



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-A-2014-009-I

Date de l'événement	1^{er} avril 2014
Lieu	Atoll d'Anaa (Polynésie française)
Type d'appareil	CN 235-200 CASA
Immatriculation	F-RAIH n° 107
Organisme	Armée de l'air
Unité	Escadron de transport 00.082 Maine

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 : forces armées en Polynésie française

Photos et illustrations : BEAD-air

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	6
1.1. Déroulement du vol	6
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	12
1.8. Aides à la navigation	13
1.9. Télécommunications	13
1.10. Renseignements sur l'aire de poser	13
1.11. Enregistreurs de bord	14
1.12. Renseignements sur l'aéronef	14
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	17
1.14. Incendie	17
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	17
1.16. Essais et recherches	18
1.17. Renseignements sur l'organisme	18
1.18. Renseignements supplémentaires	19
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	20
2. Analyse	21
2.1. Expertises	21
2.2. Reconstitution du scénario de l'événement	22
2.3. Recherches des causes de l'incident	26
3. Conclusion	28
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement	28
3.2. Causes de l'événement	28
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

BEAD-air :	bureau enquêtes accidents défense air
CDB :	commandant de bord
DGA :	direction générale de l'armement
FDR :	<i>flight data recorder</i> - enregistreur de paramètres de vol
Ft :	<i>feet</i> – pied(s) (1ft = 0,33 m)
HF :	<i>high frequency</i> – haute fréquence
Kt :	<i>knots</i> – nœuds (1 kt = 1,852 km/h)
Lbs :	<i>pounds</i> – livres (1 lbs = 0,567 litres)
PF :	pilote en fonction
VHF :	<i>very high frequency</i> – très haute fréquence

SYNOPSIS

Date de l'événement : 1^{er} avril 2014

Lieu de l'événement : atoll d'Anaa (Polynésie française)

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) 00.082 Maine

Aéronef : CN 235-200 Casa n° 107

Nature du vol : vol d'instruction à la navigation aux instruments

Nombre de personnes à bord : 6

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Après le décollage d'Anaa, l'équipage du 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 kt¹.

En croisière à 9 000 ft², le mécanicien navigant constate des endommagements sur le volet droit. L'équipage décide de rentrer à vitesse réduite à Tahiti Faa'a.

L'atterrissage est réalisé sans volet à une vitesse de 110 kt.

L'aéronef est endommagé, l'équipage est indemne.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du BEAD-air.
- Un expert technique du BEAD-air.
- Un officier pilote ayant une expertise sur CN 235 Casa.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur CN 235 Casa.
- Un médecin du personnel navigant.

Autres experts consultés

- Direction générale de l'armement - Essais propulseurs (DGA-EP/DAI/RESEDA).
- DGA – Techniques aéronautiques.
- Météo France.
- Expert structure d'Airbus Military.

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air est prévenu le mercredi 2 avril 2014 vers 9h15.

Le directeur d'enquête et l'expert pilote ont rejoint l'île de Tahiti puis l'atoll d'Anaa le vendredi 04 avril.

L'expert technique du BEAD-air et l'expert technique Casa sont arrivés à Tahiti le samedi 5 avril.

L'expert médical affecté en Polynésie française a été désigné le jeudi 3 avril 2014.

¹Kt = *knot* – 1 kt = 1,852 km/h.

²Ft = *feet* = pied - 1 ft = 0,33m.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Contexte du vol

Un pilote est affecté à Tahiti au sein de l'ET 00.082 Maine pour une durée de quatre mois. Des vols sont organisés à son profit.

1.1.2. Vol

Indicatif mission : COTAM 1191

Type de vol : IFR de jour

Type de mission : entraînement à la navigation au vol aux instruments

Dernier point de départ : aérodrome d'Anaa (NTGA)

Heure de départ : 9h50

Point d'atterrissage prévu : aéroport de Tahiti Faa'a (NTAA)

1.1.3. Déroulement

1.1.3.1. Préparation de la mission

Un Casa est déployé sur l'atoll d'Anaa du 31 mars au 1^{er} avril 2014. La mission est préparée au cours de la semaine précédente. La mise en place et le retour permettront d'effectuer des vols d'entraînement aux procédures IFR. Un vol d'instruction à l'atterrissage de nuit sur piste équipée d'un balisage réduit (type six balises) est prévu le lundi 31 mars au soir. L'équipage est composé d'un pilote instructeur, d'un pilote en instruction, d'un mécanicien navigant et de trois techniciens.

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

L'activité du lundi 31 mars 2014 est conforme aux prévisions.

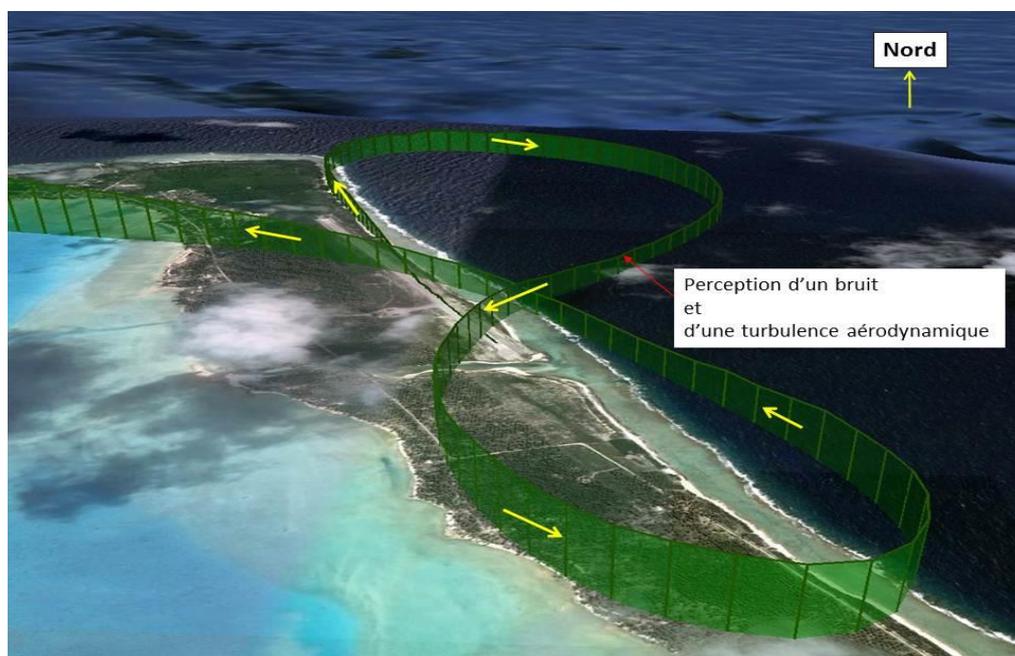
Le mardi 1^{er} avril 2014, l'équipage se rend à l'aérodrome vers 8h00 et prépare l'aéronef pour le vol retour. Une présentation de l'avion est organisée au profit des enfants de l'école du village. A l'issue, l'équipage effectue la visite avant vol.

1.1.3.3. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

Le Casa quitte le parking à 9h48. Le commandant de bord (CDB) en place gauche a les commandes. Le pilote en instruction est en place droite. Le mécanicien navigant est en place milieu.

Après le décollage en piste 32, le pilote en fonction (PF) vire à droite pour rallier la verticale du parking selon une trajectoire perpendiculaire à la piste. Quelques secondes avant la verticale de la piste, le PF effectue deux battements d'ailes (un premier vers la gauche puis un second vers la droite à une inclinaison d'environ 30°). Lors du second battement d'ailes, l'équipage entend un claquement et ressent une turbulence aérodynamique.

L'équipage interprète ce bruit comme la chute d'un objet dans la soute (décrochage d'un siège) et poursuit le vol. Le PF effectue un second passage à la verticale des installations et vire à gauche avant de débuter la montée vers l'altitude de croisière pour rejoindre Tahiti.



Trajectoire du Casa lors du départ de l'atoll d'Anaa

En montée à une vitesse de 135 kt et à une altitude de 7 000 ft des vibrations apparaissent. En palier à 9 000 ft, durant la phase d'accélération, les vibrations cessent. Le mécanicien navigant effectue une inspection visuelle de la structure par les hublots et constate l'endommagement du volet droit. Il rend compte au CDB. Ce dernier stabilise la vitesse à 160 kt et transfère les commandes au pilote en place droite. Le CDB quitte le poste de pilotage et se rend dans la soute pour constater la dégradation du volet.

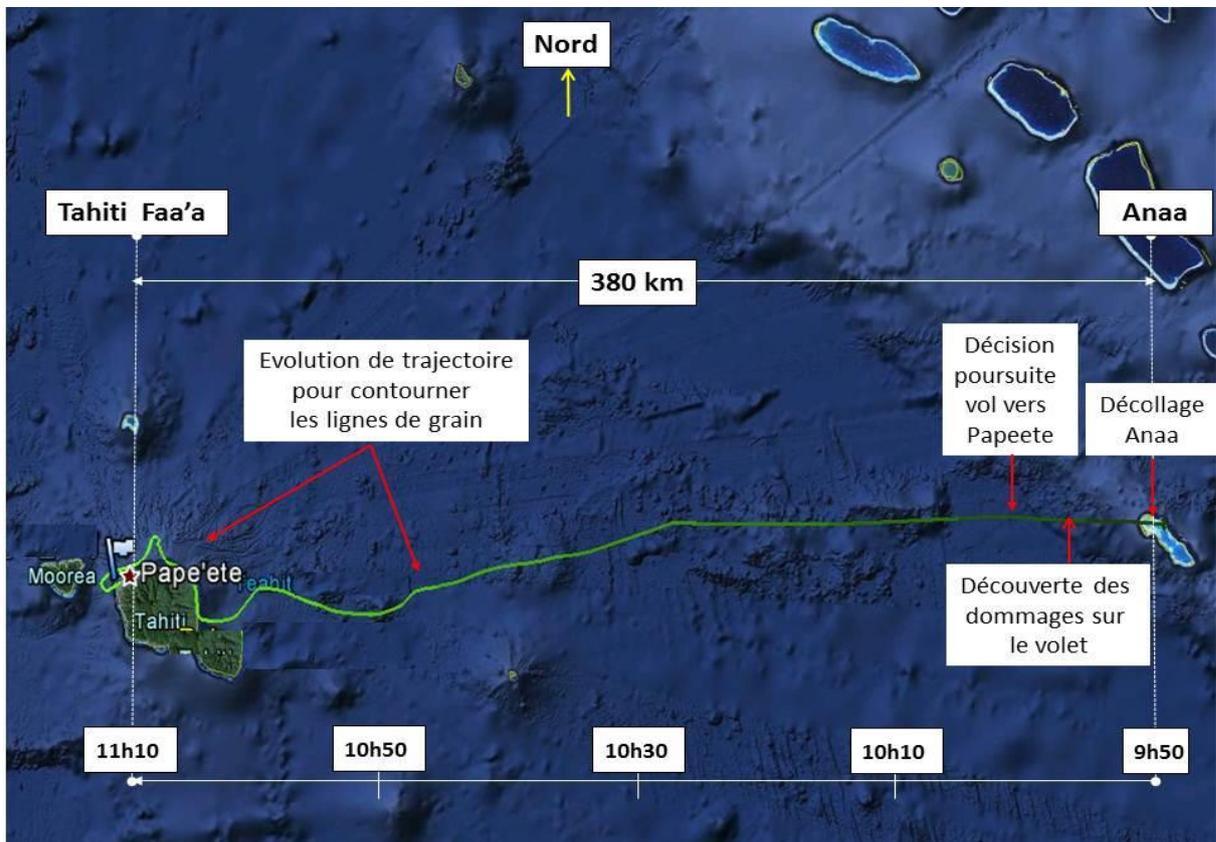
Lors de cette seconde inspection visuelle, le mécanicien navigant constate l'absence d'une partie de la porte de carénage du train d'atterrissage principal droit.

Au retour dans le poste de pilotage, le CDB décide de poursuivre vers Tahiti à une vitesse de 170 kt. L'équipage prend les dispositions préalables à un éventuel amerrissage. Après plusieurs essais infructueux sur la fréquence HF (*high frequency* – haute fréquence), un message d'urgence décrivant la situation de l'aéronef est adressé à Tahiti contrôle sur la fréquence VHF (*very high frequency* – très haute fréquence).

Les conditions météorologiques se dégradent. Le CDB effectue plusieurs évitements de cellules orageuses afin d'éviter toute zone de turbulence. Pour cela, il annule son plan de vol IFR et poursuit selon le régime du vol à vue.

Le CDB contacte les opérations de son unité, rend compte de la situation et décrit le plan d'action envisagé : approche avec 0° de volet et vitesse maximale autorisée à l'atterrissage (139 kt : limitation imposée par les pneumatiques).

En vent arrière à une altitude de 2 000 ft le train d'atterrissage est sorti sans encombre. L'approche se déroule sans difficulté. Le toucher des roues s'effectue à 110 kt. L'avion contrôlé, le CDB contacte les services de sécurité et demande une inspection de piste.



Trajectoire entre l'atoll d'Anaa et Papeete. L'échelle temps correspond à une vitesse de 170 kt

1.1.4. Localisation

- Lieu :
 - pays : France
 - collectivité territoriale de Polynésie française
 - commune : Anaa
 - coordonnées géographiques :
 - S 17°23'00''
 - O 145°30'00''
 - hauteur / altitude du lieu de l'événement : 400 ft dans le circuit de piste de l'aérodrome d'Anaa
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Anaa

1.2. Tués et blessés

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

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 : 31 ans
- Unité d'affectation : ET 00.082 Maine
 - fonction dans l'unité : chef pilote – adjoint chef opérations
- Formation :
 - qualification : CDB instructeur sur Casa
 - année de sortie d'école : 2006
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur CN 235	sur tous types	dont sur CN 235	sur tous types	dont sur CN 235
Total (h)	3 280	2 570	90	90	19	19
Dont nuit	240	232	22	22	1	1

- Date du dernier vol comme pilote :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 31 mars 2014
 - de nuit : 31 mars 2014
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte verte³
 - date d'expiration : 31 mai 2014

1.5.1.2. Pilote

- Age : 28 ans
- Unité d'affectation : ET 03/062 Ventoux
 - fonction dans l'unité : pilote en formation
- Formation :
 - qualification : DNCR⁴
 - année de sortie d'école : 2013
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur CN 235	sur tous types	dont sur CN 235	sur tous types	dont sur CN 235
Total (h)	900	270	150	150	50	50
Dont nuit	80	40	25	25	4	4

- Date du dernier vol comme pilote :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 31 mars 2014
 - de nuit : 31 mars 2014

Carte de circulation aérienne :

- type : carte verte
- date d'expiration : 31 mai 2014

³ Carte verte : qualification autorisant le pilote à utiliser les minimums opérationnels les plus bas publiés lors d'une approche par mauvaise visibilité.

⁴ DNCR : niveau de qualification d'un pilote en phase d'adaptation sur l'aéronef et qui ne possède pas de qualification tactique.

1.5.1.3. Mécanicien d'équipage soute

- Age : 34 ans
- Unité d'affectation : ET 00.082 Maine
 - fonction dans l'unité : mécanicien d'équipage
- Formation :
 - qualification : mécanicien navigant soute confirmé
 - année de sortie d'école : 2009
- Heures de vol :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur CN 235	sur tous types	dont sur CN 235	sur tous types	dont sur CN 235
Total (h)	1 497	1 497	175	175	59	59
Dont nuit	189	189	21	21	2	2

- Date du dernier vol comme mécanicien d'équipage conduite :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 31 mars 2014
 - de nuit : 31 mars 2014

1.5.2. Autres personnels

Trois techniciens.

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de l'air
- Commandement d'appartenance : CFA / brigade aérienne d'appui et de projection (BAAP)
- Base aérienne de stationnement : groupement aéronautique militaire de Faa'a (GAMF)
- Unité d'affectation : ET 00.082 Maine
- Type d'aéronef : CN 235 – 200 CASA

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales
Cellule	CN 235-200	107	6 482
Moteur 1	CT7-9C	309325	6 825
Moteur 2	CT7-9C	309379	7 275

La dernière visite intermédiaire (VI) du cycle de maintenance⁵ a été effectuée le 4 décembre 2013 à 6 218 heures cellule.

1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme aux programmes de maintenance en vigueur.

1.6.2. Performances

La masse au décollage est de 12 500 kg.

1.6.3. Masse et centrage

Compte tenu de la masse et 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 : Carburacteur JET A1.
- Quantité de carburant au décollage : 5 000 lbs⁶.
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 4 900 lbs.

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions locales

Les prévisions locales, établies à partir des modèles fournis par Météo France, donnent les indications suivantes :

Situation générale :

un Alizé⁷ de Nord/Est souffle sur la quasi-totalité de la Polynésie, devenant plus instable du Nord/Ouest de l'archipel des Tuamotu aux îles de la Société où des développements convectifs se produisent accompagnés d'averses localement orageuses.

Le 1^{er} avril 2014 à 8h00, les observations de la station automatique d'Anaa sont les suivantes :

- vent du 080° pour 13 kt ;
- pression au niveau de la mer : 1 013,7 hectopascal (hPa) ;
- température : 28,8 °C.

⁵ Cycle de maintenance : trois types de visite constituent ce cycle. Les visites intermédiaires (VI), routinières (VR) et périodiques (VP). Chaque visite est espacée de 300 heures. Le cycle s'effectue selon le rythme suivant : VR-VI-VR-VP-VR.

⁶ Lbs = *pound* = livre -1 lbs = 0,567 litres

⁷ L'Alizé : vent des régions intertropicales soufflant de façon régulière. Dans l'hémisphère sud, il souffle du Sud-Est vers le Nord -Ouest. Il est présent du niveau de la mer jusqu'à environ 2 000 m.

Les conditions météorologiques issues des messages TAF⁸ et METAR⁹ de l'aéroport de Tahiti Faa'a sont :

- vent du 040° pour 15 kt ;
- risque d'averses avec des rafales de vent pouvant atteindre 25 kt ;
- présence de cumulonimbus épars dont la base se situe à partir de 2 000 ft.

1.7.2. Observations

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

1.8. Aides à la navigation

Sans observation

1.9. Télécommunications

Au moment de l'événement, l'équipage veille la fréquence AFIS d'Anaa information sur 119,6 Mhz.

Lors du transit vers l'île de Tahiti, l'équipage contacte Tahiti contrôle puis Tahiti tour pour la phase d'approche finale et l'atterrissage.

L'équipage rencontre des difficultés pour établir le contact avec le service du contrôle de Tahiti sur la fréquence HF.

1.10. Renseignements sur l'aire de poser

1.10.1. Aérodrome d'Anaa.

L'aérodrome dispose d'une piste d'une longueur de 1 500 mètres et d'une largeur de 30 mètres.

Le niveau SSLIA (service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs sur les aérodromes) est de 3¹⁰ sous régime dérogatoire du fait de la présence sur l'atoll d'un seul pompier d'aérodrome.

1.10.2. Aéroport international de Tahiti Faa'a.

L'aéroport dispose d'une piste d'une longueur de 3 420 mètres et d'une largeur de 45 mètres. Le niveau SSLIA est de 9¹¹.

⁸ TAF : message de prévision météorologique d'aérodrome.

⁹ METAR : message d'observation des conditions météorologiques régulière sur un aérodrome.

¹⁰ Niveau SSLIA 3 : Niveau de sécurité incendie constitué d'un véhicule d'intervention disposant d'une quantité d'eau de 1 200 litres et de 135 kg de poudre, armé par 2 pompiers d'aérodrome.

¹¹ Niveau SSLIA 9 : Niveau de sécurité incendie constitué de 3 véhicules d'intervention disposant d'une quantité totale d'eau de 24 300 litres et de 450 kg de poudre, armé par 6 pompiers d'aérodrome et 1 chef de manœuvre.



Vue de l'aéroport de Tahiti Faa'a



Vue de l'aérodrome d'Anaa

1.11. Enregistreurs de bord

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

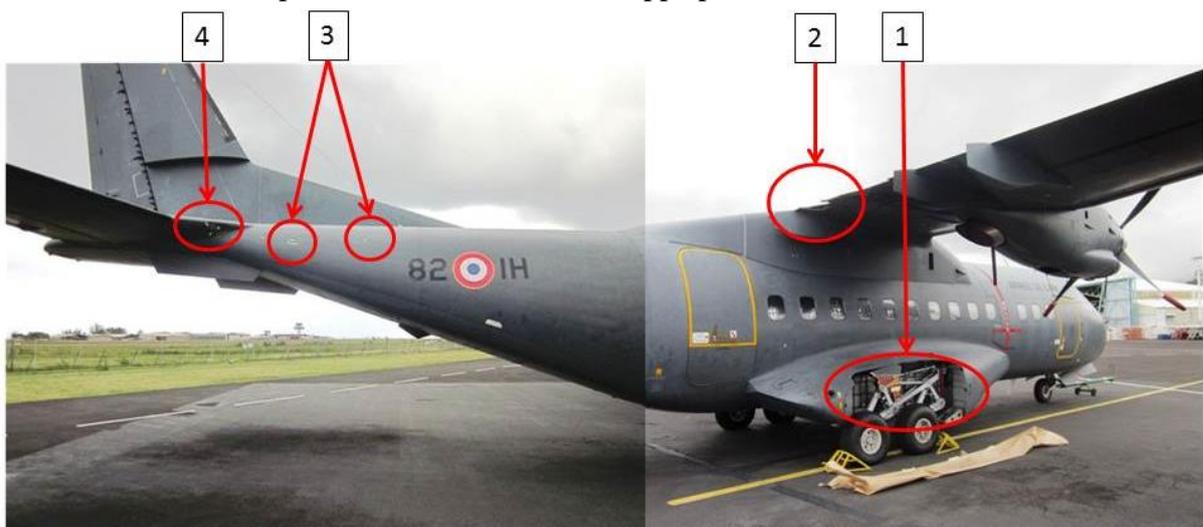
Le FDR a été déposé de l'appareil le 5 avril et transmis à DGA/EP. Les données sont complètes et permettent leur exploitation.

1.12. Renseignements sur l'aéronef

1.12.1. Examen de l'aéronef

L'aéronef présente les endommagements suivants :

- le carénage d'accès au train principal droit a été arraché (1) ;
- le volet hypersustentateur droit est endommagé (2) ;
- l'arrière droit du fuselage est marqué à plusieurs endroits (3) ;
- l'emplanture du plan fixe horizontal droit est endommagée (4) ;
- les éléments de structure supportant le levier de support de la trappe sont déformés ;
- les éléments du dispositif de fermeture de la trappe présentent des déformations.



Vue des endommagements sur l'aéronef



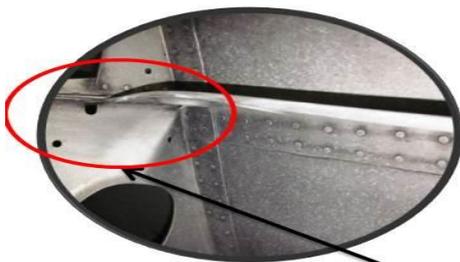
Vue du train principal droit. La trappe d'accès a été arrachée



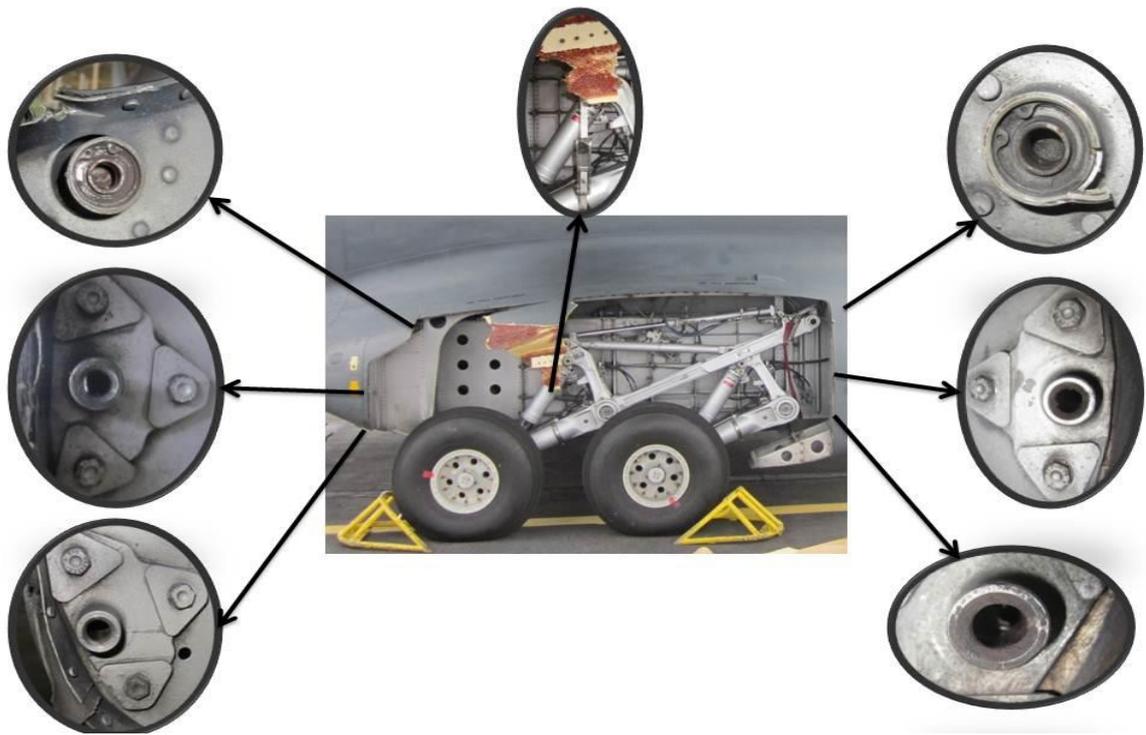
Endommagement du volet droit



Impacts sur l'arrière de l'aéronef



Déformation intérieur du caisson de train



Déformation des pions de fixation de la trappe

1.12.2. Eléments récupérés

Les recherches effectuées sur l'atoll d'Anaa ont permis de retrouver une partie des éléments de l'aéronef. L'ensemble de ces pièces a été retrouvé sur le platier bordant la piste de l'aérodrome.



Partie avant de la trappe



Morceaux de volet et de trappe

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 : 21 janvier 2014
 - résultat : apte
 - validité : 31 aout 2014 (prolongation centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN))
- Examens biologiques : effectués résultats négatifs
- Blessures : néant

1.13.1.2. Pilote

- Dernier examen médical :
 - type : CEMPAN
 - date : 04 décembre 2013
 - résultat : apte
 - validité : 1 an
- Examens biologiques : effectués résultats négatifs
- Blessures : néant

1.13.1.3. Mécanicien d'équipage soute

- Dernier examen médical :
 - type : VSU
 - date : 24 janvier 2014
 - résultat : apte
 - validité : 23 janvier 2015
- Examens biologiques : effectués résultats négatifs
- Blessures : néant

1.14. Incendie

Néant

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1. Organisation des secours

Lors de la découverte par le mécanicien de bord de l'absence d'une partie de la trappe du train principal droit, le CDB décide de poursuivre le vol vers l'aéroport de Tahiti Faa'a.

Il ordonne à son équipage de prendre les dispositions préparatoires à un amerrissage. Les consignes sont rappelées, les gilets de sauvetage sont distribués et le canot de survie est positionné dans le cargo. Après plusieurs essais radio infructueux sur la fréquence HF, un message d'urgence est adressé sur la VHF au service de contrôle aérien de Tahiti faisant état de la situation de l'aéronef, du plan d'action envisagé par l'équipage et des possibles difficultés de sortie du train d'atterrissage. A la réception de ces informations, le service du contrôle aérien déclenche l'alerte rouge de niveau 1 du plan de secours spécialisé de l'aérodrome (PSSA).

1.16. Essais et recherches

1.16.1. Cas similaires

Deux 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 événements, l'industriel a proposé le renforcement des trappes des trains principaux et l'ajout d'un verrou supplémentaire. Cette modification a été diffusée sous le timbre : SB-235-52-61M en date du 29 octobre 1996.

Le SB-235-52-61M a été présenté par l'armée de l'air en commission locale de modification (CLM) le 19 mai 2000 et adopté sous le numéro CLM 161 (MOD Casa 123) sans retrofit en l'absence de faits techniques touchant les trappes des trains principaux sur les Casa déjà en service dans l'armée de l'air.

Ce SB a fait l'objet de 3 révisions qui n'ont pas conduit à de modification de la décision adoptée lors de la CLM 161.

La fiche d'avis CSFA 55CASA CN235 du 23 septembre 2011 précise « *Les révisions successives étendent l'applicabilité à différentes flottes mais ne modifient pas foncièrement la DM 161 qui ne prévoit pas le retrofit des Casa non modifiés.*

En conséquence, compte tenu de l'absence de faits techniques concernant le verrouillage des trappes, le CSFA classe sans suite les révisions 02 et 03 du SB 235-52-61M.

Cette décision pourra être éventuellement revue en cas d'apparition de dysfonctionnement du verrouillage de ces trappes »

1.17. Renseignements sur l'organisme

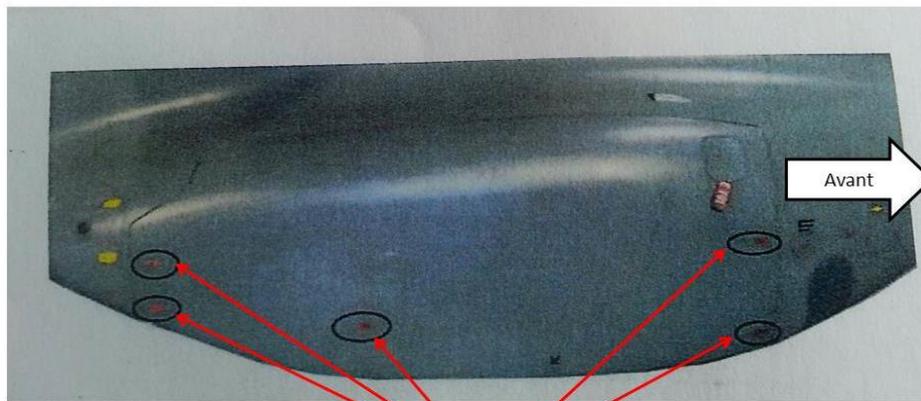
L'ET outre-mer 00.082 Maine est une unité de la force aérienne de projection (FAP) mise pour emploi auprès du commandement supérieur des forces armées en Polynésie française (COMSUP FAPF). Cette unité est stationnée sur le site du GAMF. Elle met en œuvre deux CASA 235 - 200 et réalise des missions de soutien logistique au profit des forces de souveraineté, des missions d'aide humanitaire et de service public ainsi que des missions de maintien en condition opérationnelle des équipages. La maintenance de ses aéronefs est assurée par SABENA technics.

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 au moyen d'une cornière supérieure qui repose sur trois pivots. 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 avant, 1 central et 2 arrière). 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 (pion de fixation / *fitting*) elle-même maintenue au moyen de rivets sur les parois de la structure du logement du train.



Verrous en position fermés

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

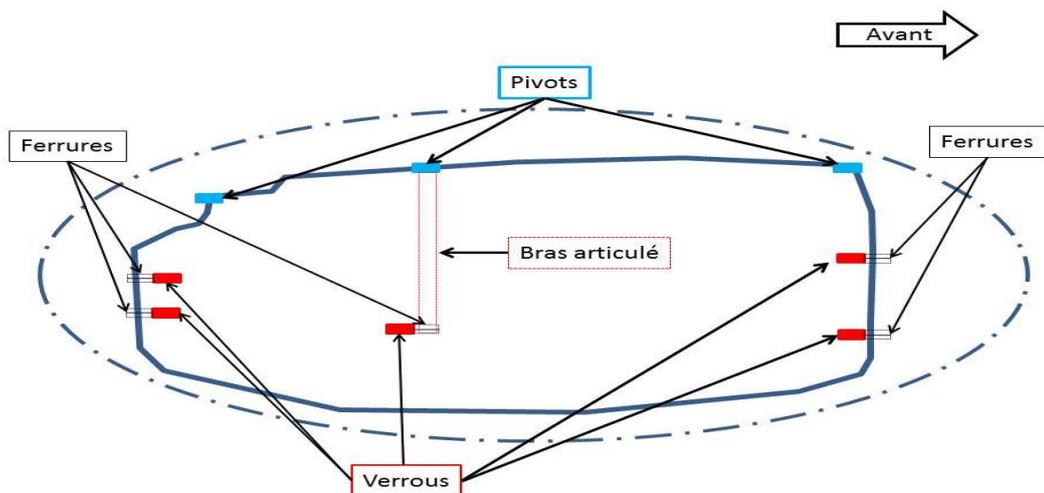
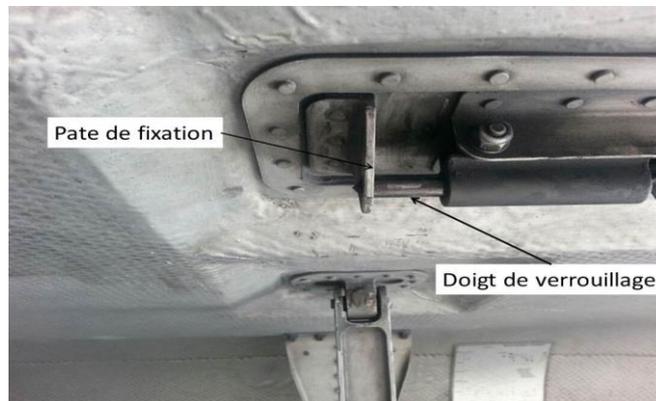


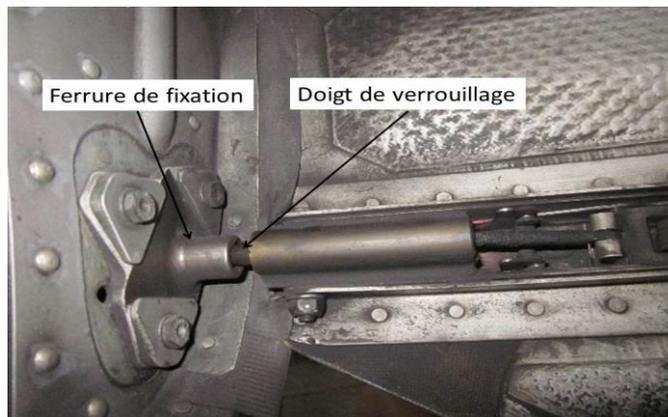
Schéma de la porte de carénage du train d'atterrissage principal droit avec les cinq verrous en position fermés



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

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Néant.

2. ANALYSE

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 la porte de carénage du train d'atterrissage principal droit.

Elle est fondée sur l'exploitation des témoignages des membres d'équipages, de témoins présents sur le parking de l'aérodrome, de l'exploitation des données de l'enregistreur FDR et de vidéos effectuées par l'équipage et un témoin.

2.1. Expertises

2.1.1. Analyse des vidéos

L'analyse des vidéos réalisées de l'intérieur de la cabine de pilotage et du sol depuis le parking de l'aérodrome d'Anaa permet d'identifier l'instant précis de la perte de la porte de carénage du train d'atterrissage principal droit.



Photographie extraite de la vidéo prise par un témoin durant la manœuvre de battement d'ailes

La vidéo effectuée lors de la séquence de mise en route confirme que le dispositif de verrouillage de la porte de carénage du train d'atterrissage droit était en position fermée avant que l'aéronef ne débute le roulage.



Photographie extraite de la vidéo prise par un témoin durant la mise en route

2.1.2. Expertise des ferrures de fixation de la porte de carénage

Les examens réalisés montrent que les dispositifs de fermeture et le levier de support central sont rompus en statique sous une contrainte de flexion, torsion et traction. Il n'est pas constaté de trace d'endommagement préalable (fatigue, corrosion...).

Le levier de support central a subi une déformation de l'avant vers l'arrière et du bas vers le haut.

D'importantes marques de déformation sont visibles à l'intérieur des ferrures de fixation situées sur l'avant de la nacelle.

2.2. Reconstitution du scénario de l'événement

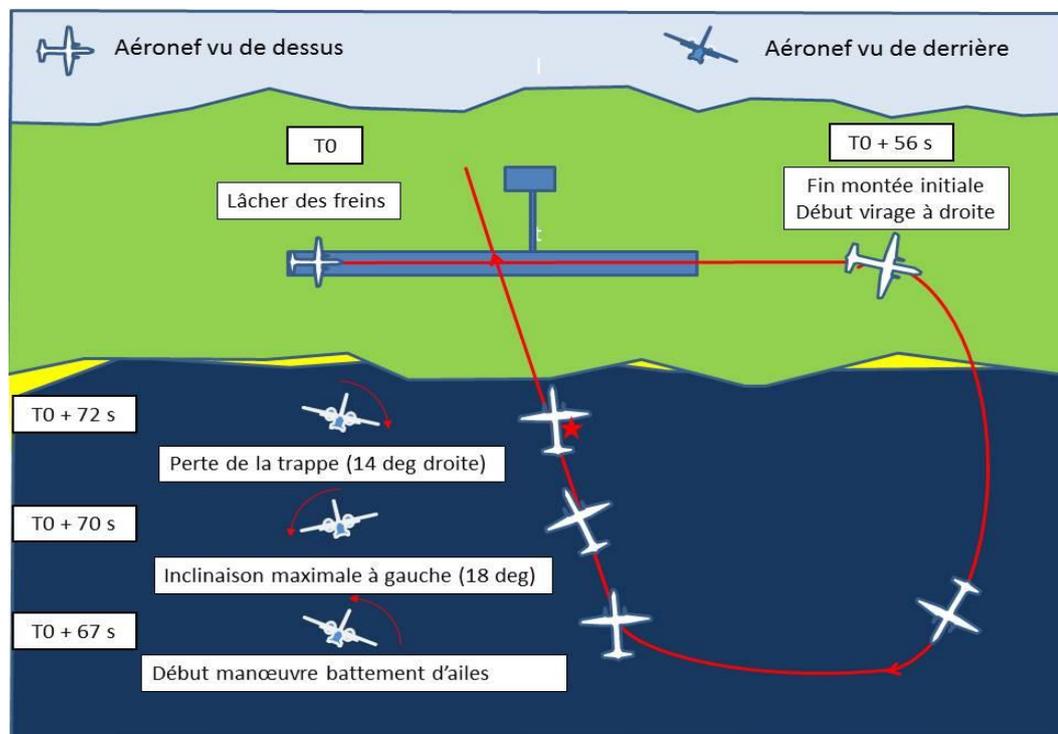
2.2.1. Eléments utiles à la compréhension des termes et paramètres figurant sur les schémas des paragraphes suivants

- Lâcher des freins : action du PF à partir de laquelle l'aéronef débute sa phase de prise de vitesse sur la piste en vue de son décollage.
- Montée initiale : période succédant au décollage durant laquelle l'aéronef poursuit sa prise de vitesse et de hauteur en conservant l'axe de la piste.
- Cap : route magnétique suivie par l'aéronef. Elle s'exprime 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

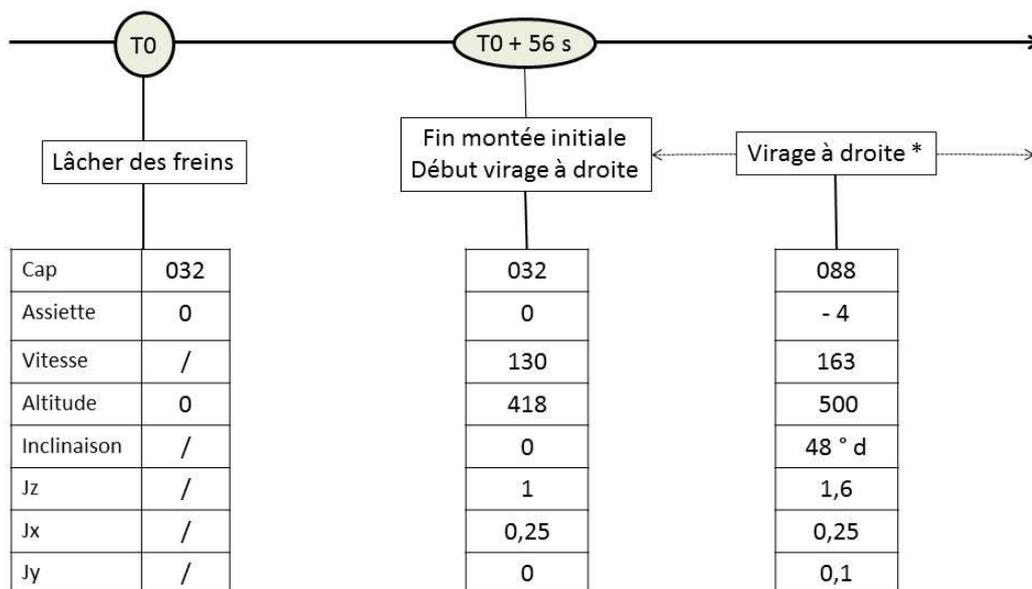
l'horizon (action à cabrer) et négative lorsqu'il se situe sous l'horizon (action à piquer).

- Altitude : élévation verticale de l'aéronef par rapport à une référence sol. En aéronautique elle s'exprime en pieds.
- Inclinaison : angle entre l'axe vertical de l'aéronef et la référence d'horizon. En fonction du sens du virage elle est dite droite (virage à droite) ou gauche (virage à gauche).
- Jz : accélération verticale (négative vers le bas, positive vers le haut).
- Jx : accélération longitudinale (négative vers l'arrière, positive vers l'avant).
- Jy : accélération latérale (négative vers la gauche, positive vers la droite).

2.2.2. Séquence d'événements

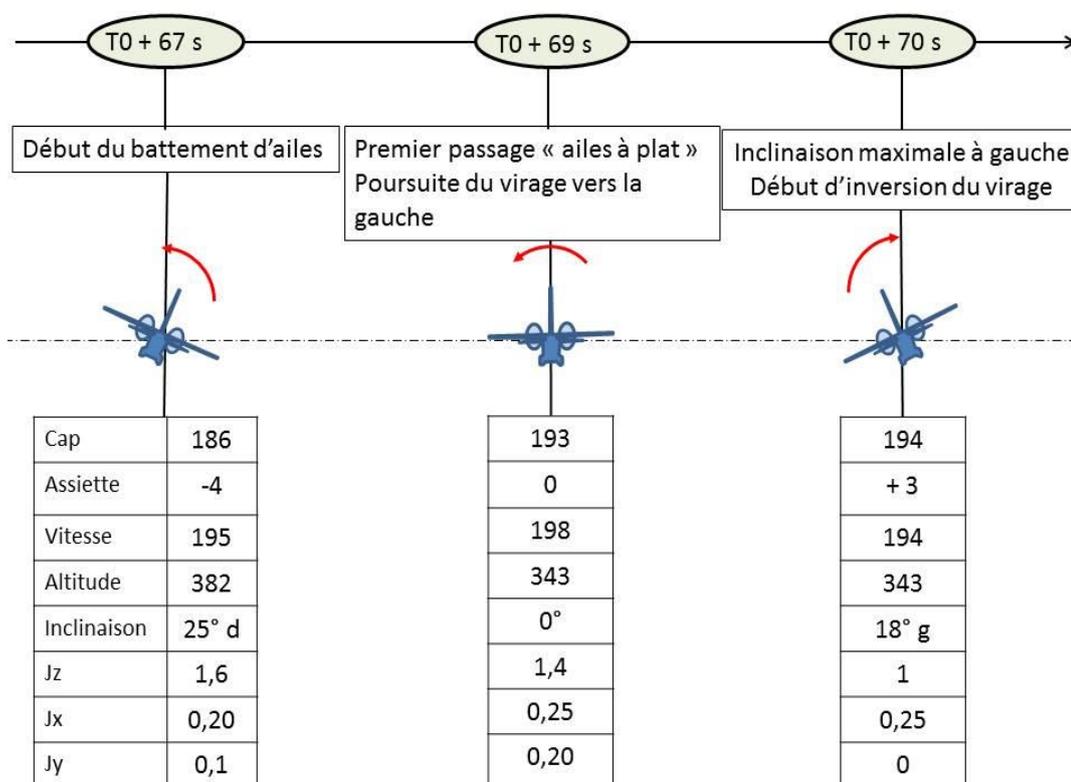


Reconstitution de la trajectoire de l'aéronef du décollage jusqu'à la perte de la trappe

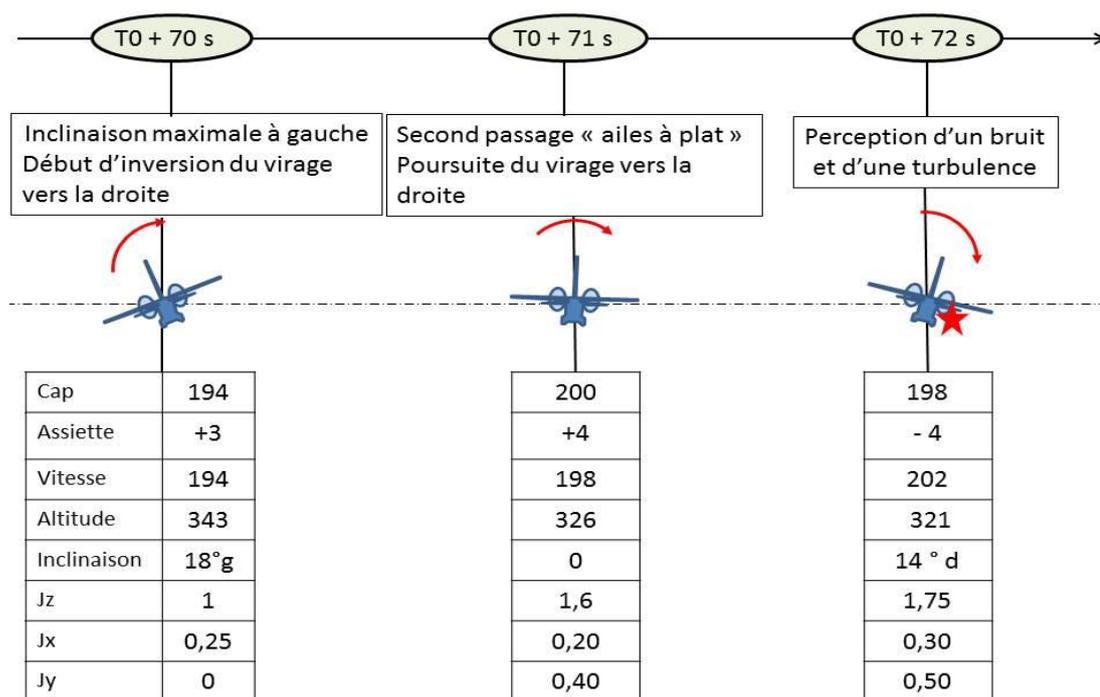


* Valeur des paramètres à l'inclinaison maximale atteinte lors du virage

Paramètres de vol du lâcher des freins au point d'inclinaison maximale durant le virage à droite vers la branche vent arrière



Paramètres de vol du début de la manœuvre de battement d'ailes au premier passage « ailes à plat » en virage vers la gauche, lors de l'inclinaison maximale à gauche et au début de l'inversion du virage vers la droite.



Paramètres de vol lors de la manœuvre de battement d'ailes, du début de l'inversion du virage vers la droite, au second passage « ailes à plat » et lors de la perception du bruit et de la turbulence.

La séquence comprise entre le début de la manœuvre de battement d'ailes et la perception par l'équipage d'un bruit et d'une turbulence dure 5 secondes.

Au cours des 3 premières secondes de la manœuvre de battement d'ailes, l'inclinaison de l'aéronef varie de 25° droite jusqu'à 18° gauche, la vitesse indiquée est de 195 kt, l'assiette évolue de 4 degrés à piquer à 3° à cabrer. Cette première partie de la manœuvre de battement d'ailes est effectuée sous une accélération latérale droite puis gauche. Le facteur de charge varie de 1,6 g à 1 g.

Durant les 2 secondes suivantes, l'inclinaison de l'aéronef varie de 18° gauche jusqu'à 14° droite, la vitesse indiquée augmente de 194 kt à 202 kt, l'assiette évolue de 3° à cabrer jusqu'à 4° à piquer. Cette seconde partie de la manœuvre de battement d'ailes est effectuée avec une accélération latérale qui varie de 0 g à 0,50 g droite et sous un facteur de charge positif qui augmente de 1g à 1,75 g.

L'arrachement de la porte de carénage du train d'atterrissage se produit à T0 + 72 s au cours d'une accélération latérale vers la gauche (angle de dérapage négatif) et sous un facteur de charge positif de 1,75 g. A cet instant, la vitesse relative vient de la gauche du pilote. La pression dynamique appliquée dans la partie intérieure droite de la porte de carénage du train d'atterrissage la déforme vers l'extérieur.

Les doigts de verrouillage avant sortent en force de leur ferrure de fixation ce qui permet au vent relatif de soulever la partie avant de la porte de carénage. Cette dernière subit un effort de l'avant vers l'arrière et du bas vers le haut provoquant le déboîtement des points de verrouillage arrière puis la rupture de la fixation centrale. Sous l'effet du vent relatif, la porte est projetée vers le volet hypersustentateur puis heurte la cellule et le plan fixe arrière. La porte se déchire en deux parties selon son axe central.

2.3. Recherche des causes de l'incident

2.3.1. Causes environnementales

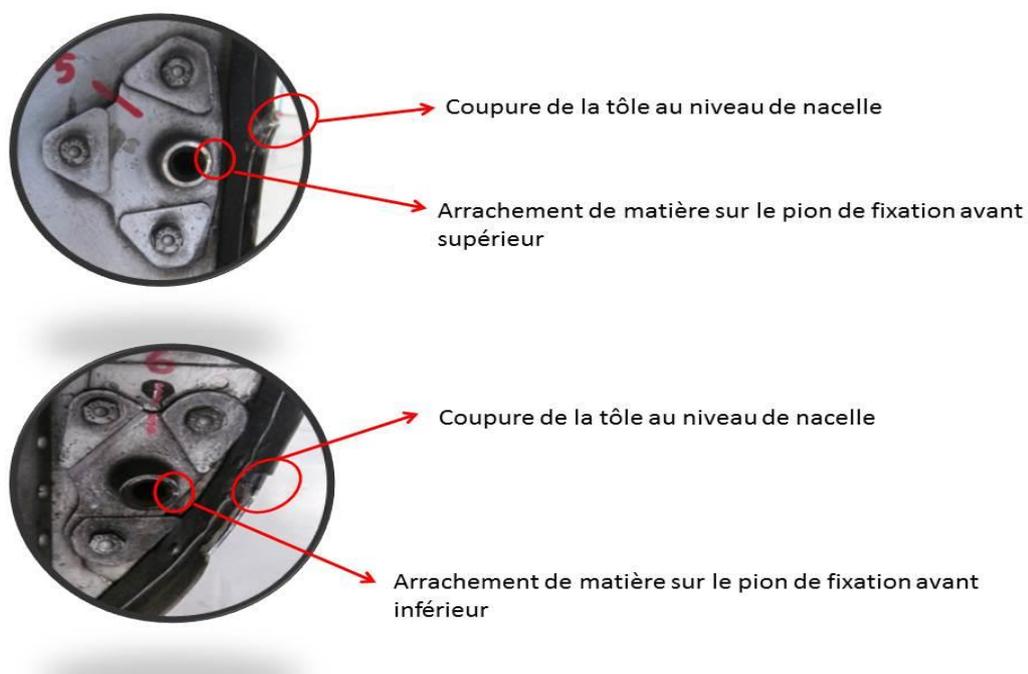
Les conditions météorologiques étaient compatibles avec ce type de vol.

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

2.3.2. Défaut de verrouillage de la porte avant le roulage

Les images extraites des vidéos effectuées lors de la séquence de mise en route confirment que le dispositif de verrouillage de la porte de carénage du train d'atterrissage droit était en position fermée avant que l'aéronef ne débute le roulage.

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.



Vue des coupures de la tôle de carénage de la nacelle et des arrachements de matière sur les pions de fixation avant de la porte de carénage du train d'atterrissage principal droit

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

2.3.3. Résultats des expertises techniques

Les examens réalisés montrent que les dispositifs de fermeture et le levier de support central sont rompus en statique sous une contrainte de flexion, torsion et traction. Il n'est pas constaté de trace d'endommagement préalable (fatigue, corrosion...).

Le levier de support central a subi une déformation de l'avant vers l'arrière et du bas vers le haut.

Au cours d'une accélération latérale vers la gauche (angle de dérapage négatif) et sous un facteur de charge positif de 1,75 g, la pression dynamique appliquée dans la partie intérieure droite de la porte de carénage du train d'atterrissage déforme cette porte vers l'extérieur. A cet instant, la vitesse relative vient de la gauche du pilote.

Les doigts de verrouillage avant sortent en force de leur ferrure de fixation ce qui permet au vent relatif de soulever la partie avant de la porte de carénage. Cette dernière subit un effort de l'avant vers l'arrière et du bas vers le haut provoquant le déboîtement des points de verrouillage arrière puis la rupture de la fixation centrale. Sous l'effet du vent relatif, la porte est projetée vers le volet hypersustentateur puis heurte la cellule et le plan fixe arrière. La porte se déchire en deux parties selon son axe central.

La porte de carénage du train d'atterrissage principal droit s'est arrachée au cours d'une évolution de l'aéronef (manœuvre de battement d'ailes) sous vol dissymétrique.

3. CONCLUSION

L'incident est la perte de la porte de carénage du train d'atterrissage principal droit au cours d'une évolution de l'aéronef (battement d'ailes) sous vol dissymétrique.

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

Après le décollage de l'atoll d'Anaa, le CDB effectue deux passages à la verticale des installations. Au cours du premier passage, le PF effectue un battement d'ailes. Cette manœuvre comporte une accélération latérale.

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

L'équipage ressent une turbulence aérodynamique et perçoit un bruit. L'équipage interprète ce bruit comme la chute d'un objet dans la soute et poursuit son évolution.

En montée vers l'altitude de croisière pour rallier Tahiti, le PF ressent des vibrations. Il stabilise la vitesse de l'aéronef. Le mécanicien navigant effectue une inspection dans la soute et constate l'endommagement du volet.

L'équipage décide de poursuivre sa route vers l'aéroport de Tahiti. Il rencontre des difficultés pour établir la liaison radio en HF avec les services du contrôle. Il parvient à établir un contact en VHF, les informe de sa situation et de ses intentions.

Le PF effectue un atterrissage sans volet sur la piste de Tahiti Faa'a et rallie le parking militaire.

Des pertes en vol de la porte de carénage du train d'atterrissage principal se sont déjà produites sur Casa lors d'évolutions en vol dissymétrique sous accélération latérale.

3.2. Causes de l'événement

La cause de la perte en vol de la porte de carénage du train d'atterrissage principal droit est due à la déformation de la porte lors d'une évolution sous accélération latérale sur **un aéronef qui n'a pas subi la modification technique recommandée par le constructeur**. Cette modification est relative au renforcement du système de fermeture de la porte de carénage du train d'atterrissage principal et à l'ajout d'un verrou supplémentaire.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

La porte a été arrachée sur un aéronef non modifié lors d'une évolution comprenant une accélération latérale.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air :

- d'étudier la mise en œuvre du renforcement de la porte de carénage du train principal et l'ajout d'un verrou supplémentaire objet du SB -235-52-61 M en date du 29 octobre 1996 sur l'ensemble du parc Casa ;**
- de mettre en place une politique de suivi du vieillissement des systèmes de verrouillage des portes de carénage du train principal sur Casa.**

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

Le CDB rencontre des difficultés pour établir un contact radio en HF avec le service du contrôle aérien. Il parvient à joindre le service du contrôle en VHF. L'émission du message d'urgence a été retardée.

Les équipages de l'ET 00.082 rencontrent régulièrement des difficultés pour établir les contacts HF.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air d'étudier la mise à niveau du système radio HF des Casa affectés en Polynésie française.