



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT

D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-T-2016-002-I

Date de l'évènement 25 janvier 2016

Lieu Aérodrome Le Luc Le Cannet (LFMC)

Type d'appareil AS 555 UN Fenec

Immatriculation F-MAYJ / n°5544

Organisme Armée de terre

Unité Base école général Lejay (B EGL)

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'évènement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'évènement 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 légales françaises.

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.

CREDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : Sirpa terre

Photos :

- Pages 12 et 13 : Google map
- Pages 13 et 14 : BEAD-air

Illustrations :

- Pages 17, 19 et 21 : BEAD-air
- Pages 18 et 22 : Airbus Helicopters

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
CREDITS 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	8
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	10
1.7. Conditions météorologiques	11
1.8. Aides à la navigation	11
1.9. Télécommunications	11
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	11
1.11. Enregistreurs de bord	12
1.12. Renseignements sur la zone de l'incident et sur l'appareil	13
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	15
1.14. Incendie	15
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	15
1.16. Essais et recherches	16
1.17. Renseignements sur les organismes	16
1.18. Renseignements supplémentaires	16
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	16
2. Analyse	17
2.1. Expertises	17
2.2. Séquence de l'évènement	20
2.3. Recherche des causes de l'évènement	22
3. Conclusion	27
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'évènement	27
3.2. Causes de l'évènement	27
4. Recommandations de sécurité	29
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement	29
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'évènement	29
ANNEXE	32
ANNEXE 1 LISTES DES PARAMETRES ENREGISTRES DANS LE CVFDR	34

GLOSSAIRE

AEV	arrêt école vol
ALAT	aviation légère de l'armée de terre
BEGL	base école Général Lejay
BTP	boîte de transmission principale
CEMPN	centre d'expertise médicale du personnel navigant
CVFDR	<i>cockpit voice and flight data recorder</i> – enregistreur de voix et paramètres de vols
DHMA	division hélicoptères de manœuvre et d'assaut
DGA	direction générale de l'armement
GTM	groupe turbomoteur
PCB	pilote commandant de bord
PDD	point de décision
PF	pilote en fonction
PG	pas général
T4	température des gaz d'échappement au niveau de la turbine

SYNOPSIS

Date de l'évènement : 25 janvier 2016

Lieu de l'évènement : aérodrome Le Luc Le Cannet (LFMC)

Organisme : armée de terre

Commandement organique : commandement de l'aviation légère de l'armée de terre (COMALAT)

Unité : école de l'aviation légère de l'armée de terre (EALAT) / Base école général Lejay (BEGL)

Aéronef : AS 555 UN Fennec

Nature du vol : vol de remise en carte¹ aux procédures d'urgence

Nombre de personnes à bord : 2

Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Le lundi 25 janvier 2016 à 10h55, l'AS 555 Fennec n°5544 effectue une mission de remise en carte aux procédures d'urgence sur l'aérodrome Le Luc Le Cannet, au Cannet des Maures.

L'équipage est composé d'un pilote commandant de bord (PCB) en place gauche et d'un pilote en fonction (PF) en place droite.

La séance est réalisée au profit du PF. Au cours d'un exercice de simulation de panne moteur, il effectue un poser dur.

La balise de détresse s'étant déclenchée, le PCB décide de faire une inspection extérieure et constate une déformation de la cellule au niveau de la jonction entre la cabine et la poutre de queue. Il décide d'interrompre la mission.

L'appareil 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 expert technique du BEAD-air.
- Un officier pilote ayant une expertise sur AS 555 UN Fennec.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur AS 555 UN Fennec.
- Un médecin breveté de médecine aéronautique.

Autres experts consultés

- Laboratoire RESEDA (restitution des enregistreurs de données d'accidents).
- Airbus Helicopters.
- Safran Helicopter Engines (ex Turbomeca).

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air est prévenu le 26 janvier 2016 à 20h00 par le bureau de prévention et de maîtrise des risques aéronautiques (BPMRA) de l'ALAT. Compte-tenu de l'absence d'enquêteur de premières informations, l'officier sécurité des vols se voit confier les mesures de premières informations au profit du BEAD-air.

L'équipe d'enquête se réunit au sein de la BEGL le jeudi 28 janvier à 09h00.

¹ Par extension, un vol de remise en carte est un vol qui permet de renouveler une qualification.

PAS DE TEXTE

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Type de vol : vol de remise en carte aux procédures d'urgence

Type de mission : mission d'instruction

Point de départ : aérodrome Le Luc Le Cannet (LFMC)

Heure de départ : 10h55

Point d'atterrissage prévu : aérodrome Le Luc Le Cannet (LFMC)

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

Le PCB, issu de la marine nationale, est instructeur sur Fennec. Le PF est instructeur sur Puma et est issu de l'armée de terre.

Dans le cadre du maintien de leurs qualifications, les instructeurs doivent réaliser des vols de remise en carte aux procédures d'urgence au minimum tous les six mois. Le dernier vol de ce type effectué par le PF remonte au 7 juillet 2015.

Un vol est donc programmé le lundi 25 janvier 2016 pour renouveler cette aptitude. La préparation du vol est réalisée le matin. L'équipage assiste à un briefing général au cours duquel une information météorologique, aéronautique et sur les opérations prévues sur la plateforme est effectuée.

A l'issue, un briefing propre au vol est réalisé par le PCB. Le PF réactualise les données météorologiques juste avant de se rendre à l'appareil.

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

L'objectif du vol est d'entraîner le PF aux procédures d'urgence, notamment à la simulation de panne moteur par l'utilisation du mode « école »². L'équipage procède à des essais pour s'assurer du bon fonctionnement de la régulation. Il constate que l'indication de couple du moteur gauche est supérieure à 98% et celle du couple du moteur droit est de 98%. Le PCB indique qu'il portera une attention particulière sur le couple au cours des exercices.

L'équipage débute le vol par des exercices de panne moteur en stationnaire. Le PF met l'appareil en stationnaire à quelques pieds du sol puis le PCB actionne l'interrupteur « AEV »³ pour simuler la panne du groupe turbomoteur (GTM) gauche. Le PF procède alors au poser.

² Le mode « école » permet de simuler la panne d'un des deux turbomoteurs sans le couper.

³ Arrêt Ecole Vol.

L'équipage réalise trois exercices de ce type. Au cours de ceux-ci, il confirme que l'indication de couple moteur est proche de 100% lors de l'application de pas général (PG) en vue d'amortir le contact des patins avec le sol.

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

L'équipage poursuit le vol par un exercice d'interruption de décollage avant le point de décision (PDD). Le PF effectue le décollage. Le PCB enclenche le mode « école » à une vitesse sol d'environ 20 kt. Le PF interrompt alors le décollage. Il annule la vitesse de l'appareil en le cabrant progressivement. Il ramène ensuite l'aéronef à plat puis augmente la puissance pour procéder au poser.

Le PCB annonce que la valeur du couplemètre atteint 100%. Comme la vitesse verticale et la hauteur sont estimées conformes aux attendus par l'équipage, celui-ci se limite à cette valeur pour ne pas créer de surcouple lors de la descente de l'appareil.

Le pilote pose l'appareil à plat et sans rebond. L'équipage ressent le poser comme dur et est surpris de ne pas glisser. Le PCB constate le déclenchement de la balise de détresse. Il décide alors de réaliser une inspection extérieure. La cellule est déformée au niveau de la jonction entre la cabine et la poutre de queue.

Le PCB décide d'interrompre la mission et demande au PF de procéder à l'arrêt des moteurs.

1.1.3. Localisation

- Lieu :
 - pays : France
 - département : Var (83)
 - commune : Le Cannet des Maures
 - coordonnées géographiques : N 43° 23' 05'' / E 006° 23' 13''
 - altitude du lieu de l'évènement : 265 ft
- Moment : jour
- Aéroport le plus proche au moment de l'évènement : Le Luc Le Cannet (LFMC)

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
AS 555 UN Fennec n°5544			X	

1.4. Autres dommages

Sans objet.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Pilote commandant de bord

- Age : 39 ans
- Unité d'affectation : division hélicoptères de manœuvre et d'assaut (DHMA)
- Fonction dans l'unité : chef de la brigade « moniteur Fennec »
- Formation :
 - qualification : moniteur
 - école de spécialisation : école de spécialisation sur hélicoptères embarqués
 - année de sortie d'école : 2000
- Heures de vol :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont AS 555	sur tout type	dont AS 555	sur tout type	dont AS 555
Total (h)	3 589	728	177	177	8	8

- Date du dernier vol de jour : 19 janvier 2016 sur l'aéronef

1.5.2. Pilote en fonction

- Age : 45 ans
- Unité d'affectation : DHMA
- Fonction dans l'unité : chef de brigade tactique hélicoptères de manœuvre et d'assaut
- Formation :
 - qualification : moniteur
 - école de spécialisation : école de spécialisation de l'ALAT
 - année de sortie d'école : 1990

- Heures de vol :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont AS 555	sur tout type	dont AS 555	sur tout type	dont AS 555
Total (h)	4 747	272	104	65	14	7

- Date du dernier vol de jour :
- sur l'aéronef : 14 janvier 2016
 - sur tout type : 18 janvier 2016

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de terre
- Base aérienne de stationnement : BEGL
- Unité d'affectation : escadrille des moyens aériens (EMA)
- Type d'aéronef : Fennec AS 555 UN
- Caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	AS 555 UN	5544	3 938	VP ⁴ : 299
Moteur 1 (G)	Arrius 1M	1079	1 620	VP T2 ⁵ : 16
Moteur 2 (D)	Arrius 1M	1034	2 340	VP T1 ⁶ : 16

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

Le stationnaire DES est assuré en bimoteur et en monomoteur⁷.

Le stationnaire HES est assuré en bimoteur mais ne l'est pas en monomoteur.

Aucune réserve de vol n'est inscrite dans la documentation.

⁴ VP = visite périodique

⁵ Visite périodique de type T2 : visite après 600 h

⁶ Visite périodique de type T1 : visite après 150 h

⁷ En monomoteur, le stationnaire DES est assuré dans les conditions suivantes : hauteur de 6 ft, pas de prélèvement de puissance, à la puissance maximale d'urgence (limite de couple de 131%).

1.6.3. Masse et centrage

La masse au décollage est de 2 289 kg pour une masse maximale de 2 600 kg.

La masse estimée au moment de l'évènement est de 2 256 kg.

Le centrage est dans les normes.

1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : F34.
- Quantité de carburant au décollage : 510 litres.
- Quantité de carburant restant au moment de l'évènement : 470 litres.

1.6.5. Autres fluides

Sans objet.

1.7. Conditions météorologiques

Les observations sont conformes aux prévisions de Météo France et font état des conditions suivantes :

- vent : calme ;
- visibilité : supérieure à 10 km ;
- nébulosité : couvert à 2 600 ft ;
- température extérieure : 7,5°C ;
- température du point de rosée : 5,6°C.

1.8. Aides à la navigation

Sans objet.

1.9. Télécommunications

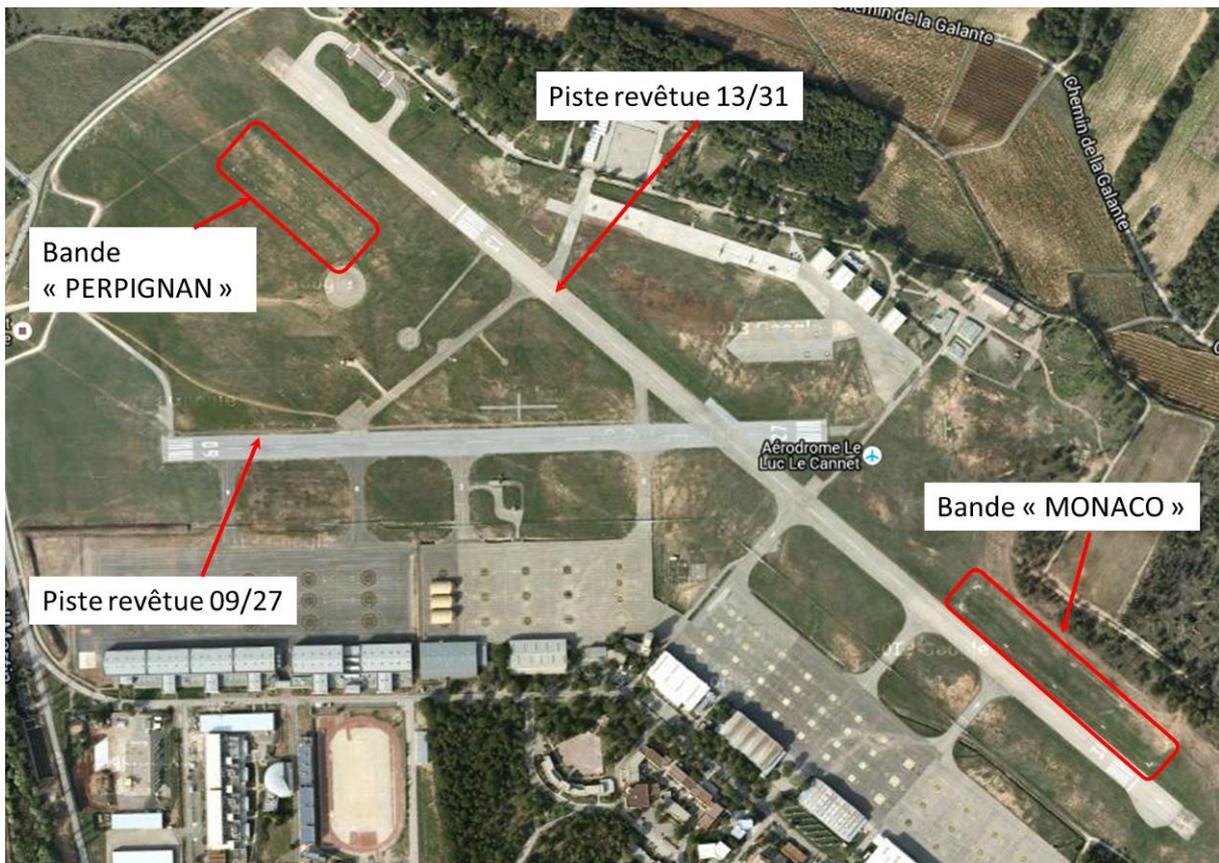
L'équipage est en communication avec la tour de contrôle de l'aérodrome sur la fréquence 123,000 MHz.

1.10. Renseignements sur l'aérodrome

La BEGL est implantée sur l'aérodrome Le Luc Le Cannet. Il est composé de :

- 2 pistes revêtues :
 - 1 piste 13/31 de 1 399 m de long sur 30 m de large ;
 - 1 piste 09/27 de 799 m de long sur 30 m de large.
- 2 pistes non revêtues, en herbe :
 - 1 piste 13/31 de 300 m de long sur 30 m de large, dénommée « MONACO » ;
 - 1 piste 13/31 de 160 m de long sur 40 m de large, dénommée « PERPIGNAN ».

Les pistes en herbe sont également appelées bandes gazonnées.



Vue de l'aérodrome Le Luc Le Cannet

1.11. Enregistreurs de bord

L'appareil est équipé d'un enregistreur de bord de type CVFDR (*cockpit voice and flight data recorder* – enregistreur de voix et paramètres de vol). Il enregistre les paramètres de vol (cf. annexe 1) et les conversations (dialogue équipage et ambiance sonore).

L'intégration des enregistreurs de bord sur les hélicoptères AS 555 UN Fennec a été réalisée dans le cadre du marché « Mise à niveau OACI⁸ des hélicoptères Fennec de l'ALAT et de l'armée de l'air française, avec prestations de soutien associées » passé en 2008 par la direction générale de l'armement (DGA).

L'installation des enregistreurs de bord fait l'objet d'un supplément au certificat de type.

⁸ Organisation de l'Aviation Civile Internationale

1.12. Renseignements sur la zone de l'incident et sur l'appareil

1.12.1. Examen de la zone de l'incident

L'examen des traces n'a pas été possible du fait du déplacement de l'hélicoptère avant l'arrivée de l'équipe d'enquête.

L'évènement s'est produit sur la bande « MONACO ». L'herbe est légèrement humide et le sol souple.



Localisation du point de poser



Vue de la bande « MONACO » depuis le point de poser

1.12.2. Examen de l'appareil

L'appareil est endommagé au niveau de la jonction entre la cabine et la poutre de queue.

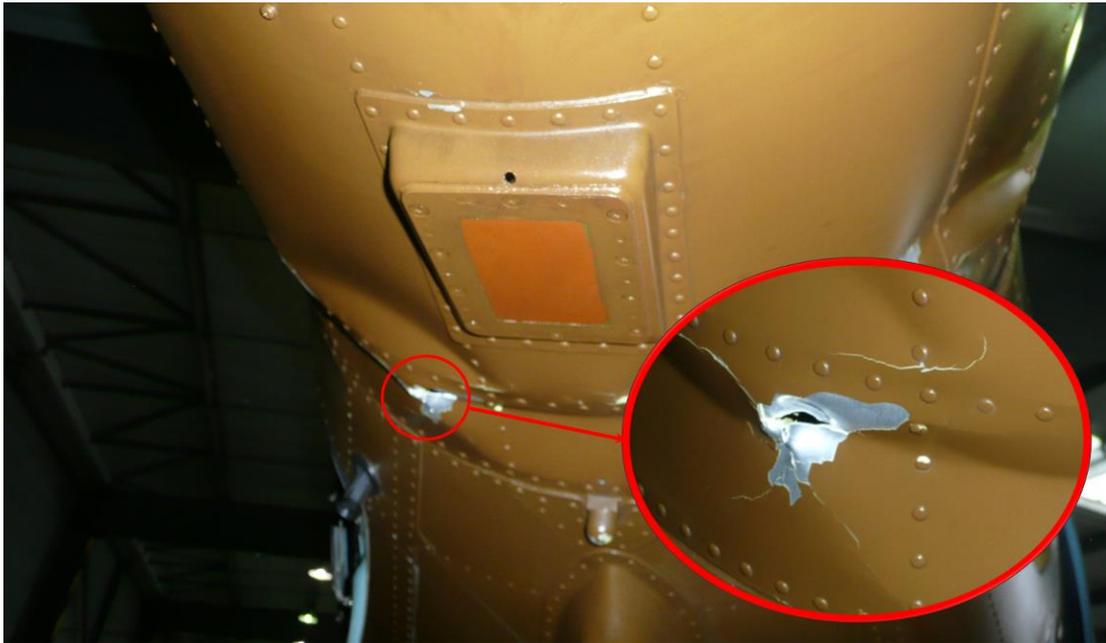


Endommagement de la cellule côté droit



Endommagement de la cellule côté gauche

La partie inférieure de la jonction cellule/poutre de queue présente une déchirure d'environ 4 cm.



Vue de la déchirure

L'extrémité de la poutre de queue s'est affaissée d'une dizaine de centimètres.

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1. Pilote commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : visite systématique à l'unité (référence : centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN) du 1^{er} avril 2014)⁹
 - date : 5 octobre 2015
 - résultat : apte
 - validité : 6 mois
- Blessures : aucune

1.13.2. Pilote en fonction

- Dernier examen médical :
 - type : visite systématique à l'unité (référence : CEMPN du 24 juin 2014)¹⁰
 - date : 22 janvier 2016
 - résultat : apte
 - validité : 6 mois
- Blessures : aucune

1.14. Incendie

Sans objet.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1. Abandon de bord

Sans objet.

1.15.2. Organisation des secours

Au poser, la balise de détresse se déclenche. Le PCB demande immédiatement au PF de l'éteindre.

Après avoir constaté les endommagements, le PCB annonce au contrôle qu'il coupe les moteurs sur place et demande un tractage pour rejoindre le parking.

Le PCB et le PF sont reçus par le médecin de la BEGL.

⁹ INSTRUCTION N° 0-12664-2015/DEF/DPMM/PRH du 22 juillet 2015.

¹⁰ INSTRUCTION N° 3300/DEF/EMAT/OAT/BEMP du 8 octobre 2014.

1.16. Essais et recherches

Sans objet.

1.17. Renseignements sur les organismes

La base école Général Lejay est l'une des deux bases de l'école de l'ALAT. Co-localisée avec deux centres de formation¹¹ et située sur l'emprise du Cannet des Maures, sa mission est de parachever la formation initiale dispensée à Dax en enseignant les savoir-faire de l'aérocombat dans un cadre interarmes, interarmées, interallié et international.

Au sein de la BEGL, la direction de formation à l'aérocombat (DFA) est constituée des divisions suivantes :

- la division de formation des officiers ;
- la division des hélicoptères de reconnaissance et d'attaque (DHRA) ;
- la DHMA ;
- la division simulation.

La DHMA comprend :

- la filière HMA (Hélicoptères de Manœuvre et d'Assaut) à 3 brigades spécialisées ;
- la filière Fennec à 3 brigades identiques chargées d'assurer la formation du vol aux instruments.

La DHMA réalise une formation interarmées (terre, air, marine). Elle inclut et forme du personnel des trois armées.

1.18. Renseignements supplémentaires

Sans objet.

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Sans objet.

¹¹ École franco-allemande du TIGRE (EFA) et centre de formation interarmées NH 90 (CFIA)

2. ANALYSE

L'évènement est un poser dur lors d'un exercice d'interruption de décollage avant le point de décision.

L'analyse qui suit se décompose en trois parties. La première résume les résultats des différentes expertises. La deuxième détaille la séquence de l'évènement. La troisième identifie les causes possibles de cet incident.

2.1. Expertises

2.1.1. Chaîne d'acquisition du couple moteur

2.1.1.1. Principe de la transmission de puissance

Les AS 555 UN Fennec sont des hélicoptères équipés de 2 GTM. La puissance fournie par chacun d'entre eux est transmise au rotor principal par l'intermédiaire d'un arbre de transmission, d'un boîtier de conjugaison et de la boîte de transmission principale (BTP).

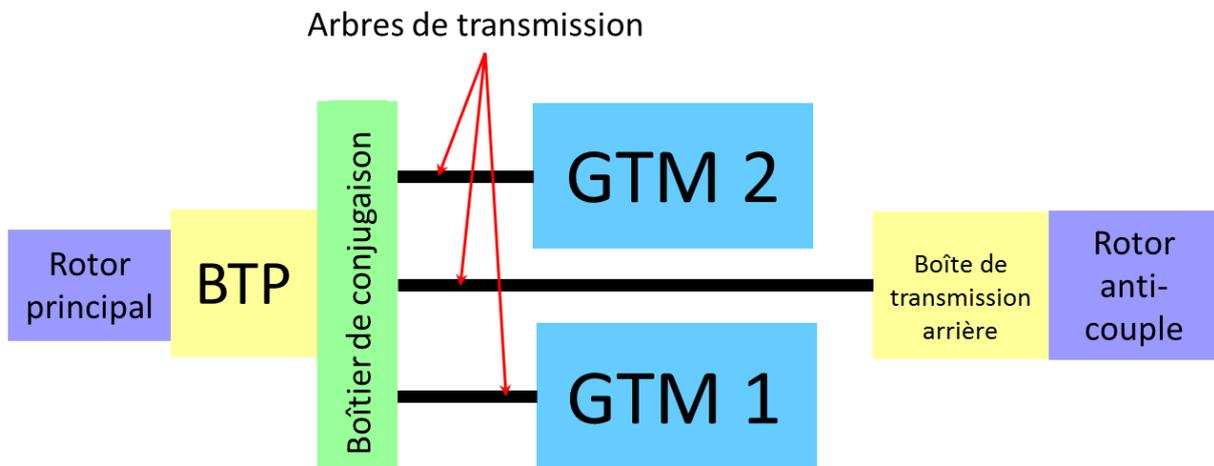


Schéma de principe de la transmission de puissance sur AS 555 UN Fennec

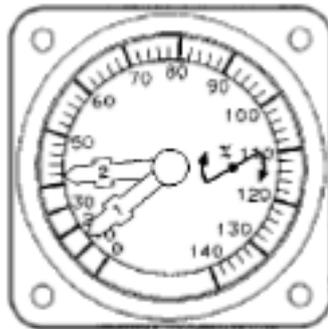
Les différents éléments assurant la transmission de puissance subissent un effort mécanique lié à leur entraînement par rotation : le couple.

2.1.1.2. Acquisition - lecture du couple moteur

La chaîne d'acquisition du couple moteur comprend 2 parties :

- une partie « acquisition » composée de 2 transmetteurs de couple ;
- une partie « lecture » composée d'un indicateur.

Chaque GTM est équipé d'un transmetteur de couple. Il est fixé en sortie du GTM, au niveau de l'arbre de la turbine libre. Il mesure la pression d'huile moteur. Cette information est affichée, via un boîtier d'acquisition, sur l'indicateur de couple, ou couplemètre, positionné sur la planche de bord.



Couplemètre du Fennec

2.1.1.3. Expertise

Les expertises montrent que le transmetteur du GTM gauche est hors norme. Cela occasionne une information erronée au niveau du couplemètre : pour une valeur affichée de 100%, la valeur effective est de 99%.

La valeur du couple moteur gauche indiquée dans le cockpit est inexacte.

2.1.2. Enregistreur de bord

2.1.2.1. Problématique générale des enregistreurs de bord Fennec

Les données de l'enregistreur du Fennec n°5544 ont été extraites puis analysées. Il ressort de cette analyse que le couple moteur et la température T4¹² ne sont pas enregistrés sur toute la plage d'évolution de ces paramètres :

- le couple est enregistré pour des valeurs comprises entre 40% et 90% alors que le maximum admissible au regard du manuel de vol est de 140% ;
- la température T4 est enregistrée pour des valeurs comprises entre 600°C et 850°C alors que le maximum admissible au regard du manuel de vol est de 870°C.

Les données d'enregistreurs d'autres Fennec ont été extraites. Leur analyse confirme le constat précédent.

Ces limitations sont généralisées à l'ensemble de la flotte des Fennec objet du marché mentionné au paragraphe 1.11.

¹² T4 : température des gaz d'échappement au niveau de la turbine.

Les enregistreurs de bord installés sur les Fennec de l'armée de terre et de l'armée de l'air ne permettent pas d'enregistrer le couple et la T4 sur toute leur plage de fonctionnement.

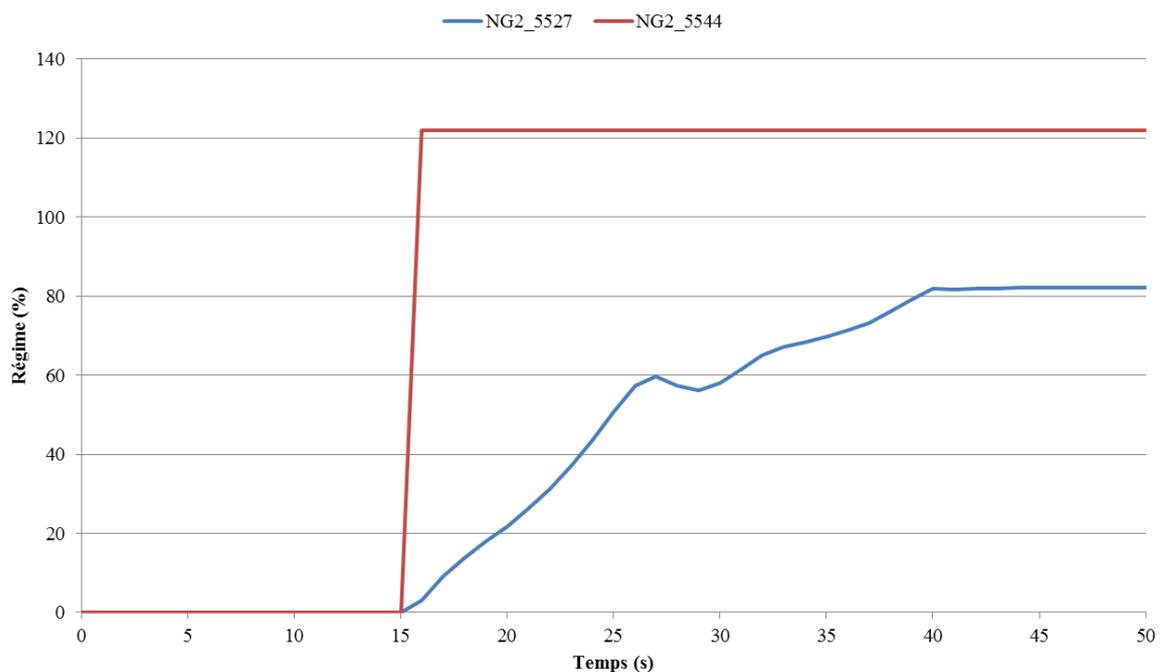
2.1.2.2. Cas particulier du Fennec n°5544

Les analyses des données extraites de l'enregistreur installé sur le Fennec n°5544 ont également montré la présence de valeurs incohérentes pour les paramètres suivants :

- le régime de rotation du générateur de gaz du GTM 1 (NG1) ;
- le régime de rotation du générateur de gaz du GTM 2 (NG2) ;
- le cap.

Les régimes NG1 et NG2 enregistrés sont constants à une valeur d'environ 122% dès la mise en route des GTM et le cap enregistré présente un écart d'environ 180° avec le cap magnétique. Cette situation a été également observée lors des vols précédents.

Cet enregistreur a été installé sur un autre Fennec lors d'un point fixe. Sur ce second enregistrement, les variations des paramètres NG1 et NG2 sont cohérentes avec les valeurs attendues et le cap enregistré correspond au cap magnétique.



Evolution du paramètre NG2 lors d'un démarrage des Fennec n°5544 et n°5527

L'enregistreur a de nouveau été installé sur le Fennec n°5544. Le cockpit a été mis sous tension afin de déclencher un enregistrement. Celui-ci confirme l'écart de cap de 180°.

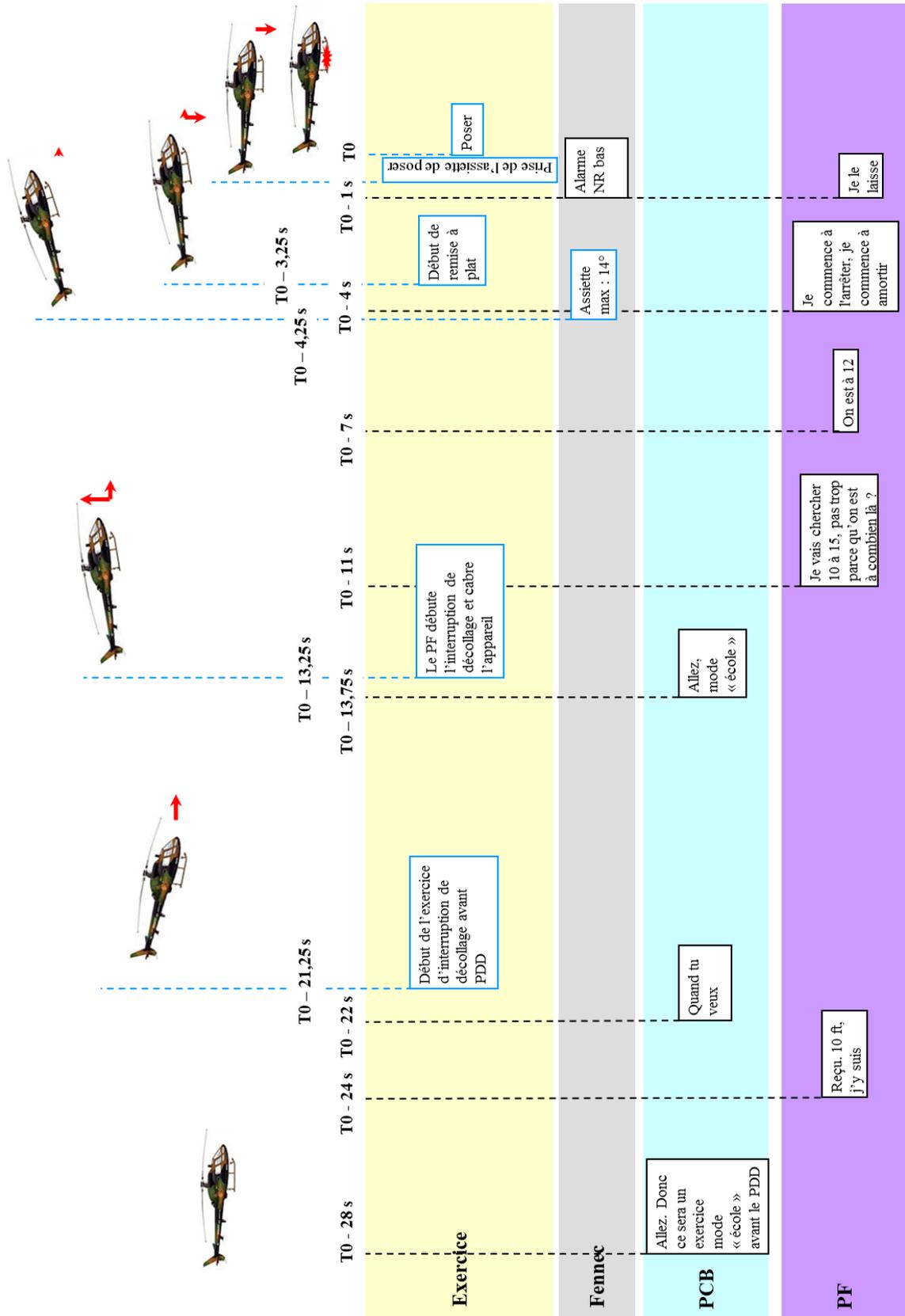
L'enregistreur de bord tel qu'il est installé sur le Fennec n°5544 ne permet pas d'obtenir un enregistrement fiable des paramètres cap, NG1 et NG2 au cours de l'évènement.

2.2. Séquence de l'évènement

Un chronogramme des traces de l'activité de l'équipage a été établi à partir des données du CVFDR en suivant la méthode STEP (*sequentially time event plotting procedure*). A cette représentation a été ajoutée la séquence d'évènement retenue.

Nota :

- la référence de temps (T_0) choisie correspond au contact des patins du Fennec avec le sol ;
- la hauteur de l'appareil sur la représentation graphique n'est pas à l'échelle.



2.3. Recherche des causes de l'évènement

2.3.1. Causes environnementales

Les conditions aérologiques, de température et de visibilité étaient compatibles avec le vol.

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

2.3.2. Causes techniques

Lors des exercices, l'équipage simulait les pannes moteur avec le GTM droit. La puissance était donc principalement délivrée par le GTM gauche et l'équipage surveillait la limite de couple du moteur gauche.

Les expertises ont montré que la valeur lue sur l'indicateur de couple dans le cockpit est inexacte : l'indicateur surestime d'environ 1% la valeur effective.

L'équipage surveillait une valeur de couple surestimée.

2.3.3. Causes relevant des facteurs humains et organisationnels

2.3.3.1. Hauteur de vol

Le manuel de vol préconise d'effectuer l'interruption de décollage avant PDD à une hauteur de 10 ft.

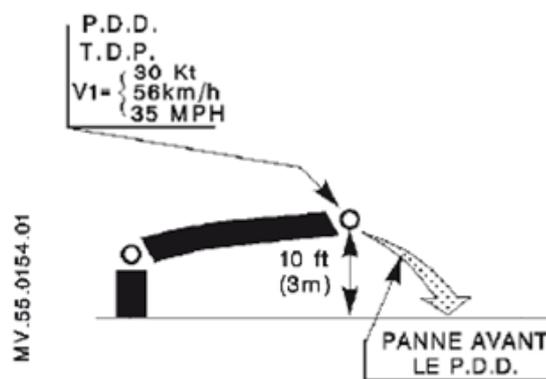


Schéma de la trajectoire de l'interruption de décollage avant PDD

Dans les phases de vol à faible hauteur et faible vitesse, les informations enregistrées par l'installation anémo-barométrique de l'appareil sont perturbées par le souffle du rotor principal. La hauteur lue dans le cockpit par l'équipage n'est donc pas suffisamment précise pour garantir une hauteur maximale de 10 ft.

De plus, l'équipage doit garder une marge de sécurité suffisante au niveau du rotor anti-couple pour permettre une forte sollicitation de l'appareil à cabrer le cas échéant. L'exploitation des données enregistrées par le CVFDR permet d'estimer la hauteur maximale atteinte par l'équipage à 18 ft¹³. L'équipage estime quant à lui la hauteur maximale atteinte à 15 ft environ.

La hauteur atteinte par l'équipage au cours de l'exercice d'interruption de décollage avant PDD est compatible avec la préconisation du manuel de vol.

2.3.3.2. Perceptions et représentations des membres d'équipage

Mode « école »

Les AS 555 UN Fennec sont des hélicoptères biturbines équipés du mode « école ». Ce mode, commandé par l'interrupteur AEV, permet d'effectuer des entraînements à la panne d'un GTM sans devoir procéder à son arrêt.

Principe

Lorsque l'interrupteur AEV est mis en position école, le régime du GTM sélectionné est alors réduit à un régime ralenti, équivalent à 355 tr/min au niveau de la turbine libre. La puissance est délivrée par l'autre GTM dont la limite maximale de débit carburant a été réduite pour éviter d'atteindre des valeurs « endommageantes ».

Lorsque le PF augmente le PG, le couple du moteur qui fournit la puissance augmente jusqu'à atteindre cette limite de carburant¹⁴. Lorsqu'elle est atteinte et que le PF continue d'augmenter le PG, le régime de rotation du rotor va diminuer et le couple va continuer d'augmenter jusqu'à atteindre 100%. Si la sollicitation de puissance continue, le GTM « au ralenti » va repartir : son couple va augmenter et parallèlement, le couple du GTM qui fournissait la puissance va diminuer.

Si une défaillance du GTM « travaillant » venait à se produire, la régulation assure qu'en mode école, le régime rotor sera toujours d'au minimum 330 tr/min. Une alarme sonore se déclenche en cabine lorsque le régime passe sous 360 tr/min. Dès qu'il franchit 355 tr/min, la régulation donne l'ordre de reprise au GTM « au ralenti » : son couple va augmenter et celui de l'autre GTM va diminuer.

Mise en œuvre

L'expérience des équipages de Fennec montre que, dans certains cas, en mode école, une soudaine augmentation de pas général peut amener le couple à dépasser légèrement et brièvement la valeur de 100%.

¹³ Cette valeur ne peut être confirmée en raison des perturbations au niveau des prises de pression statique. L'incertitude liée à cette valeur est de l'ordre de ± 5 ft.

¹⁴ L'hypothèse ici prise est celle que la limite de carburant est la 1^{ère} limite atteinte.

Cette valeur n'est pas, dans ce mode, la valeur limite de fonctionnement. Le manuel de vol autorise un couple supérieur à 100%, mais le temps de vol est alors limité.

Couple	Temps
$\leq 100\%$	Pas de limite
$100\% < C \leq 115\%$	30 min
$115\% < C \leq 131\%$	2 min 30 s
$131\% < C \leq 140\%$	15 s

Cependant, dépasser 100% au couple entraîne une maintenance spécifique qui conduit à immobiliser l'appareil au minimum 2 jours¹⁵.

Pour remédier à ces dépassements, l'armée de l'air a introduit dans ses procédures un test, dit « test mode école ». Celui-ci doit permettre aux équipages de quantifier la réponse des GTM lors d'une sollicitation de puissance durant un test au sol et ainsi ne pas avoir à porter une attention trop soutenue sur l'indicateur de couple.

En pratique, l'armée de l'air préconise notamment de passer le GTM souhaité en mode école puis d'augmenter doucement le pas collectif jusqu'à afficher la valeur maximale du couple du moteur en fonctionnement (sans toutefois dépasser 100%) correspondant à l'augmentation du couple de l'autre GTM.

Si la valeur maximale du GTM en fonctionnement dépasse 98%, l'armée de l'air recommande de ne pas faire d'exercice amenant au poser sur ce GTM.

Par osmose et s'inspirant du seul document existant, celui de l'armée de l'air, les moniteurs Fennec de la BEGL suivent cette pratique.

L'équipage a effectué ce test sur les 2 GTM avant de débiter ses exercices.

Perception des membres d'équipage

L'analyse des données enregistrées sur le CVFDR indique que l'appareil a subi au moment de l'impact une décélération de 3,5 g. Celle-ci est la conséquence d'une vitesse verticale importante¹⁶.

L'équipage n'a pas perçu de vitesse verticale excessive.

Le poser dur est dû à une forte vitesse verticale non détectée par l'équipage.

Attention des membres d'équipage

Lors du test mode école sur le GTM gauche, l'équipage constate que le couple arrive à la valeur de 100% alors que le moteur droit a « à peine repris ». Le test mode école sur le GTM droit étant conforme avec la préconisation de l'armée de l'air, l'équipage poursuit sa séance comme planifiée. Le PCB annonce qu'il portera une attention particulière sur le couplemètre durant les exercices.

Au cours du 2^{ème} exercice en stationnaire, le PCB « bloque » le PG au PF car le couplemètre indique 100% et que l'attitude de l'appareil est conforme à l'attendu.

¹⁵ Le temps d'immobilisation dépend des éléments (temps passé / valeur de couple).

¹⁶ Les expertises n'ont pas permis d'estimer précisément la valeur de la vitesse verticale au-cours des secondes qui précèdent le poser.

Cette information incite l'équipage, sur le 3^{ème} exercice en stationnaire et l'exercice d'interruption de décollage avant PDD, à augmenter son attention sur la surveillance du couplemètre au détriment de l'observation extérieure (hauteur et vitesse verticale).

L'augmentation de l'attention de l'équipage sur le couplemètre ne lui a pas permis de déceler l'évolution de la vitesse verticale.

Représentation de la situation

Durant la phase descendante de l'exercice, le PCB regarde à l'extérieur, constate l'accélération verticale, mais estime « être dans une situation qu'il a déjà rencontrée en instruction » et « ne pas être dans des conditions extrêmes ». Il confirme alors ne pas vouloir dépasser 100% de couple.

Dans la représentation de la situation de l'équipage, cette valeur de couple de 100%, originellement limite de maintenance, est devenue une limite d'utilisation. Il a ainsi restreint son action sur le PG pour ne pas franchir cette valeur.

Le souhait des pilotes de ne pas accroître la maintenance sur l'aéronef et de limiter le temps d'indisponibilité les a probablement incités à limiter leur action sur la commande de pas général.

PAS DE TEXTE

3. CONCLUSION

L'évènement est un poser dur lors d'un exercice d'interruption de décollage avant le point de décision.

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

Un vol de remise en carte aux procédures d'urgence est programmé au profit d'un instructeur.

L'équipage est constitué d'un PCB instructeur sur Fennec et d'un PF instructeur sur Puma et qualifié sur Fennec.

L'appareil ne fait l'objet d'aucune réserve de vol. Les conditions météorologiques sont bonnes.

L'équipage doit simuler des pannes moteur par l'utilisation du mode « école ».

Lors de la vérification du bon fonctionnement de la régulation, l'équipage constate que l'indication de couple moteur est proche des 100%.

L'équipage commence le vol par trois exercices de panne moteur en stationnaire. Il confirme que lors des sollicitations de puissance avant le toucher des patins le couple moteur est proche des 100%.

L'équipage effectue un exercice d'interruption de décollage avant le point de décision. Lorsque le PF augmente le PG pour se poser, le PCB annonce que la valeur du couplemètre atteint 100%. Ne constatant aucun paramètre anormal (vitesse verticale, hauteur, etc.), l'équipage se limite à cette valeur.

L'appareil se pose à plat et ne rebondit pas. La balise de détresse se déclenche au poser.

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

3.2. Causes de l'évènement

Les causes de l'évènement relèvent du domaine technique et du domaine des facteurs humains et organisationnels.

D'un point de vue technique, la surestimation des données fournies par le transmetteur de couple du GTM gauche n'a pas permis à l'équipage de disposer d'une information fiable.

En ce qui concerne le domaine des facteurs humains et organisationnels, deux éléments ont contribué à l'évènement :

- la non détection d'une forte vitesse verticale due à une attention importante portée par l'équipage sur le couplemètre ;
- la volonté de se limiter en puissance due à un souhait de limiter les actes de maintenance.

PAS DE TEXTE

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

Recommandation n°1

L'enquête a mis en évidence que les deux membres d'équipage ont porté une attention très importante sur le couplemètre durant l'exercice. Cela s'est fait au détriment de la surveillance de l'environnement extérieur.

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

aux autorités d'emploi de sensibiliser les équipages sur l'importance de la répartition des tâches au sein du cockpit.

Recommandation n°2

Lors de l'évènement, l'équipage, ne constatant aucun paramètre anormal, se restreint à un couple de 100%. Cette valeur n'est pas une limite de fonctionnement au sens du manuel de vol mais une limite de maintenance.

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

aux autorités d'emploi de sensibiliser les équipages sur le danger que peut représenter l'usage d'une limite de maintenance en lieu et place d'une limite de vol.

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

4.2.1. Recommandations émises lors du rapport d'étape du 20 juin 2016

Recommandation n°3

L'analyse d'évènements aériens requiert l'étude de nombreux paramètres. L'installation d'enregistreurs de bord permet d'y avoir accès. Pour que ces analyses soient complètes et permettent de déterminer les causes des évènements, il est nécessaire que tous les paramètres enregistrés le soient fidèlement et au minimum sur l'intégralité de leur plage de fonctionnement.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense-air a recommandé :

à la DGA de modifier les enregistreurs de bord des Fennec pour que tous les paramètres soient enregistrés sur l'intégralité du domaine d'évolution défini par le manuel de vol avec une marge permettant de couvrir des dépassements de limites.

Recommandation n°4

Faisant suite au §4.2.1.1, le bureau enquêtes accidents défense-air a également recommandé :

à Héli Union, en liaison avec la DGA, de procéder à une vérification du bon fonctionnement de l'ensemble des enregistreurs de bord des Fennec.

4.2.2. Nouvelles recommandations de sécurité

Recommandation n°5

Le programme d'entretien des AS 555 Fennec préconise de vérifier le fonctionnement des FDR tous les deux ans. Une carte de travail définit la méthode pour décharger les données de l'enregistreur mais rien n'existe pour contrôler la pertinence des données enregistrées.

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

à Héli Union, en liaison avec la DGA, d'inclure et de définir une procédure permettant à l'autorité d'emploi de s'assurer que l'ensemble des données enregistrées soit exact.

Recommandation n°6

Constatant uniquement des dégâts sur l'appareil, l'équipage a demandé un moyen de tractage pour évacuer le plus rapidement possible la piste.
D'une manière générale, la compréhension d'un évènement aérien requiert l'analyse de l'appareil mais également de la zone où il s'est produit.

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

aux autorités d'emploi de sensibiliser les équipages et les personnes de la chaîne « sécurité des vols » sur la nécessité de conserver l'appareil sur le lieu de l'évènement, dans la mesure du possible.

Recommandation n°7

Le manuel d'entretien des AS 555 Fennec indique les actes de maintenance à réaliser lors d'un « *surcouple en condition de vol mono-moteur ou en panne simulée* » dans les deux cas suivants :

- « *panne réelle d'un moteur* » ;
- « *surcouple supérieur à 130%* ».

Cette formulation ne couvre pas le cas d'une panne simulée ou d'un arrêt volontaire d'un moteur en vol.

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

à Airbus Helicopters de modifier le manuel d'entretien afin qu'il prenne en compte explicitement l'ensemble des cas nécessitant une maintenance suite à un surcouple.

Recommandation n°8

Le manuel de vol et la documentation de l'armée de terre ne préconisent la réalisation d'aucun test pour vérifier les performances en mode « école ».

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

à Airbus Helicopters de modifier le manuel de vol pour introduire un test qui permette de s'assurer du bon fonctionnement de la régulation en mode « école ».

Recommandation n°9

Faisant suite au §4.2.2.4, le bureau enquêtes accidents défense-air recommande également:

à l'armée de terre de modifier sa documentation pour introduire un test qui permette de s'assurer du bon fonctionnement de la régulation en mode « école ».

Recommandation n°10

Au cours de l'évènement, le déclenchement de la balise de détresse a incité le PCB à effectuer une inspection visuelle immédiate de l'appareil. L'enquête montre qu'en l'absence de balise ou de déclenchement de celle-ci, cette inspection n'est pas systématique.

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

aux autorités d'emploi de sensibiliser les équipages sur la nécessité, après tout poser dur, de vérifier l'intégrité de l'appareil avant de redécoller.

PAS DE TEXTE

ANNEXE

ANNEXE 1 Listes des paramètres enregistrés dans le CVFDR34

ANNEXE 1

Listes des paramètres enregistrés dans le CVFDR

IAS (<i>Indicated Air Speed</i>)
Altitude pression
Accélération verticale
Assiette verticale
Assiette longitudinale
Cap
Longitude
Latitude
Direction du vent
Vitesse du vent
Dérive
Couple moteur 1
Couple moteur 2
Régime rotor
OAT (<i>Outside Air Temperature</i>)
T4 moteur 1
T4 moteur 2
Régime moteur NG 1
Régime moteur NG 2
Master warning
Alarme feu moteur 1
Alarme feu moteur 2
Alarme pression d'huile BTP ¹⁷
Alarme radio sonde
Alarme température huile BTP
Alarme feu BTP
Alarme température batterie
Frein rotor
Alarme SERVO
Alarme HYD (hydraulique)
Alternat TB pilote
Alternat TB copilote

¹⁷BTP : boîte de transmission principale