



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-M-2014-017-I

Date de l'événement	22 septembre 2014
Lieu	Presqu'île de Crozon (29)
Type d'appareil	CAP 10M
Immatriculation	F-YSDD - N° 212
Organisme	Marine nationale
Unité	Ecole d'initiation au pilotage et escadrille 50 S

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 : marine nationale

Photos :

- Pages 8, 14 : BEAD-air
- Pages 9, 13 : marine nationale

Illustrations :

- Pages 8, 16, 20, 21, 22, 23 : BEAD-air

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	10
1.4. Autres dommages	10
1.5. Renseignements sur le personnel	10
1.6. Renseignements sur l'aéronef	11
1.7. Conditions météorologiques	12
1.8. Aides à la navigation	12
1.9. Télécommunications	13
1.10. Renseignements sur l'aérodrome de Lanvéoc-Poulmic	13
1.11. Enregistreurs de bord	13
1.12. Renseignements sur l'aéronef	14
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	14
1.14. Incendie	15
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	15
1.16. Essais et recherches	15
1.17. Renseignements sur les organismes	15
1.18. Renseignements supplémentaires	16
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	18
2. Analyse	19
2.1. Expertise	19
2.2. Séquence de l'événement	19
2.3. Recherches des causes de l'incident	24
3. Conclusion	29
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement	29
3.2. Causes de l'événement	29
4. Recommandations de sécurité	31
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	31
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	32

GLOSSAIRE

ALAVIA : commandement de la force de l'aéronautique navale

BAN : base de l'aéronautique navale

DGA : direction générale de l'armement

EASA : *European aviation Safety agency* (agence européenne de la sécurité aérienne)

EIP/50S : école d'initiation au pilotage et escadrille 50S

EPI : enquêteur de premières informations

ft *feet* = pied - 1 ft = 0,33 m

kt *knot* = nœud – 1 kt = 1,852 km/h

SYNOPSIS

Date de l'événement : lundi 22 septembre 2014
Lieu de l'événement : Presqu'île de Crozon (29)
Organisme : marine nationale
Commandement organique : commandement de la force de l'aéronautique navale (ALAVIA)
Unité: Ecole d'initiation au pilotage et escadrille 50S (EIP/50S)
Aéronef : Cap 10M
Nature du vol : vol d'évaluation
Nombre de personnes à bord : 2

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Dans le cadre de l'évaluation en vol des élèves officiers de l'école navale, un CAP 10M décolle de la base d'aéronautique navale de Lanvéoc-Poulmic (BAN Lanvéoc) pour une séance comprenant de la voltige.

Le stagiaire ne réalise pas correctement l'exercice de vrille prévu. Le moniteur reprend les commandes et constate que les accéléromètres affichent un facteur de charge de $8,8 g^1$.

Il se pose sur la BAN de Lanvéoc.

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

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un directeur d'enquête adjoint du BEAD-air.
- Un enquêteur de première information (EPI).
- Un officier pilote ayant une expertise sur CAP 10M.
- Un officier-marinier mécanicien ayant une expertise sur CAP 10M.
- Un médecin du personnel navigant.

Autres experts consultés

- Direction générale de l'armement - Essais propulseurs (DGA-EP/DAI/RESEDA)

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air est prévenu le jeudi 25 septembre 2014 vers 14h00 par le bureau maîtrise des risques aéronautiques de l'état-major ALAVIA.

Un EPI de la BAN Lanvéoc a procédé aux premières constatations sur le site de l'événement le vendredi 26 septembre.

Le directeur d'enquête et le directeur adjoint ont rejoint la BAN Lanvéoc le lundi 29 septembre.

¹ g : unité d'accélération correspondant approximativement à l'accélération de la pesanteur à la surface de la terre.

PAS DE TEXTE

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Contexte du vol

Un stage est organisé au sein de l'EIP 50S dans le cadre de l'évaluation en vol des élèves officiers de l'école navale volontaires pour une spécialisation dans l'aéronautique navale. Le vol est la huitième séance du programme d'évaluation qui en comporte dix. Ce stage a débuté le 1^{er} septembre.

1.1.2. Vol

Indicatif mission : Condor Delta

Type de vol : circulation aérienne militaire

Type de mission : vol d'évaluation – deuxième séance de voltige (VOLT2)

Dernier point de départ : BAN Lanvéoc

Heure de départ : 13h20

Point d'atterrissage prévu : BAN Lanvéoc

1.1.3. Déroulement

1.1.3.1. Préparation du vol

Le briefing est effectué dans la matinée du lundi 22 septembre. Les points clés des exercices sont abordés. Il y a des exercices à restituer et des exercices nouveaux.

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

Vers 13h00, l'équipage se rend à l'avion. A l'issue de la visite avant vol, le moniteur s'installe en place droite et le stagiaire en place gauche.

Le stagiaire effectue le démarrage. La piste en service est la 05. Le vent souffle du 060° avec une vitesse de 12 kt.

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

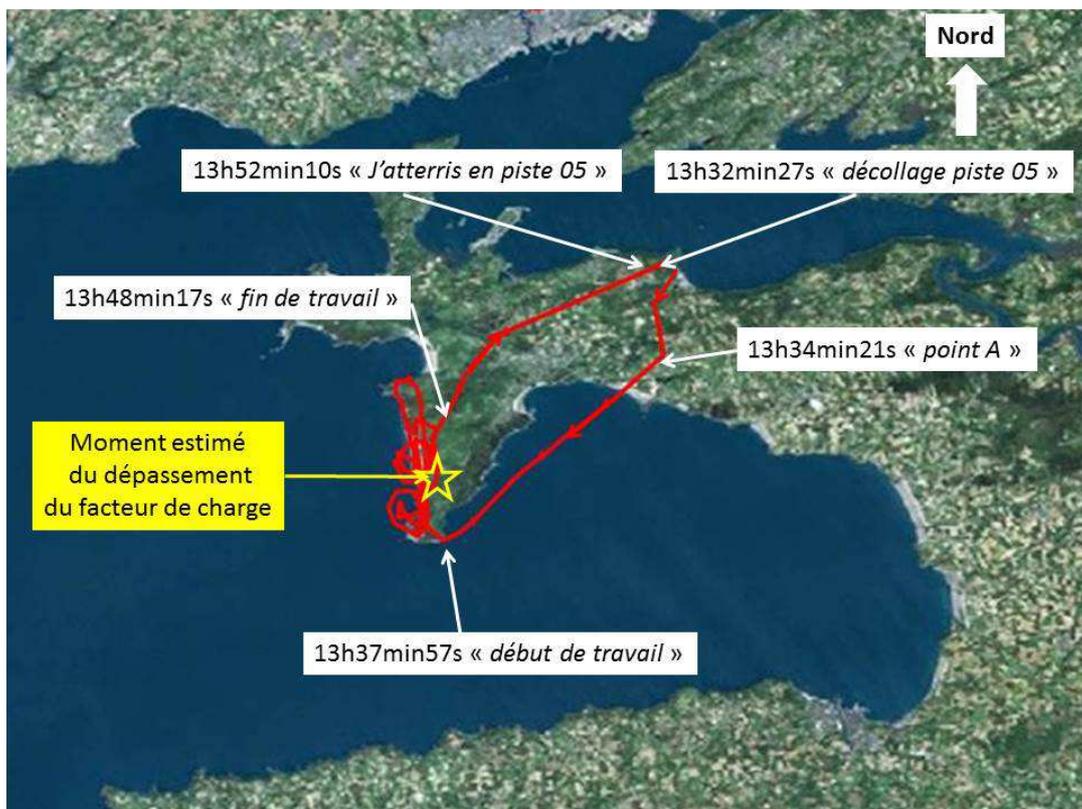
Le décollage a lieu de la piste 05 à 13h32min27s. Passant le point de sortie du circuit d'aérodrome² baptisé « point A », le stagiaire contacte le contrôle d'approche de Lanvéoc et poursuit sa trajectoire en montée vers 5 000 ft. A 13h37min57s, le stagiaire annonce le début de travail sur l'axe « La Palue ». Il réalise un virage à 45° d'inclinaison puis un virage à 60° d'inclinaison. Il ne parvient pas à mener cet exercice à terme. Il demande à le recommencer ce que lui accorde le moniteur. Le second virage à 60° est alors réalisé. Le stagiaire débute ensuite l'exercice de vrille. Il effectue un virage de 360 degrés par la droite au cours duquel il réduit les gaz.

Lorsque la vitesse atteint 100 km/h, il enfonce la pédale gauche du palonnier en butée en maintenant le manche « secteur arrière ». L'aéronef s'incline à gauche.

² Circuit d'aérodrome : Trajectoire que doit suivre un avion en vol-à-vue aux abords d'un aérodrome pour décoller et atterrir dans des conditions normales de sécurité.

Le nez de l'avion passant sous l'horizon, le stagiaire pousse la profondeur sur l'avant. Le moniteur constate cette action et laisse le stagiaire poursuivre l'exercice afin d'observer ses réactions. L'avion accélère fortement et se stabilise trois quart dos sans action corrective du stagiaire. Voyant la vitesse approcher les 300 km/h, le moniteur décide de reprendre les commandes. Il annonce « j'ai les commandes », cependant le stagiaire ne réagit pas et reste crispé sur celles-ci empêchant toute manœuvre de l'aéronef. Le moniteur répète « j'ai les commandes » et finalement le stagiaire rend les commandes. Le moniteur stabilise l'avion en palier à 3 500 ft.

Le moniteur constate que les accéléromètres affichent un facteur de charge de 8,8 g. Il annule la mission et met le cap sur la BAN Lanvéoc. Il se pose en longue finale sans sortir les volets vers 13h52min10s puis rallie le parking de l'EIP/50S.



Reconstitution de la trajectoire du CAP 10 effectuée à partir des enregistrements radio et des images radar

1.1.4. Localisation

- Lieu : Axe de voltige « la Palue »
 - pays : France
 - département : Finistère (29)
 - commune : Crozon
 - coordonnées géographiques :
 - Nord 48°47'57''
 - Ouest 56°07'51''
 - hauteur / altitude du lieu de l'événement : entre 5 000 ft et 3 000 ft
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : BAN Lanvéoc



Vue aérienne de l'axe de voltige « la Palue »

1.2. Tués et blessés

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

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
CAP 10M n° 212			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 : 38 ans
- Unité d'affectation : EIP/50S
 - fonction dans l'unité : officier de sécurité aérienne (OSA)
- Formation :
 - qualification : moniteur confirmé (MC)
 - année de sortie d'école : 2000
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont CAP 10M	sur tous types	dont CAP 10M	sur tous types	dont CAP 10M
Total (h)	3 040	192	88	79	16	15
Dont nuit	363	0	0	0	0	0
Dont VSV	327	0	0	0	0	0

- Date du dernier vol comme pilote : 22 septembre 2014
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 22 septembre 2014
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte jaune sur super étendard modernisé (SEM)
 - date d'expiration : 28 février 2015

1.5.1.2. Stagiaire

- Age : 23 ans
- Unité d'affectation : Ecole navale
- Heures de vol comme stagiaire :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont CAP 10M	sur tous types	dont CAP 10M	sur tous types	dont CAP 10M
Total (h)	18	10	10	10	10	10
Dont nuit	0	0	0	0	0	0
Dont VSV	0	0	0	0	0	0

- Date du dernier vol comme pilote : 22 septembre 2014
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 22 septembre 2014

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : marine nationale
- Commandement organique d'appartenance : commandement de la force de l'aéronautique navale
- Base aérienne de stationnement : BAN Lanvéoc-Poulmic
- Unité d'affectation : EIP/50S
- Type d'aéronef : CAP 10M
 - configuration : réservoir arrière vide
- Caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	CAP 10M	212	4 905	GV ³ : 338.9
Moteur	Lycoming AEIO360B2F	L20833-51A	71	RG ⁴ : 68

³ GV : grande visite.

⁴ RG : révision générale.

1.6.1. Maintenance

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

1.6.2. Masse et centrage

La masse à la prise en compte de l'aéronef par le CA est de 799 kg. Le centrage est dans les normes.

1.6.3. Carburant

- Type de carburant utilisé : essence aviation de type 100 LL
- Quantité de carburant au décollage : 60 litres
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 41 litres

1.6.4. Autres fluides

- Huile hydraulique de type Air 3515

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions

Les conditions météorologiques issues du message TAF⁵ de l'aérodrome de Lanvéoc-Poulmic sont :

- vent du 080° pour 7 kt ;
- visibilité supérieure à 10 km ;
- pas de présence de nuage ;
- pression au niveau de la mer : 1 025 hectopascal (hPa) ;
- température : 18 °C.

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

⁵ TAF : message de prévision météorologique d'aérodrome.

1.9. Télécommunications

Au moment de l'événement, l'équipage veille la fréquence Lanvéoc approche sur 120.6 Mhz. Lors du transit vers la piste, il contacte la fréquence Lanvéoc tour pour l'atterrissage.

1.10. Renseignements sur l'aérodrome de Lanvéoc-Poulmic

La base de Lanvéoc-Poulmic dispose d'une piste principale bitumée d'une longueur de 1 120 mètres et d'une largeur de 40 mètres orientée au 050° / 230° et d'une piste en herbe de 650 mètres de long et de 54 mètres de large orientée au 130° / 310°.

La piste bitumée dispose d'un dispositif lumineux d'approche et d'un balisage lumineux de piste. Le niveau SSLIA (service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs sur les aérodromes) est de 4⁶.

Cette plateforme n'est pas ouverte à la circulation aérienne publique.



Vue aérienne de la base de Lanvéoc Poulmic

1.11. Enregistreurs de bord

L'appareil n'est pas équipé d'enregistreur de communications et de paramètres de vol.

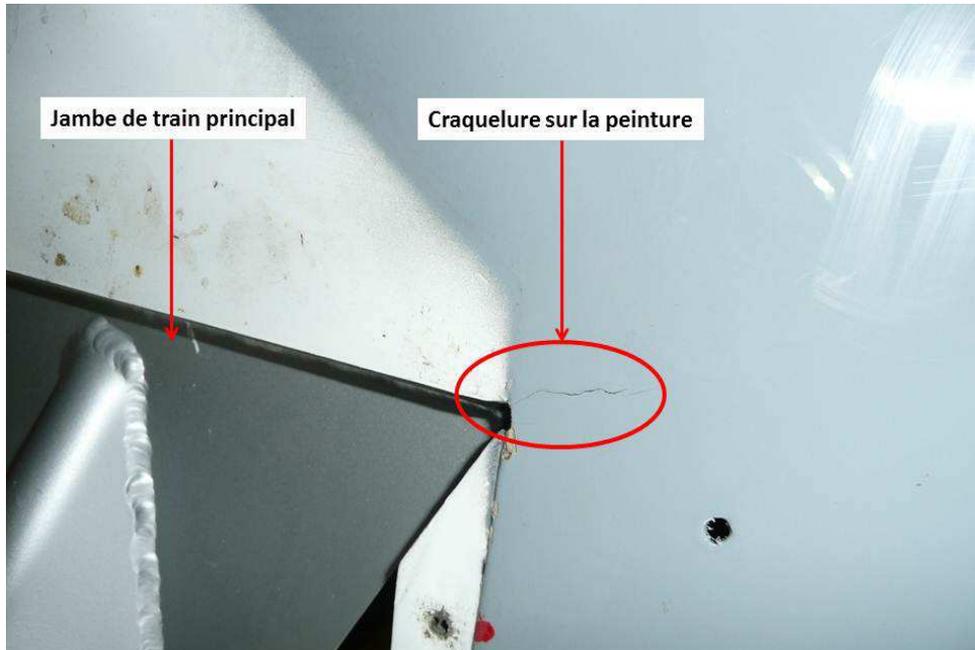
Il dispose d'un accéléromètre digital électronique (PGM 1212) dont les données ont complètes exploitées chez DGA/EP.

⁶ Niveau SSLIA 4 : Niveau de sécurité incendie constitué au minimum d'un véhicule d'intervention disposant d'une quantité d'eau de 2 400 litres et de 135 kg de poudre, armé par 2 pompiers d'aérodrome.

1.12. Renseignements sur l'aéronef

L'aéronef présente une craquelure de la peinture et de la toile sur chaque intrados d'aile au niveau de la fixation de la jambe de train.

Deux tasseaux de fixation de la goulotte pied de manche situés dans la zone interne de la cabine de pilotage sont cassés.



Craquelure de la peinture et de la toile sur l'intrados de l'aile au niveau de la fixation de la jambe de train

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1. Membres d'équipage

1.13.1.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : visite semestrielle personnel navigant
 - date : 17 septembre 2014
 - résultat : apte pilote groupe 1
 - validité : six mois
- Dernier CEMPN (centre d'expertise médicale du personnel navigant)
 - date : 26 février 2014
 - résultat : apte pilote groupe 1
 - validité : soixante mois
- Examens biologiques : sans objet
- Blessures : sans objet

1.13.1.2. Stagiaire

- Dernier examen médical :
 - type : visite médicale périodique
 - date : 05 juillet 2013
 - résultat : apte sans restriction
 - validité : vingt-quatre mois
- Dernier CEMPN
 - date : 26 juillet 2014
 - résultat : apte classe 1
 - validité : douze mois
- Examens biologiques : sans objet
- Blessures : sans objet

1.14. Incendie

Sans objet

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

Le moniteur s'est présenté pour un atterrissage en longue finale sur la piste 05 sans demander d'assistance. Une fois l'aéronef posé, il a rallié le parking de l'unité.

1.16. Essais et recherches

Sans objet

1.17. Renseignements sur les organismes

L'EIP est implantée sur la BAN de Lanvéoc Poulmic. Elle est colocalisée avec l'Escadrille 50S qui met à sa disposition sept CAP 10M et trois Cirrus SR 20.

L'école évalue et sélectionne le personnel désireux de devenir pilote dans l'aéronautique navale. Elle assure par la suite la formation aéronautique initiale des spécialités du personnel navigant.

Onze pilotes instructeurs issus des trois composantes de l'aéronautique navale (chasse, multi moteurs, hélicoptère) y sont affectés.

Depuis 2013, la maintenance des aéronefs affectés à l'escadrille 50S est confiée à la société CASSIDIAN.

1.18. Renseignements supplémentaires

1.18.1. Programme de la séance VOLT 2

La séance VOLT 2 comprend l'étude du retournement, du huit cubain ainsi que l'enchaînement de plusieurs figures de voltige élémentaires (retournement, boucle et huit cubain). Le stagiaire doit restituer la boucle, la vrille ainsi que les sorties de cabré et de piqué. Le moniteur doit s'attacher à évaluer la capacité d'orientation dans l'espace, la psychomotricité, l'endurance et la cohérence des réactions du stagiaire.

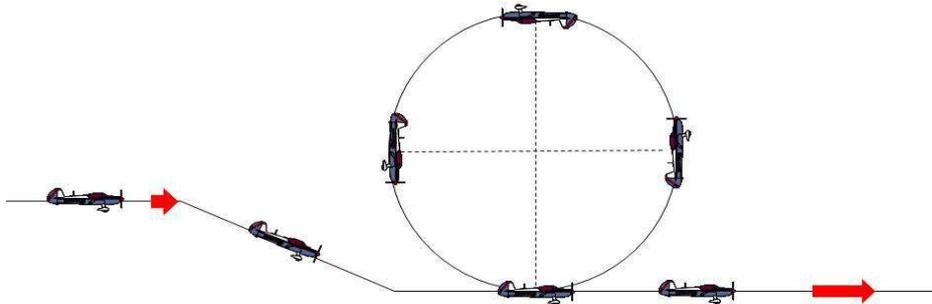


Figure décrivant la trajectoire dans le plan vertical effectuée lors de la réalisation d'une boucle

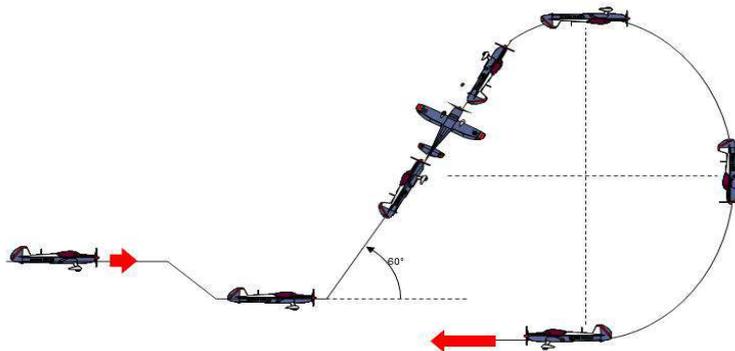


Figure représentant la trajectoire dans le plan vertical suivie lors de la réalisation d'un retournement

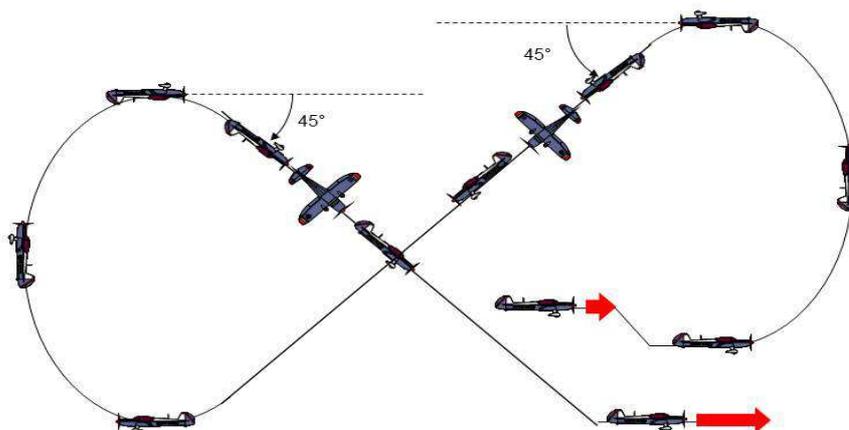


Figure représentant les évolutions dans le plan vertical suivies lors de la réalisation d'un huit cubain

1.18.2. Evolution de l'appellation du CAP 10

L'application de la modification (service bulletin n° 000302 APEX *Aircraft* du 19 avril 2002) permettant le passage de la voilure bois à une voilure bois-carbone a entraîné une nouvelle dénomination commerciale des CAP 10B en CAP 10C.

Compte tenu des différences entre le CAP 10 équipé d'origine avec une voilure carbone et le CAP 10B modifié et afin d'éviter toute confusion de standard, la marine nationale a décidé d'adopter la dénomination de CAP 10M⁷ « CAP 10 marine » pour sa flotte de CAP 10 (décision n° 0-2805-2014/DEF/EMPM/BPROG/NP du 10 mars 2014).

1.18.3. Certificat de type civil du CAP 10

L'EASA (*European Aviation Safety Agency*) a délivré le premier certificat de type relatif au CAP 10 référencé : EASA.A.370 issue 01 le 28 mars 2008. Ce document a fait l'objet de plusieurs évolutions. La version actuellement en vigueur est : EASA.A 370 issue 05 du 13 mars 2014.

Les différentes versions du certificat font référence à la norme CS-23 qui définit en fonction de la masse au décollage de l'aéronef, deux catégories de classe d'usage : la catégorie A (acrobatique) et la catégorie U (utilitaire).

En catégorie A, toutes les figures de voltige et les vrilles sont autorisées.

En catégorie U, seules les évolutions allant jusqu'à des angles en roulis de 90° hors figures acrobatiques sont permises. La vrille est autorisée.

Les changements de classe d'usage au cours d'un vol ne sont pas permis.

1.18.4. Certificat de type défense du CAP 10

La DGA, autorité technique, a édité un certificat de type défense relatif au CAP 10 référencé sous le numéro 027 DGA du 7 octobre 2009. Ce document se réfère aux mêmes normes que celles utilisées par l'EASA.

1.18.5. Limitations du CAP 10

Le manuel de vol édité par le constructeur du CAP10 (document 4EXN021 / édition du 30 août 2010 à jours de la révision n°1) est le document utilisé par la marine. Il définit les limitations suivantes :

catégorie A : masse maximale au décollage : 780 kg ;
 masse maximale à l'atterrissage : 780 kg ;
 facteurs de charge à la masse maximale de la classe d'usage A : +6g à -4,5g.

catégorie U : masse maximale au décollage : 830 kg
 masse maximale à l'atterrissage : 800 kg
 facteurs de charge à la masse maximale de la classe d'usage U : +4,4g à -1,8g

Ce document est plus restrictif que la norme CS-23 car il interdit la pratique de la vrille en catégorie U.

⁷ CAP 10M : Version d'aéronef se situant entre le CAP 10B et le CAP 10C. Le CAP 10M est un CAP 10B ayant uniquement subi la transformation de la voilure bois en voilure bois - carbone.

1.18.6. Instruction permanente sécurité du CAP 10M (version du 01 avril 2014)

Cette instruction validée par ALAVIA précise les principales règles à appliquer pour la mise en œuvre des CAP 10M. Elle se réfère au manuel de vol en vigueur et définit les éléments non édités dans ce dernier ou les restrictions particulières de l'exploitant.

A ce titre :

- elle recommande une plage de facteur de charge comprise entre + 5 g et – 3 g dans le cadre de l'instruction sur CAP 10M ;
- elle précise que dans la force d'aéronautique navale la catégorie d'utilisation du CAP 10M n'est pas fixée selon la masse au décollage, mais en fonction de la masse instantanée de l'aéronef ;
- elle définit les deux catégories de classe d'usage en exploitation :
 - catégorie A : école de voltige aérienne, école de début, pilotage de perfectionnement. Réservoir arrière vide ;
 - catégorie U : convoyage ou voyage. Deux réservoirs pleins et 40 kg de bagage.
- elle fixe la masse de la catégorie A à 760 kg pour l'atterrissage et le décollage.

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Sans objet.

2. ANALYSE

L'événement est un dépassement du facteur de charge au cours d'un exercice de vrille. Il est à noter que lors de l'événement, la masse instantanée de l'aéronef est supérieure à 780 kg.

L'analyse qui suit se décompose en trois parties. La première résume les résultats de l'expertise de l'accéléromètre digital et des investigations menées sur l'aéronef. La seconde a pour objet de reconstituer le scénario probable de l'événement. La troisième consiste à identifier les causes possibles de cet incident.

2.1. Expertise

2.1.1. Expertise de l'accéléromètre digital électronique de type PGM 1212.

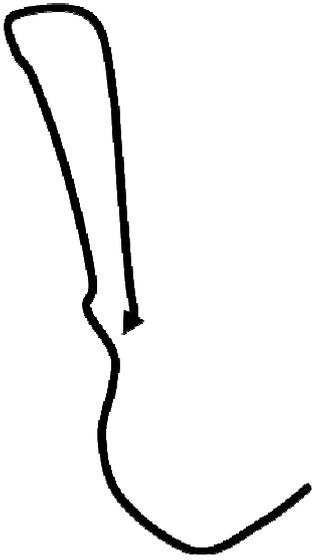
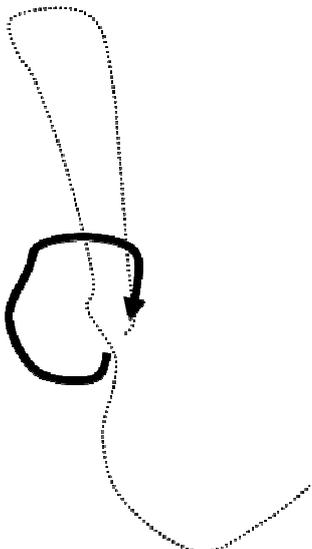
Cet équipement a été analysé dans le laboratoire de DGA-EP/DAI/RESEDA. Cette analyse confirme la valeur d'accélération de 8,8 g subie par l'aéronef.

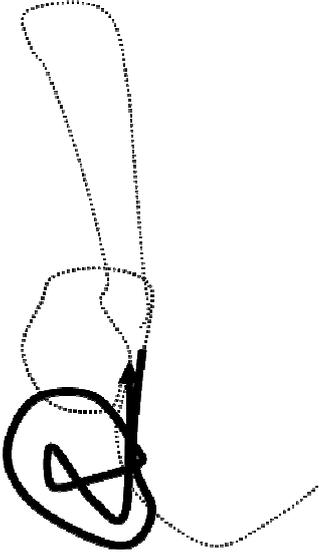
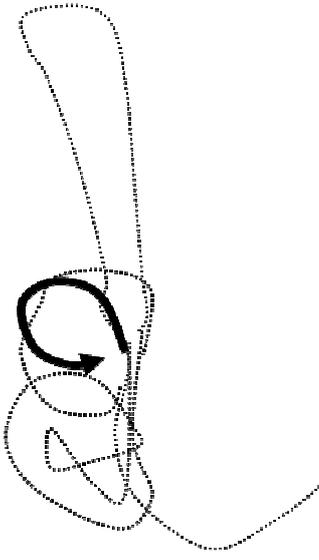
2.1.2. Résultats des investigations techniques menées sur l'aéronef

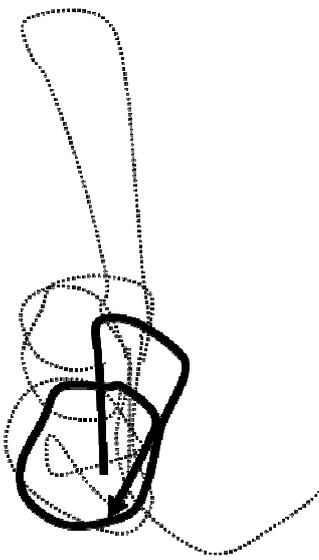
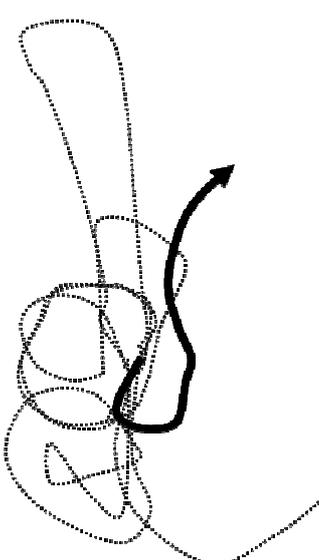
Les investigations techniques effectuées sur l'aéronef suite à un dépassement de facteur de charge ont été effectuées par les techniciens de la société Cassidian qui assure le suivi technique des aéronefs. Un compte rendu de fait technique (CRFT) a été rédigé. Il confirme la présence de craquelures légères sur la toile sur l'intrados et la découverte de deux tasseaux de fixation de la goulotte pieds de manche situés en zone interne de la cabine partiellement cassés. Les contrôles réalisés sur les ferrures de fixation du bâti moteur, la commande d'aileron tube de renvoi central, la zone de fuselage interne, les zones internes de la voilure et les caissons de trains principaux ne font apparaître aucun endommagement.

2.2. Séquence de l'événement

L'analyse des communications radio, de la trajectographie radar et des entretiens avec les membres d'équipage permettent de définir la séquence probable d'événement suivante.

<p>De 13h37min57s à 13h40min44s</p>	<p>Le CAP 10M arrive sur son axe de voltige et annonce le début de travail Le stagiaire effectue la reconnaissance de l'axe de travail, réalise les actions vitales avant voltige et compense l'aéronef pour une vitesse de 200 km/h.</p> 
<p>Vers 13h41min34s</p>	<p>Le stagiaire débute un virage à 45 degrés d'inclinaison par la droite</p> 

Vers 13h42min24s	<p>Le stagiaire réalise un virage à 60 degrés d'inclinaison par la droite. Il ne réussit pas cet exercice, interrompt la manœuvre et demande à recommencer l'exercice</p>  <p>The diagram shows a vertical dotted line representing the intended path. A solid line starts at the bottom, loops to the right, then back to the left, and finally loops back to the right, ending with a tail that points to the right. This indicates a right-hand turn maneuver that was not completed as intended.</p>
Vers 13h44min14s	<p>Le stagiaire effectue un second virage à 60 degrés d'inclinaison par la gauche.</p>  <p>The diagram shows a vertical dotted line representing the intended path. A solid line starts at the bottom, loops to the left, then back to the right, and finally loops back to the left, ending with a tail that points to the right. This indicates a left-hand turn maneuver.</p>

<p>Vers 13h46min34s</p>	<p>Le stagiaire se présente pour l'exercice de vrille. Pour cela il effectue un virage de sécurité par la droite. Au milieu du virage il réduit sa vitesse.</p> 
<p>Entre 13h46min34s et 13h48min17s</p>	<p>En sortie de virage, il attend d'atteindre une vitesse de 100 km/h pour effectuer la mise en vrille par la gauche.</p> <p>Le stagiaire enfonce le palonnier plein gauche et applique du manche sur l'avant. L'avion s'incline, se stabilise trois quart dos et accélère. Le moniteur parvient à reprendre les commandes après deux annonces alors que la vitesse dépasse les 300 km/h. Il effectue une ressource et retrouve le vol rectiligne. Au cours de cette manœuvre, il atteint une accélération de 8,8 g.</p> <p>Il interrompt la mission et se dirige vers la BAN de Lanvéoc.</p> 

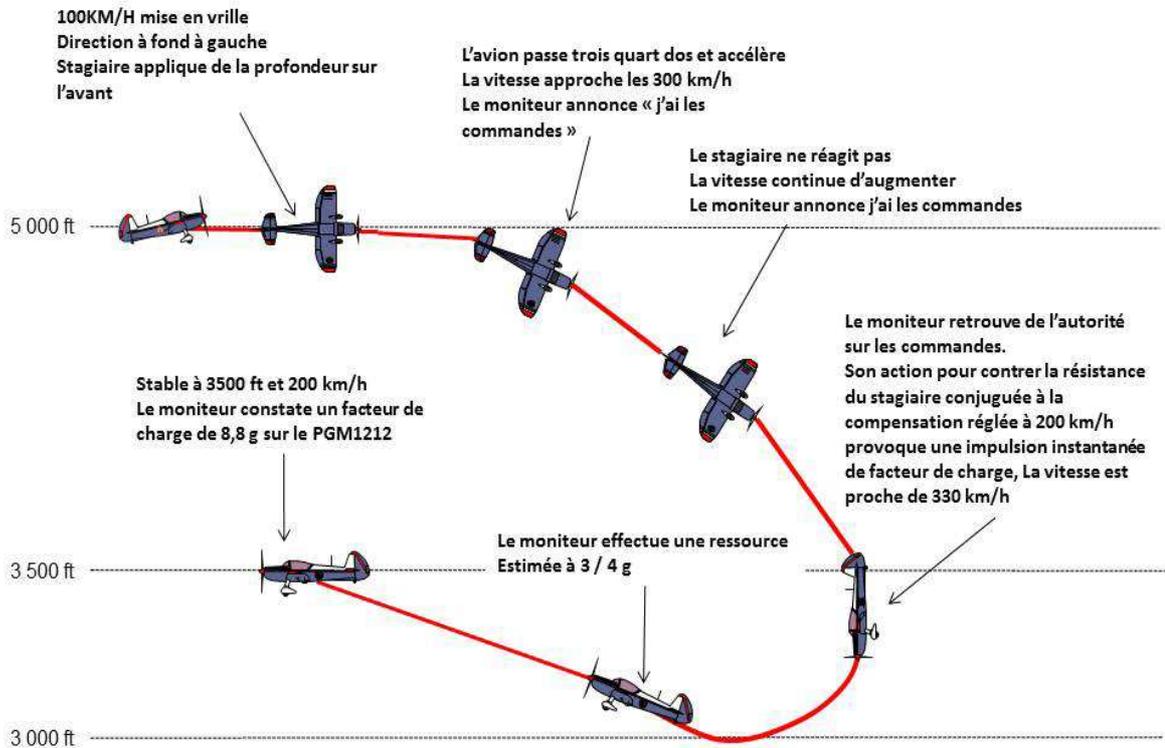


Figure de la séquence probable d'événement

13h48min17s	Le CAP 10M s'annonce en fin de travail
13h51min18s	Le CAP 10M s'annonce en longue finale piste 05
13h52min10s	Le CAP 10M est autorisé à l'atterrissage en piste 05
13h53min16s	Le CAP 10M annonce avoir libéré la piste principale
13h54min 05s	Le CAP 10M quitte la fréquence

2.3. Recherches des causes de l'incident

2.3.1. Causes environnementales

Les conditions météorologiques étaient compatibles pour ce type de vol.

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

2.3.2. Fonctionnement des commandes de vol

Les essais effectués au sol mettent en évidence l'absence d'anomalie dans les commandes de vol.

Aucune défaillance technique n'est à l'origine de cet incident.

2.3.3. Domaine relevant des facteurs humains et organisationnels

2.3.3.1. Actes non sûrs

Erreurs fondées sur l'habileté : omission de la bonne technique par le stagiaire

Le stagiaire se présente pour l'exercice de vrille. Pour cela, il choisit un repère sur le sol puis effectue un virage de sécurité de 360 degrés par la droite. A mi-virage, il réduit la puissance. Lorsqu'il se retrouve face à son repère et atteint une vitesse de 100 km/h, il maintient le manche « secteur arrière », enfonce le palonnier plein gauche et applique du manche sur l'avant au lieu de le positionner « plein arrière ».

Le stagiaire commet deux erreurs :

- inversion de sens de rotation entre le virage de sécurité et la mise en vrille ;
- inversion du sens d'application du manche.

- Inversion du sens de rotation entre le virage de sécurité et la mise en vrille.

Par conception, le CAP 10, lorsque son moteur est plein réduit, a un mouvement en lacet vers la droite. Dès que le moteur est mis en puissance, le souffle hélicoïdal de l'hélice annule ce mouvement. L'exercice de vrille se faisant moteur plein réduit, la construction de l'aéronef facilite la sortie de vrille lorsque cette dernière est réalisée par la gauche.

Le virage de sécurité s'effectue dans le même sens de rotation que la vrille pour vérifier l'absence de danger entre le point de début de vrille et de fin vrille.

Lors du vol précédent, le stagiaire a étudié l'exercice de vrille et a correctement effectué la restitution.

Il est probable que le stagiaire a oublié les enseignements acquis au cours de la séance précédente.

- Inversion du sens d'application du manche.

Il n'a pas été décelé chez le stagiaire de troubles de la latéralisation⁸.

Lors de l'exercice de mise en vrille, le stagiaire applique du manche vers l'avant au lieu de positionner le manche vers l'arrière.

L'appréhension de la réalisation de l'exercice de vrille par le stagiaire a probablement entraîné une mauvaise application de la gestuelle.

Erreur de routine : calcul de la masse instantanée de l'aéronef par le moniteur

Lors de la prise en compte de l'aéronef par le moniteur, la masse de l'aéronef est de 799 kg (masse inscrite sur la forme par le moniteur).

A l'issue de l'atterrissage elle est de 783 kg (masse calculée par l'équipe d'enquête lors des investigations sur site).

Sachant que le roulage a été demandé à 13h20 et que la coupure moteur a été autorisée par le contrôle d'aérodrome à 13h54 et qu'il faut environ 1 minute pour démarrer le CAP 10, le temps de fonctionnement du moteur a été de 35 minutes.

La différence entre la masse à la prise en compte de l'aéronef et la masse à l'issue de l'atterrissage est de 16 kg. Le temps de fonctionnement du moteur a été de 35 minutes. La consommation réelle du CAP 10M le jour de l'événement a été de 35 l/h soit 0.5 kg minute.

En tenant compte de cette consommation, la masse du CAP 10M lors du début de l'exercice de vrille était de 787 kg.

L'estimation de la masse de l'aéronef par le moniteur était erronée.

Le moniteur a débuté la séance de voltige alors que la masse instantanée du CAP 10 ne lui permettait pas de se considérer en catégorie A.

Erreur de décision : gestion du risque inappropriée du moniteur

Lorsque le stagiaire met du manche sur l'avant, le moniteur n'arrête pas l'exercice. Il souhaite tester les réactions du stagiaire face à une situation non conforme. L'avion s'incline, se stabilise trois quart dos et accélère rapidement. Lorsque le moniteur décide de reprendre les commandes, il n'y parvient pas. Le stagiaire est crispé sur les commandes. La vitesse continue d'augmenter. Le moniteur craint de dépasser la VNE⁹.

L'action du moniteur pour contrer la résistance du stagiaire provoque une variation instantanée du facteur de charge au moment où le stagiaire lâche les commandes.

⁸ Troubles de la latéralisation : tendance d'un individu à inverser la droite et la gauche.

⁹ VNE : vitesse que l'avion ne doit pas dépasser sous risque d'être détruit, d'être endommagé, de devenir incontrôlable ou plus généralement risquant de compromettre la sécurité du vol.

Possédant une grande expérience en matière de voltige aérienne, confiant en ses capacités, le moniteur pense pouvoir maîtriser entièrement la situation et laisse le stagiaire s'engager dans une situation non désirée. Le moniteur n'imagine pas que sous l'effet du stress, le stagiaire se tétanise sur les commandes. Le moniteur commet une erreur de décision en laissant le stagiaire en phase d'évaluation poursuivre un exercice mal engagé.

La gestion inappropriée du risque par le moniteur a contribué à l'incident.

2.3.3.2. Préconditions

Facteurs comportementaux / pression : génération d'un état de stress chez le stagiaire

La période d'évaluation génère une pression chez les stagiaires. A l'issue de cette phase, ils seront retenus pour une carrière dans l'aéronautique navale ou orientés vers d'autres spécialités de la marine.

Depuis le début de sa phase d'évaluation en vol, le stagiaire a eu deux fiches d'observation sécurité¹⁰. Sa progression est évaluée comme moyenne, voire insuffisante.

Au cours de la séance, le stagiaire manque un virage à 60 degrés d'inclinaison. Il demande au moniteur à refaire l'exercice. Le moniteur accepte. Le stagiaire réussit le second exercice puis se présente pour l'exercice de vrille.

Le niveau de stress du stagiaire a favorisé les erreurs précitées.

2.3.3.3. Supervision et influences organisationnelles

Enseignement à l'EIP/50S

Il est enseigné à l'EIP/50S que le virage de sécurité doit s'effectuer du même côté que la vrille et que le sens favorable pour la réalisation d'une vrille est la gauche.

Le stagiaire a révisé à plusieurs reprises la théorie des exercices au moyen de supports informatiques.

Sur ces supports, le virage de sécurité et la mise en vrille sont représentés vers la droite.

Lors de la présentation pour l'exercice de vrille, le stagiaire a fait appel aux souvenirs mémorisés lors de ses révisions.

Le stagiaire a une représentation mentale du virage de sécurité et de la mise en vrille cohérente avec le support pédagogique. La représentation schématique du support pédagogique est inversée avec celle attendue en vol.

Le décalage existant entre l'enseignement théorique et pratique de l'exercice de vrille a probablement conduit le stagiaire à inverser le sens de rotation entre le virage de sécurité et la mise en vrille.

¹⁰ Fiche d'observation sécurité : document signalant une action du stagiaire ayant nécessité la reprise des commandes par le moniteur afin de ne pas engager la sécurité de l'aéronef.

Gestion du risque opérationnel (GRO) au sein de l'unité

Décoller avec une masse inférieure ou égale à 780 kg est impossible pour les CAP 10M les plus lourds avec des équipages de corpulence moyenne (poids des pilotes compris entre 75 kg et 80 kg). L'unité a conscience de cette limitation.

Les vols sont programmés en tenant compte de la masse de l'aéronef, de la masse de l'équipage et de la durée de la séance. Deux types de pleins sont envisagés : un plein complet du réservoir avant (75 l) ou un plein partiel de 60 l.

Le jour de l'événement, la quantité de carburant embarquée à bord du CAP 10M n° 212 (un des aéronefs les plus légers du parc) était de 60 l. Cette disposition n'a pas constitué une barrière de protection suffisante face à la réalisation de figures de voltige avec une masse supérieure à 780 kg.

La masse à vide de la flotte des CAP 10M présents à l'EIP/50S varie notablement d'un avion à l'autre. Il existe un écart de plus de 20 kg entre l'avion le plus lourd et l'avion le plus léger. Pour un équipage de corpulence moyenne, le temps de vol avant de pouvoir atteindre la masse de 780 kg est de 20 minutes pour les avions les plus légers et de 40 minutes pour les avions les plus lourds.

La culture au sein de l'unité relative en matière de gestion du carburant (détermination des pleins, estimation de la consommation en vol) peut conduire certains moniteurs à réaliser un écart par rapport aux normes en vigueur afin de respecter les objectifs du programme¹¹ des formations en vol dispensées par l'EIP/50S.

La culture en matière de gestion du carburant au sein de l'EIP/50S peut conduire dans certaines conditions les pilotes à effectuer un écart par rapport aux normes en vigueur.

Certificat de type militaire du CAP 10

Le droit industriel de construction du CAP 10 a changé de propriétaires à plusieurs reprises. Le rachat de ce droit par la société Aerodif en mars 2014 a conduit l'EASA à effectuer une évolution du certificat de type civil du CAP 10 de la version B vers la version C. Le certificat de type militaire 027-DGA est toujours en date du 7 octobre 2009.

Le certificat de type militaire du CAP 10 (027 – DGA) n'a pas fait l'objet de mise à jour suite aux évolutions du certificat de type civil.

¹¹ L'ordre particulier n° 21.3.00/EIP/50S/CDT/NP du 23 juin 2014 fixe le programme des formations en vol dispensées par l'EIP/50S.

Instruction permanente sécurité du CAP 10M

Validée par le commandement de la force de l'aéronautique navale, elle permet aux équipages de l'EIP/50S de changer de classe d'utilisation du CAP 10M en fonction de la masse instantanée de l'aéronef.

Cette disposition n'est pas en cohérence avec le certificat de type EASA et DGA du CAP 10 qui se réfèrent à la norme CS-23 et au manuel de vol. Elle n'a pas été soumise à l'avis de l'autorité technique.

Le commandement de la force d'aéronautique navale permet aux équipages de l'EIP/50S de changer de catégorie d'utilisation en fonction de la masse instantanée de l'aéronef.

Allègement des masses opérationnelles du CAP 10M

Le commandement de la force de l'aéronautique navale a demandé à l'état-major de la marine l'ouverture d'une étude permettant l'allègement des CAP 10M en février 2013.

Les objectifs de cette étude sont de :

- rechercher les gains de masse possibles en particulier sur les équipements (retrait du boîtier VOR, dotation d'un parachute plus léger..) ;
- réduire l'impact de l'augmentation de masse sur le domaine de vol du CAP 10B modifié voilure carbone ;
- rendre cohérent l'emploi de l'aéronef avec le programme des formations en vol dispensé à l'EIP/50S.

Le 21 février 2014, le bureau programme de l'état-major de la marine a annoncé que cette étude serait conduite par le centre d'expérimentation pratique de l'aéronautique naval (CEPA) dès que la totalité de la flotte CAP 10 aura été transférée à la société CASSIDIAN qui est en charge de la maintenance des aéronefs affectés à l'escadrille 50S.

Une demande d'ouverture d'étude relative à l'allègement des masses opérationnelles du CAP 10M a été initiée en février 2013. Elle débutera après le transfert de la flotte CAP 10M à la société assurant la maintenance des aéronefs de l'EIP/50S.

3. CONCLUSION

L'événement un dépassement du facteur de charge au cours d'un exercice de vrille.

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

L'équipage est composé d'un moniteur confirmé en place droite et d'un stagiaire en phase d'évaluation en place gauche.

Le vol est la huitième séance du programme d'évaluation qui en comporte dix.

En fonction des résultats obtenus à l'issue de la période d'évaluation, les stagiaires sont orientés vers une spécialité navigante de l'aéronautique navale ou orientés vers une autre spécialité de la marine nationale.

Le stagiaire ne réalise pas correctement le début d'un exercice de vrille et le moniteur le laisse poursuivre.

Lorsque le moniteur veut reprendre les commandes, il n'y parvient pas car le stagiaire est crispé sur ces dernières.

Lorsque le moniteur parvient à retrouver de l'autorité sur les commandes, l'avion effectue une ressource. Une fois stable en palier, le moniteur constate que les accéléromètres affichent un facteur de charge de 8,8 g.

Le moniteur annule la séance et rentre sur le terrain. Il rallie le parking de l'unité. De retour à l'unité, il rend compte qu'il a effectué un dépassement de facteur de charge.

Lors des investigations sur site, l'équipe d'enquête constate que la masse de l'aéronef à l'issue de l'atterrissage est supérieure à la masse permettant l'exercice de vrille.

3.2. Causes de l'événement

Le dépassement du facteur de charge lors d'un exercice de vrille résulte :

- d'une erreur fondée sur l'habileté du stagiaire ;
- d'une erreur de décision du moniteur.

Ces erreurs trouvent leurs origines dans :

- l'influence visuelle des supports pédagogiques sur la mémoire à long terme du stagiaire ;
- l'état de stress du stagiaire ;
- l'excès de confiance du moniteur.

PAS DE TEXTE

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

4.1.1. Gestion du risque inappropriée du moniteur

Lors du départ en vrille, le stagiaire positionne le manche sur l'avant au lieu de le mettre en arrière. Le moniteur le laisse poursuivre cet exercice pour évaluer sa capacité de réaction face à une situation non désirée.

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

à la marine nationale de définir des critères d'arrêt pour les exercices utilisés dans le cadre de l'évaluation et de la sélection des futurs pilotes.

4.1.2. Gestion du risque opérationnel au sein de l'EIP/50S

La culture au sein de l'EIP/50S en matière de gestion du carburant (détermination des pleins, estimation de la consommation en vol) peut conduire certains moniteurs à tolérer un écart par rapport aux normes en vigueur afin de respecter les objectifs du programme des formations en vol dispensées par l'EIP/50S. Ainsi, la réalisation de séance d'une heure et trente minutes n'est pas compatible avec les spécifications de la réglementation et de l'aéronef.

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

à la marine nationale de confier à une seule entité, la validation du référentiel documentaire relatif à l'utilisation et à l'emploi du CAP 10M.

4.1.3 Récurrence d'événement au sein de l'EIP/50S

Au cours de l'année 2014, le BEAD-air a conduit 3 enquêtes suite à des événements au sein de l'EIP/50S.

Le 7 janvier 2014, au cours d'une mission d'entraînement, un équipage constitué de deux moniteurs perd le contrôle d'un CAP 10M lors du roulage sur un taxiway après l'atterrissage. L'avion fait une embardée puis effectue un pylône¹² avant de s'immobiliser à plat.

Le 1^{er} juillet 2014, lors d'un vol de familiarisation au profit d'un pilote nouvellement arrivée, un CAP 10M, au cours du décollage, fait une embardée au sol et sort de piste. L'avion décolle après avoir heurté une balise lumineuse.

Le 22 septembre 2014, lors d'un exercice de vrille, un stagiaire en phase d'évaluation effectue un dépassement du facteur de charge.

¹² Pylône : au sol, mouvement vers l'avant amenant le nez à reposer sur le sol.

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

A la marine nationale de renforcer les processus de contrôle pédagogique des pilotes instructeurs affectés à l'EIP/50S.

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

4.2.1. Influence organisationnelle

- Inversion du sens de rotation entre le virage de sécurité et la mise en vrille.

Lors de la présentation pour un exercice de vrille le stagiaire effectue le virage de sécurité à l'opposé du sens de la vrille.

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

à la marine nationale, de veiller à la conformité des supports pédagogiques pour les mettre en cohérence avec les techniques de pilotage enseignées.

- Ecart par rapport aux normes en vigueur.

Le certificat de type militaire du CAP 10B, 027-DGA en date du 7 octobre 2009 n'a pas fait l'objet de mise à jour suite au changement de détenteur du droit industriel du CAP 10. Ce certificat s'appuie sur le certificat de type civil promulgué par l'EASA dont le référentiel documentaire (norme CS-23) fixe en fonction de la masse au décollage, la catégorie de classe d'usage du CAP 10B.

Le commandement de la force d'aéronautique navale permet aux équipages de l'EIP/50S de changer au cours des vols, la catégorie de classe d'usage en fonction de la masse instantanée de l'aéronef.

Le commandement de la force de l'aéronautique navale a initié une demande d'étude relative à l'allègement des masses opérationnelles du CAP 10M.

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

à la DGA de mettre à jour le certificat de type militaire du CAP 10M.

à la marine nationale en liaison avec la DGA de valider en dérogation à la norme CS-23, le changement de classe d'usage en cours de vol.

à la marine nationale de finaliser l'étude relative à l'allègement des masses opérationnelles du CAP 10M.

4.2.2. Moyens d'enregistrement

Les CAP 10M ne sont pas équipés de moyens d'enregistrement. La compréhension du mécanisme de cet événement repose essentiellement sur les témoignages recueillis auprès de l'équipage.

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

à la marine nationale d'équiper les CAP 10M de moyens d'enregistrement.