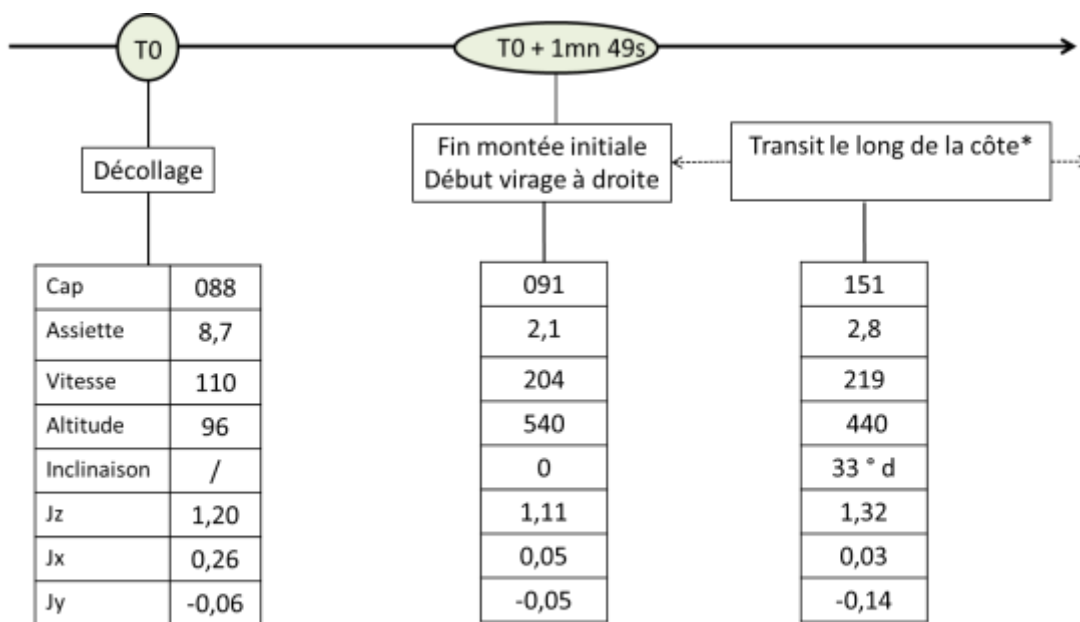
2.2.1. Trajectoire sol de l'appareil



Reconstitution de la trajectoire de l'aéronef du décollage jusqu'à la perte de la trappe

L'équipage décolle de Cayenne à 7h50. Les trappes de train sont fermées et verrouillées. A 7h58, après un changement de cap de 90°, l'équipage effectue un virage coordonné et passe ainsi du point 1 au point 2. Il renverse alors son virage et met son avion en dérapage, ce qui provoque la perte de trappe principale gauche.

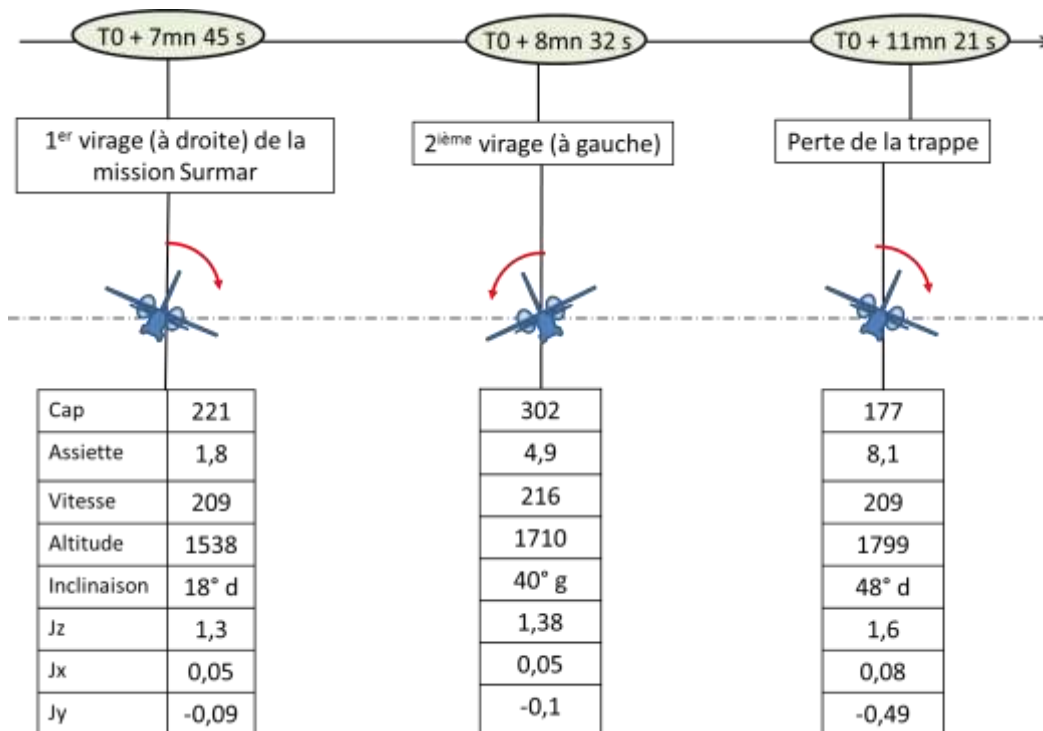
2.2.2. Séquence d'événement



* Valeur des paramètres à l'inclinaison maximale atteinte lors du virage

Paramètres de vol du décollage au premier virage de la mission Surmar

Lors de cette première phase de vol, aucun paramètre significatif n'est relevé sur l'enregistreur de vol.



Paramètres de vol lors des trois virages effectués lors de la mission Surmar avant la perte de trappe

Après le deuxième virage gauche, l'équipage entreprend le virage droit dans lequel il perçoit un bruit qu'il expliquera par la chute de sacs dans la soute de l'appareil.

Ces deux virages sont effectués à des inclinaisons maximales de 40° gauche et de 48° droite. La vitesse est approximativement de 210 kt.

La valeur minimale du Jy enregistrée sur le FDR est de -0.49 à la minute T0 + 11mn 45 s. La vitesse est de 201 kt, l'inclinaison de 48° droite et le Jz de 1,32 g¹¹.

Ce dérapage provoque une charge aérodynamique inhabituelle sur la porte de carénage du train d'atterrissage. Les doigts de verrouillage sortent en force de leur ferrure de fixation ce qui permet au vent relatif de soulever la porte de carénage. L'arrachement de la porte est alors inévitable et il provoque les dégâts relevés à différents points de l'appareil.

2.3. Recherches des causes de l'incident

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 incident.

2.3.2. Causes techniques

Les arrachements de matière sur les pions de fixation avant de la trappe ainsi que les coupures de la tôle au niveau du carénage de la nacelle de train confirment que les doigts de verrouillage étaient en position sortie.

Le dispositif de verrouillage de la porte de carénage du train d'atterrissage principal gauche était en place et contrôlé lors de la visite avant vol.

2.3.3. Causes liées aux facteurs humains et organisationnels

2.3.3.1. Utilisation de l'appareil

Afin de faciliter une prise de vue photographique, le virage « droite » effectué douze minutes après le décollage de Cayenne est réalisé de façon dissymétrique. La position de la gouverne de direction est enregistrée à -11°, ce qui est très proche du maximal théorique certifié lors des essais en vol.

La vitesse relevée sur l'enregistreur de paramètres est de 200 kt alors que la vitesse de débattement maximale des gouvernes est de 160 kt.

Les actions aux commandes, notamment celles sur la gouverne de direction, créent des efforts aérodynamiques importants.

¹¹ g = unité d'accélération (1 g = 9,81 m/s²).

La mission de surveillance maritime décrite dans le manuel d'emploi tactique du Casa préconise d'effectuer cette mission à une vitesse comprise entre 150 et 180 kt afin d'optimiser l'utilisation du radar. Il n'est pas fait de mention sur la VA¹² et sur la procédure à employer pour effectuer des photographies dans des conditions optimales de sécurité.

La documentation ne précise pas les vitesses d'utilisation de l'appareil et ne décrit pas précisément la réalisation de la mission photographique.

Dans le manuel de vol de l'appareil (AFM page 2-22), il est fait mention des vitesses de manœuvre :

« The maneuvering speed, VA, is 160 KIAS from sea level to 25,000 feet.

Full application of rudder and aileron controls, as well as maneuvers that involve angles of attack near the stall, should be confined to speeds below VA.

Rapid and large alternating rudder control inputs or certain combinations of sideslip angle and opposite rudder deflection can result in potentially dangerous loads on the vertical stabilizer, even at speeds below the design maneuvering speed VA.

NOTE : Pilots should note become reluctant to command full rudder when required and when appropriate, such as during an engine failure shortly after takeoff or during strong or gusty crosswind takeoffs or landings. »

L'AFM comprend des préconisations sur le vol dissymétrique notamment avec la notion de VA. Des phrases de mise en garde (accélérations, facteurs de charge dangereux pour la cellule) et les précisions sur les cas particuliers (monomoteur, vent de travers) sont indiquées et ne sont pas reprises dans le Manex.

L'équipage utilise le Manex qui est moins complet que l'AFM sur les différentes vitesses d'utilisation de l'appareil.

2.3.3.2. Poursuite de la mission

Lors de ses évolutions, l'équipage entend un bruit sourd. Le CDB fait effectuer une inspection de la soute et le mécanicien constate la chute de sacs dans la soute de l'appareil. L'équipage associe alors ces deux événements et poursuit sa mission alors qu'il se trouve très proche de l'aéroport de Cayenne.

Hormis la chute de deux sacs, le mécanicien ne constate rien d'anormal et rend compte au CDB.

¹² VA : vitesse de débattement maximal des gouvernes.

Suite au compte rendu de son mécanicien soute, le CDB décide de poursuivre sa mission.

A Grand-Santi, une partie des dommages est visible depuis les hublots du cargo. Ces dommages rappellent ceux survenus le 1^{er} avril 2014 au décollage d'Anaa¹³ (Tahiti).

L'officier de sécurité aérienne de l'escadron avait commenté ce cas. L'équipage savait qu'un vol dissymétrique pouvait, dans certaines conditions, entraîner un arrachage de la trappe.

Connaissant le cas récent d'arrachement de trappe, l'équipage n'a pas remis en cause sa décision alors qu'une partie des dégâts aurait en toute vraisemblance pu être vue depuis les hublots.

La mission est alors poursuivie vers le terrain de Grand-Santi qui est moins équipé que le terrain de Cayenne.

La décision du CDB conduit à un dépannage complexe.

2.3.3.3. Mise en œuvre du SB-235-52-61M

Le SB-235-52-61M doit permettre une rigidification de la trappe de train notamment grâce à l'ajout d'un sixième point de verrouillage sur les trappes de train.

Il a été adopté le 25 juin 2014 en commission de gestion de configuration réalisée à la SIMMAD (structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels aéronautiques du ministère de la défense).

Le 11 juillet 2014, la SIMMAD a émis une décision d'application qui demande :

« - Au Bureau animation système : de demander l'application de la décision de modification (DM) n°161 édition R3 lors de la prochaine maintenance programmée au NSI pour chaque avion concerné. »

« - Au titulaire MCO : d'anticiper la logistique nécessaire (kits de modifications) afin de ne pas impacter l'échéancier des visites. »

Le 28 août 2014, le Casa n°129 entre en chantier dans la société Sabena se trouvant à Dinard.

Lorsque le Casa n°129 rentre en visite, la SIMMAD a demandé la mise en œuvre du SB-235-52-61M.

Lors de la réunion de mi-chantier réalisée le 17 septembre 2014, Airbus Defense and Space estime à 40 semaines le délai de livraison du kit nécessaire à la mise en œuvre du SB-235-52-

¹³ Le 1^{er} avril 2014, après le décollage d'Anaa, un équipage de CN 235 Casa entend un bruit sec et ressent une secousse. L'appareil est alors en virage droite avec une inclinaison de 14° et une vitesse de 202 kt. Ce bruit était dû à l'arrachement de la trappe du train d'atterrissage principal droit.

61M. Ce SB dont le coût par avion est de 11 118,89 € est couvert par la franchise de 20 000 €¹⁴.

Le 26 novembre 2014, l'avion est livré sans modification sur les trappes de train. Suite à des pannes à l'issue des vols réalisés chez l'industriel, l'appareil ne redécolle de Dinard que le 15 janvier 2015 pour rejoindre Cayenne le 18 janvier 2015.

Le Casa n°129 est sorti de visite chez l'industriel sans la modification de trappe demandée.

¹⁴ Dans le nouveau contrat, la franchise est de 24 000 € pour les SB qui sont « *mandatory* » et de 4 000 € pour les autres.

PAS DE TEXTE

3. CONCLUSION

L'incident est une perte de la porte de carénage du train d'atterrissage principal gauche au cours d'un virage dissymétrique.

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

Douze minutes après le décollage de Cayenne, le pilote incline son appareil de 48° par la droite avec un dérapage prononcé à gauche.

L'avion fonctionne parfaitement, la vitesse relevée est d'environ 200 kt et la vitesse maximale de débattement maximal des gouvernes est de 160 kt.

Malgré la demande de la SIMMAD, l'avion n'est pas équipé du renforcement de la porte de carénage ni de l'ajout d'un sixième verrou conformément au SB-235-52-61M.

Sous l'effet de l'accélération latérale, la porte se déforme. Les doigts de verrouillage sortent de leur ferrure de fixation. Sous l'effet du vent relatif, la porte est arrachée et heurte le volet hypersustentateur.

L'équipage perçoit un bruit sourd qu'il interprète comme la chute de sacs en soute.

La mission est poursuivie pendant environ trois heures vers le terrain de Grand-Santi.

En finale sur ce terrain, le pilote ressent un comportement inhabituel de l'avion.

3.2. Causes de l'événement

La cause de la perte en vol de la porte de carénage du train d'atterrissage principal gauche est la déformation de la porte lors d'un virage sous accélération latérale.

PAS DE TEXTE

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

Mesure conservatoire émise dans le rapport d'étape du BEAD-air :

Le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

l'armée de l'air de limiter au strict nécessaire le vol dissymétrique jusqu'à la mise en œuvre du SB-235-52-61M.

Documentation :

La mission de surveillance maritime est décrite dans le manuel d'emploi tactique du Casa. Ce document est très succinct quant aux techniques photographiques à mettre en œuvre. Une méthodologie de travail serait susceptible d'améliorer les conditions d'emploi et de sécurité de ces missions de renseignement.

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

l'armée de l'air de compléter le manuel d'emploi tactique et d'y définir un cadre précis pour réaliser des prises de vues avec un appareil photographique depuis le poste de pilotage.

Lors de cette mission, un virage dissymétrique est réalisé à une vitesse supérieure à 200 kt. Le Manex ne reprend pas l'ensemble des limitations du manuel de vol, en particulier concernant les manœuvres à une vitesse supérieure à la VA.

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

l'armée de l'air de compléter son manuel d'exploitation du Casa et d'y inclure les différentes limitations présentes dans l'AFM.

Formation :

A Grand-Santi, une partie des dommages est visible depuis les hublots du cargo. On peut raisonnablement penser qu'ils étaient déjà visibles juste après l'incident.

Lorsque le CDB décide de poursuivre sa mission sur Grand-Santi, il va survoler pendant plus d'une heure la forêt guyanaise. Outre cette prise de risque, un dépannage complexe est alors nécessaire.

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

l'armée de l'air de sensibiliser les équipages sur les risques pris lors d'un vol effectué avec des dégâts sur les volets.

PAS DE TEXTE