

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT

D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air A-2016-011-I

Date de l'évènement 23 août 2016

Lieu République de Centrafrique

Type d'appareil AS 555 AN Fennec

Immatriculation F-RAWA / n°5506

Organisme Armée de l'air

Unité Détachement Fennec de la force SANGARIS

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 heure légale française.

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

	BEAD-air.....	Page de garde
Figure 1	<i>Google Map</i> / BEAD-air.....	15
Figure 2	Armée de l'air / BEAD-air.....	15
Figure 3	Armée de l'air / BEAD-air.....	16
Figure 4	BEAD-air.....	16
Figure 5	<i>National Transportation Safety Board</i>	19
Figure 6	Airbus Helicopters / BEAD-air.....	22
Figure 7	Armée de l'air.....	22
Figure 8	DGA Techniques aéronautiques.....	23
Figure 9	DGA Techniques aéronautiques.....	23
Figure 10	<i>Google Earth</i> / BEAD-air.....	24
Figure 11	<i>Google Earth</i> / BEAD-air.....	25

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
CREDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	3
TABLE DES MATIERES	4
GLOSSAIRE	5
SYNOPSIS	7
1. Renseignements de base	9
1.1. Déroulement du vol	9
1.2. Dommages aux personnes	10
1.3. Dommages à l'aéronef	10
1.4. Autres dommages	10
1.5. Renseignements sur le personnel	11
1.6. Renseignements sur l'aéronef	12
1.7. Conditions météorologiques	13
1.8. Aides à la navigation	14
1.9. Télécommunications	14
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	14
1.11. Enregistreurs de bord	14
1.12. Renseignements sur l'aéronef et sur la zone d'impact	15
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	17
1.14. Incendie	17
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	18
1.16. Essais et recherches	18
1.17. Renseignements sur les organismes	18
1.18. Renseignements supplémentaires	19
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	20
2. Analyse	21
2.1. Expertises	21
2.2. Séquence de l'évènement	24
2.3. Recherche des causes de l'évènement	26
3. Conclusion	33
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'évènement	33
3.2. Causes de l'évènement	33
4. Recommandations de sécurité	35
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement	35
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'évènement	36
ANNEXES	37
ANNEXE 1 LISTE DES PARAMETRES ENREGISTRES DANS LE CVFDR	38
ANNEXE 2 LETTRE-SERVICE EUROCOPTER N°1673-67-04 DU 04 FEVRIER 2005	39

GLOSSAIRE

CDB	commandant de bord
CEMPN	centre d'expertise médicale du personnel navigant
CIEH	centre d'instruction des équipages d'hélicoptères
CVFDR	<i>cockpit voice and flight data recorder</i> – enregistreur de voix et paramètres de vols
EH	escadron d'hélicoptères
ft	<i>feet</i> - pied (1 ft \approx 0,30 mètre)
kt	<i>knots</i> - nœuds (1 kt \approx 1,852 km/h)
LTE	<i>loss of tail rotor effectiveness</i> - perte de l'efficacité du rotor de queue
PF	pilote en fonction
PG	pas général
QRF	<i>quick reaction force</i> – force de réaction rapide
RAC	rotor anti-couple
RCA	République de Centrafrique
TE	tireur d'élite

PAS DE TEXTE

SYNOPSIS

Date de l'évènement : 23 août 2016
Lieu de l'évènement : République de Centrafrique
Organisme : armée de l'air
Commandement opérationnel : force SANGARIS
Unité : détachement Fennec
Aéronef : AS 555 AN Fennec
Nature du vol : vol d'accoutumance aux missions en RCA
Nombre de personnes à bord : 4

Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Le mardi 23 août 2016, dans le cadre d'un vol d'accoutumance, l'équipage d'un hélicoptère Fennec décolle à 9h00 du camp M'Poko, en République de Centrafrique, pour effectuer un exercice d'appui feu en très basse altitude.

L'équipage est composé d'un commandant de bord (CDB) en place gauche, d'un copilote en place droite et de deux tireurs d'élite (TE) en soute.

Le commandant de bord, alors pilote en fonction (PF), se présente dans l'intention d'effectuer une passe de tir fictive. Une fois la présentation terminée, le CDB débute un virage par la gauche pour s'éloigner de l'objectif. L'équipage perçoit à ce moment-là une perte soudaine d'efficacité du rotor anti-couple (RAC) : l'appareil effectue un peu plus de deux tours sur lui-même vers la gauche sans que le CDB ne puisse arrêter la rotation. A l'issue, il parvient à la ralentir et à retrouver une assiette faible. Le CDB réalise un atterrissage forcé dans la végétation.

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 officier pilote ayant une expertise sur AS 555 AN Fennec.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur AS 555 AN Fennec.
- Un médecin breveté de médecine aéronautique.

Autres experts consultés

- Laboratoire RESEDA (restitution des enregistreurs d'accident).
- DGA Essais propulseurs.
- DGA Techniques aéronautiques.
- Airbus Helicopters.

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air est prévenu téléphoniquement le 23 août 2016. L'équipe d'enquête se réunit au camp M'Poko le vendredi 26 août 2016.

PAS DE TEXTE

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Type de vol : vol d'accoutumance regroupant deux entraînements dénommés AFEU TE et PIL TBA¹

Type de mission : CAM T²

Point de départ : camp M'Poko

Heure de départ : 9h00

Point d'atterrissage prévu : camp M'Poko

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

Le CDB et le copilote sont arrivés depuis trois jours sur le théâtre. Les tireurs d'élite sont présents depuis deux mois.

Dans le cadre de vols d'accoutumance, l'équipage effectue un exercice d'appui feu en très basse altitude³. L'objectif est triple :

- entraîner l'équipage au vol très basse altitude ;
- entraîner les tireurs d'élite ;
- créer une synergie d'équipage entre les pilotes et les tireurs d'élite.

Le vol est programmé la veille. La préparation du vol est réalisée le matin. La zone d'entraînement choisie se situe à environ 5 km au sud-ouest du camp et est connue de l'équipage. Un briefing est effectué 35 minutes avant le décollage.

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

L'équipage décolle à 9h00 du camp M'Poko à destination de la zone d'entraînement. Durant la première partie du vol, le copilote est pilote en fonction. Une fois arrivé au niveau de la zone d'entraînement, il effectue une reconnaissance puis réalise trois passes avec simulation de tir. A l'issue, le CDB devient PF. Il se présente une première fois pour un tir fictif. Il ne se positionne pas comme il le souhaite par rapport à l'objectif et décide de se présenter une nouvelle fois.

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

A l'issue de cette deuxième présentation, le CDB s'éloigne de l'objectif en effectuant un virage à gauche.

Au cours de celui-ci, il constate un comportement incohérent de l'appareil : l'hélicoptère a un cadencement⁴ vers la gauche trop important.

¹ Appui feu pour les tireurs d'élite et pilotage en très basse altitude pour les pilotes.

² Circulation aérienne militaire tactique.

³ Le plancher du vol est fixé à 10 ft (*feet* - pied (1 ft ≈ 0,30 mètre)).

⁴ Mouvement de rotation autour de l'axe de lacet.

Pour contrer ce mouvement, le CDB amène le palonnier droit en butée et augmente le pas général (PG). La rotation s'accélère. Il s'ensuit une rotation sans que le CDB ne parvienne à reprendre le contrôle de l'appareil. Il diminue ensuite le PG. La vitesse de rotation diminue. Après environ 2,5 tours, il parvient à reprendre une assiette plus proche de l'assiette de poser et effectue un atterrissage forcé.

Le poser n'est pas ressenti comme dur et la balise de détresse ne s'est pas déclenchée.

Le TE droit et le copilote effectuent une inspection visuelle et constatent que le patin droit est sectionné. Le CDB rend compte au camp M'Poko et interrompt sa mission.

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

1.1.3. Localisation

- Lieu : République de Centrafrique
- Moment : jour
- Aéroport le plus proche au moment de l'évènement : Bangui (FEFF)

1.2. Dommages aux personnes

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 AN Fennec			X	

1.4. Autres dommages

Sans objet.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Commandant de bord

- Age : 31 ans
- Unité d'affectation : escadron d'hélicoptères (EH) 5.67 Alpilles
 - fonction dans l'unité : chef de la section activité aérienne
 - fonction sur le théâtre : chef de détachement
- Formation :
 - qualification : CDB
 - école de spécialisation : centre d'instruction des équipages d'hélicoptères (CIEH)
 - année de sortie d'école : 2012
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont AS 555 AN Fenec	sur tout type	dont AS 555 AN Fenec	sur tout type	dont AS 555 AN Fenec
Total (h)	1 338 (A+H) ⁵ 1 017 (H) ⁶	930	144	144	14	14
Dont nuit	183	154	22	22	4	4

- Date du dernier vol sur l'aéronef comme pilote :
 - de jour : 22 août 2016
 - de nuit : 22 août 2016 (en fin de nuit du 21 au 22 août, entre 3h00 et 5h30)
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte verte
 - date d'expiration : 31 janvier 2017

1.5.2. Copilote

- Age : 26 ans
- Unité d'affectation : EH 3.67 Parisis
 - fonction dans l'unité : correspondant de l'officier de sécurité des systèmes d'information de l'unité
 - fonction sur le théâtre : chef opérations
- Formation :
 - qualification : CDB
 - école de spécialisation : CIEH
 - année de sortie d'école : 2014

⁵ Avion + hélicoptère.

⁶ Hélicoptère.

- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont AS 555 AN Fennec	sur tout type	dont AS 555 AN Fennec	sur tout type	dont AS 555 AN Fennec
Total (h)	840 (A+H) 640 (H)	520	130	130	38	38
Dont nuit	120	80	14	14	8	8

- Date du dernier vol sur l'aéronef comme pilote :
 - de jour : 22 août 2016
 - de nuit : 22 août 2016 (en fin de nuit du 21 au 22 août, entre 3h00 et 5h30)
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte verte
 - date d'expiration : 30 novembre 2016

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de l'air
- Commandement opérationnel d'appartenance : force SANGARIS
- Base aérienne de stationnement : camp M'Poko
- Unité d'affectation : détachement Fennec
- Type d'aéronef : AS 555 AN Fennec
- Configuration : soute lisse + blindage
- Caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	AS 555 AN Fennec	5506	5 952	VP ⁷ : 523	VI ⁸ : 78
Moteur G	ARRIUS 1M	1103	4 675	VP600 ⁹ : 232	VP150 ¹⁰ : 79
Moteur D	ARRIUS 1M	1154	2 803	VP600 : 28	VP150 : 28

⁷ Visite périodique toutes les 600 h ou 24 mois.

⁸ Visite intermédiaire toutes les 150 h.

⁹ Visite périodique toutes les 600 h.

¹⁰ Visite périodique toutes les 150 h.

1.6.1. Maintenance

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

1.6.2. Performances

Aucune réserve de vol en lien avec la survenue de l'évènement n'est inscrite sur la documentation.

1.6.3. Masse et centrage

La masse de l'appareil au décollage est de 2 515 kg.

La masse estimée de l'appareil au moment de l'évènement est de 2 475 kg.

Le centrage est dans les normes.

1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : F-35
- Quantité de carburant au décollage : 350 L
- Quantité de carburant restant au moment de l'évènement : 300 L

1.6.5. Autres fluides

Sans objet.

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions

Le service météorologique de Bangui prévoit les conditions suivantes pour la période de l'évènement : « du vent du 210° pour 6 kt¹¹, une visibilité supérieure à 10 km, des orages, des nuages épars à 1 000 ft, quelques nuages à 3 300 ft avec présence de cumulonimbus, devenant entre 9h00 et 11h00 un ciel couvert à 1 600 ft, quelques nuages à 3 300 ft avec présence de cumulonimbus ».

¹¹ *knots* - nœuds (1 kt ≈ 1,852 km/h).

1.7.2. Observations

Les METAR¹² indiquent les conditions météorologiques suivantes :

Heure	Vent	Visibilité	Nébulosité	Température	QNH
8h00	Du 220° pour 5 kt	8 km	Peu de nuages à 1 000 ft Peu de nuages à 3 300 ft, présence de cumulonimbus	26 °C	1 014
9h00	Du 280° pour 4 kt	Supérieure à 10 km	Couvert à 1 600 ft	28 °C	1 014
10h00	Variable pour 5 kt	Supérieure à 10 km	Couvert à 1 600 ft Peu de nuages à 3 300 ft, présence de cumulonimbus	29 °C	1 015

1.8. Aides à la navigation

L'appareil est équipé d'un GPS.

1.9. Télécommunications

L'équipage est en communication avec la tour de contrôle de l'aéroport sur la fréquence tour ainsi qu'avec le central opérations du camp M'Poko.

1.10. Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

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 AN Fennec a été réalisée dans le cadre du marché « Mise à niveau OACI¹³ des hélicoptères Fennec de l'ALAT¹⁴ 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.

¹² METeorological Aerodrome Report : message d'observation météorologique.

¹³ Organisation de l'Aviation Civile Internationale.

¹⁴ Aviation légère de l'armée de terre.

1.12. Renseignements sur l'aéronef et sur la zone d'impact

1.12.1. Examen de la zone

La zone de l'évènement comporte une végétation variée : des arbres, des cultures et des herbes hautes.

Nota : la photo ci-dessous ne représente pas la végétation réelle au moment de l'évènement. Les champs labourés ne l'étaient pas lors de l'incident.



Figure 1 : localisation du lieu de poser

L'appareil est posé à proximité d'arbres. Au moment de l'évènement, le sol est humide et meuble.



Figure 2 : vues du lieu de poser

1.12.2. Examen de l'aéronef

Le patin droit est sectionné au niveau de l'attache de l'arceau avant.



Figure 3 : endommagement du patin droit

L'arceau avant est déformé sur la partie droite¹⁵.



Figure 4 : endommagement de l'arceau droit

¹⁵ Partie droite, place pilote.

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : visite systématique de contrôle de l'aptitude médicale du personnel navigant à l'unité (référence : centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN) du 10 novembre 2015)
 - date : 4 mai 2016
 - résultat : apte
 - validité : 6 mois
- Examens biologiques¹⁶ : effectués
- Blessures : aucune

1.13.2. Copilote

- Dernier examen médical :
 - type : visite systématique de contrôle de l'aptitude médicale du personnel navigant à l'unité (référence : CEMPN du 22 juin 2015)
 - date : 12 juillet 2016
 - résultat : apte
 - validité : 6 mois
- Blessures : aucune

1.13.3. Tireur d'élite gauche

- Dernier examen médical :
 - type : visite médicale périodique
 - date : 16 novembre 2015
 - résultat : apte
 - validité : 1 an
- Blessures : aucune

1.13.4. Tireur d'élite droit

- Dernier examen médical :
 - type : visite médicale périodique
 - date : 20 novembre 2015
 - résultat : apte
 - validité : 1 an
- Blessures : aucune

1.14. Incendie

Sans objet.

¹⁶ Les examens biologiques n'ont été pratiqués que sur le pilote en fonction.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1. Abandon de bord

Sans objet.

1.15.2. Organisation des secours

Dès l'observation des dégâts sur l'appareil, le CDB prévient le camp M'Poko de l'évènement. Aussitôt, une QRF¹⁷ est mise en place par voie routière. L'équipage attend son arrivée rotor tournant, les TE sécurisant la zone de poser. La QRF arrive sur les lieux de l'incident une heure et douze minutes après l'évènement. Elle est composée notamment de mécaniciens du détachement Fennec ainsi que d'une équipe médicale. L'équipage arrête les moteurs à l'arrivée de la QRF.

Les mécaniciens inspectent l'appareil. Hormis le patin droit sectionné, aucun autre dégât n'est visible. L'hélicoptère est rapatrié par voie routière sur le camp.

1.16. Essais et recherches

Sans objet.

1.17. Renseignements sur les organismes

Le détachement Fennec à Bangui est inclus dans l'opération SANGARIS (mission sous mandat de l'ONU). Il est composé d'un hélicoptère mis en œuvre et soutenu par 15 personnes de l'armée de l'air.

Le détachement a les missions suivantes :

- soutien de la force française ;
- appui feu (canon, TE) ;
- appui renseignement ;
- aérotransport : transport de personnel et / ou de matériel ;
- évacuation sanitaire.

¹⁷ *Quick reaction force.*

1.18. Renseignements supplémentaires

Sur un hélicoptère équipé d'un seul rotor principal, l'équilibre en lacet est assuré lorsque la force générée par le RAC compense la rotation de la cellule induite par la rotation du rotor principal. Lorsque le RAC est confronté à une modification locale de l'aérodynamie (essentiellement de la direction du vent relatif), la force exercée par le rotor arrière peut varier très rapidement. Le pas collectif du rotor arrière qui assurait l'équilibre en lacet, et donc la position correspondante des palonniers, devient inadapté. Cela provoque un départ en rotation autour de l'axe de lacet. Si une correction est immédiatement apportée, ce départ peut être arrêté avec une faible amplitude de commande. Si la correction est retardée ou ne peut être appliquée suffisamment rapidement (cas d'une évolution très rapide et soudaine de l'aérodynamie), la position d'équilibre peut évoluer très rapidement et une action de grande amplitude devient nécessaire pour arrêter le mouvement de lacet.

Ce phénomène est appelé « départ involontaire en lacet » (ou *unanticipated yaw*). Il est aussi décrit dans certaines littératures par l'expression « perte d'efficacité du rotor anti-couple » (ou *loss of tail rotor effectiveness - LTE*). Cette dernière est cependant trompeuse car elle suggère la présence d'un dysfonctionnement mécanique, ce qui n'est pas le cas.

Ce phénomène ne se produit qu'à des vitesses inférieures à 30 kt et sur des appareils munis d'un seul rotor principal. Plusieurs facteurs peuvent expliquer son apparition :

- une modification de l'écoulement d'air autour du rotor anti-couple, causée par une variation du vent (en force et/ou direction) ou par une interférence/interaction avec l'écoulement d'air généré par le rotor principal ;
- des évolutions à vitesse inférieure à celle d'efficacité de la dérive ;
- des évolutions à haute altitude et à forte masse ;
- des évolutions dans des zones de turbulences (proximité de bâtiments ou de lignes de crêtes).

Le graphique ci-dessous montre les secteurs de vent qui peuvent contribuer à l'apparition d'un départ involontaire en lacet pour des hélicoptères ayant un rotor principal tournant dans le sens horaire :

- secteur 1 : vent pouvant être à l'origine d'instabilité liée à un risque de VORTEX du RAC ;
- secteur 2 : vent pouvant être à l'origine d'interférence entre le souffle du rotor principal et le RAC ;
- secteur 3 : vent pouvant être à l'origine d'apparition de cadence liée à l'effet girouette.

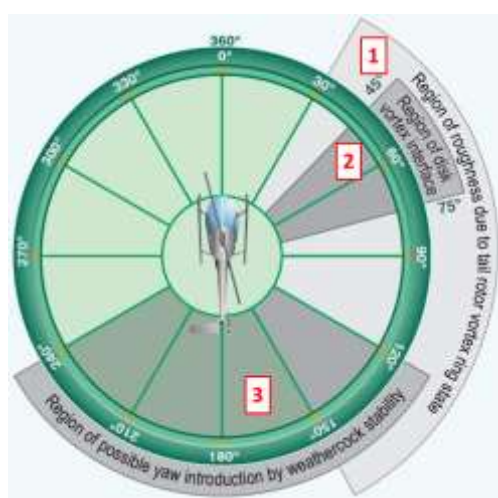


Figure 5 : direction du vent relatif pouvant occasionner un départ involontaire en lacet

La probabilité d'apparition d'un départ involontaire en lacet augmente :

- au fur et à mesure que la vitesse diminue ;
- au cours d'un virage à gauche pour les hélicoptères dont le rotor principal tourne dans le sens horaire comme c'est le cas pour le Fenec (ou au cours d'un virage à droite pour les hélicoptères dont le rotor principal tourne dans le sens anti horaire).

Lorsque ce phénomène apparaît, une modification de la commande de pas collectif ne permet pas de retrouver le contrôle de l'appareil. Ainsi, Airbus Helicopters rappelle (cf. annexe 2) :

- « l'augmentation du pas collectif augmente le couple au rotor principal et par voie de conséquence accélère encore la rotation à gauche. Il s'ensuit une perte de contrôle de l'appareil. » ;
- « l'abaissement brutal du pas collectif peut amener l'appareil en rotation à s'incliner sur le côté après le contact avec le sol. ».

Pour récupérer le contrôle de l'hélicoptère, « une action immédiate et d'amplitude importante sur le palonnier droit doit être entreprise et maintenue pour arrêter la rotation à gauche. Ne pas hésiter à aller jusqu'à la butée à droite ».

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Sans objet.

2. ANALYSE

L'analyse qui suit se décompose en trois parties. La première synthétise les résultats des différentes expertises. La deuxième décrit la séquence de l'évènement. La troisième cherche à identifier les causes de cet incident.

2.1. Expertises

2.1.1. Masse de l'appareil et puissance disponible

La masse maximale autorisée de l'AS 555 AN Fennec est de 2 600 kg. L'appareil décolle à 2 515 kg.

Lorsque l'évènement intervient, la température extérieure est de 28 °C et l'appareil est à une masse d'environ 2 475 kg. Dans ces conditions, l'appareil peut effectuer :

- le stationnaire DES (dans l'effet de sol) jusqu'à une altitude de l'ordre de 7 500 ft ;
- le stationnaire HES (hors effet de sol) jusqu'à une altitude de l'ordre de 5 500 ft.

Au moment de l'évènement, l'appareil est à une altitude d'environ 1 300 ft.

Durant son vol, l'appareil a une masse conforme à la documentation et dispose d'une réserve de puissance suffisante.

2.1.2. Commande de lacet

Le Fennec est un hélicoptère équipé d'un rotor anti-couple non caréné. Le pilote, via les palonniers, commande le calage des pales du RAC. Ainsi, sur un appareil dont le rotor principal tourne dans le sens horaire¹⁸, lorsque le pilote appuie sur la pédale droite, le calage des pales du RAC augmente, ce qui accroît la valeur de la force aérodynamique. Un appui sur la pédale gauche produit un effet inverse.

L'analyse de la chaîne de commande de calage des pales du RAC montre un écart par rapport au manuel d'entretien.

La chaîne de commande de lacet présente un réglage incorrect.

¹⁸ Vue de dessus, les pales tournent dans le sens horaire.

2.1.3. Amortisseurs

Le Fennec est équipé de deux amortisseurs. Ils sont fixés entre l'arceau avant et le plancher, tel que représenté sur la figure ci-dessous.

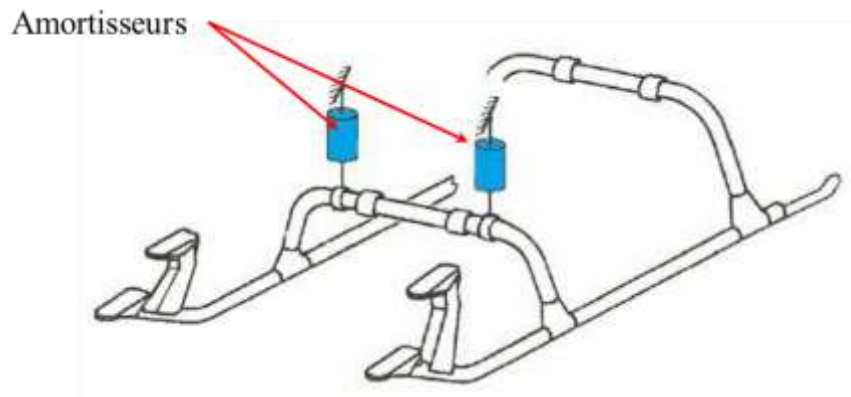


Figure 6 : représentation de l'emplacement des amortisseurs sur l'AS 555 AN Fennec

Ils ont pour rôle de prévenir le phénomène de résonance lors des phases de démarrage et d'arrêt des moteurs. Ils ne participent que très modestement à la dissipation de l'énergie lors de l'atterrissage.

L'expertise montre un fonctionnement des deux amortisseurs conforme aux spécifications.

2.1.4. Patin droit

Le Fennec est un hélicoptère qui comporte deux patins, reliés à la cellule par deux arceaux.



Patin droit Arceau avant Patin gauche Arceau arrière

Figure 7 : vue des arceaux et patins d'un AS 555 AN Fennec

Une fois l'hélicoptère posé, l'équipage constate que le patin droit est rompu au niveau de l'attache de celui-ci avec l'arceau avant.



Figure 8 : vue côté intérieur de la rupture



Figure 9 : vue côté extérieur de la rupture

L'expertise montre qu'il s'agit d'une rupture statique.

La rupture du patin droit est la conséquence de l'impact avec le sol.

2.2. Séquence de l'évènement

Le schéma suivant montre la trajectoire de l'équipage lors des différentes présentations.

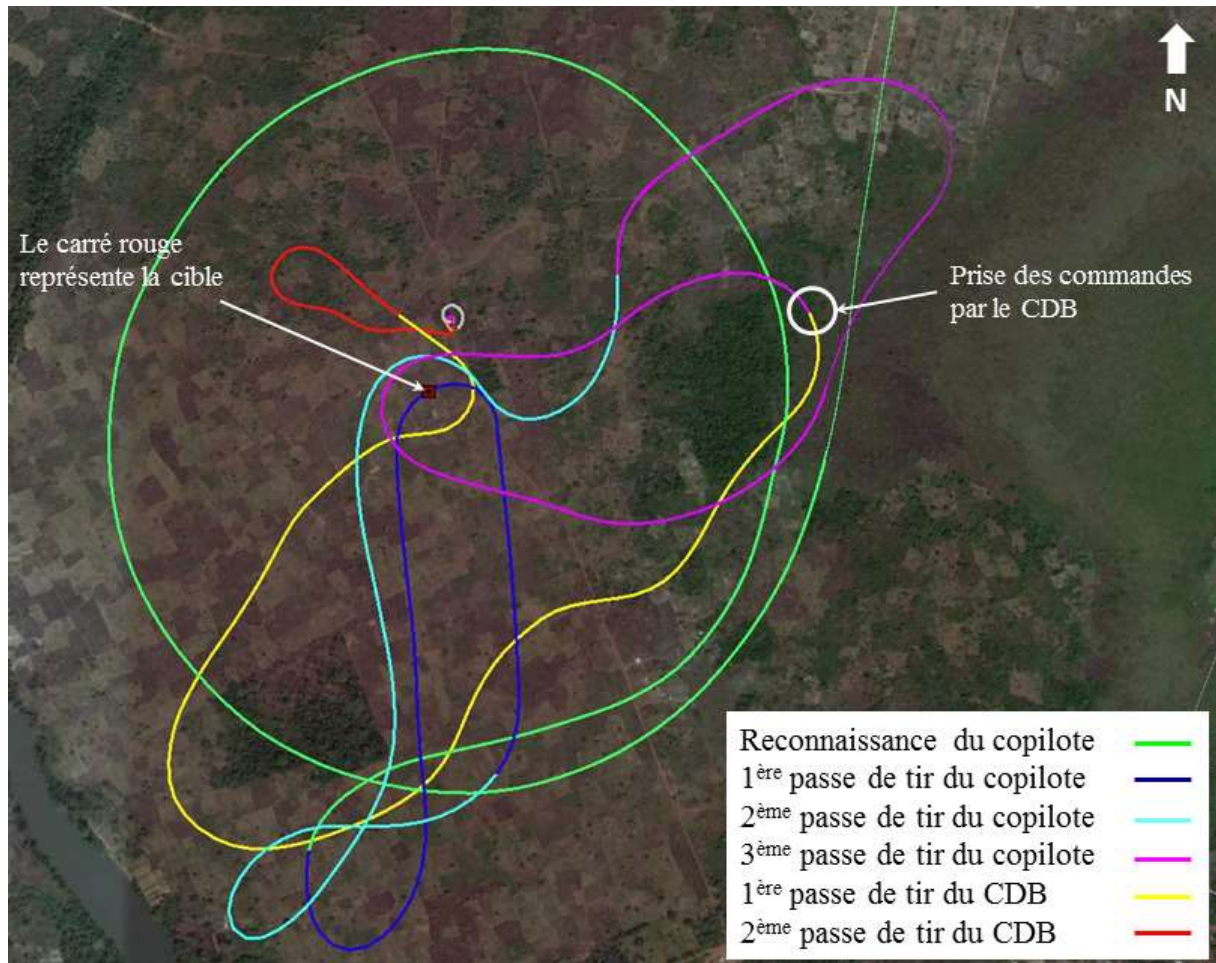


Figure 10 : visualisation de la trajectoire de l'appareil

La séquence d'évènement retenue est établie à partir des données enregistrées par le CVFDR et des témoignages de l'équipage.

Le CDB prend les commandes à environ 900 m à l'est de la cible. Il se dirige alors vers le sud afin de débiter son approche sur l'objectif. Sa présentation l'amène à passer à l'est de la cible, ce qui ne permet pas au TE d'effectuer un tir fictif car pour cette partie de l'exercice, l'entraînement est au profit du TE droit. Le CDB prend alors le cap 306° puis effectue un virage à gauche pour réaliser une seconde présentation.

Nota : la référence de temps (T_0) choisie correspond au moment estimé de la survenue de la perte de contrôle.

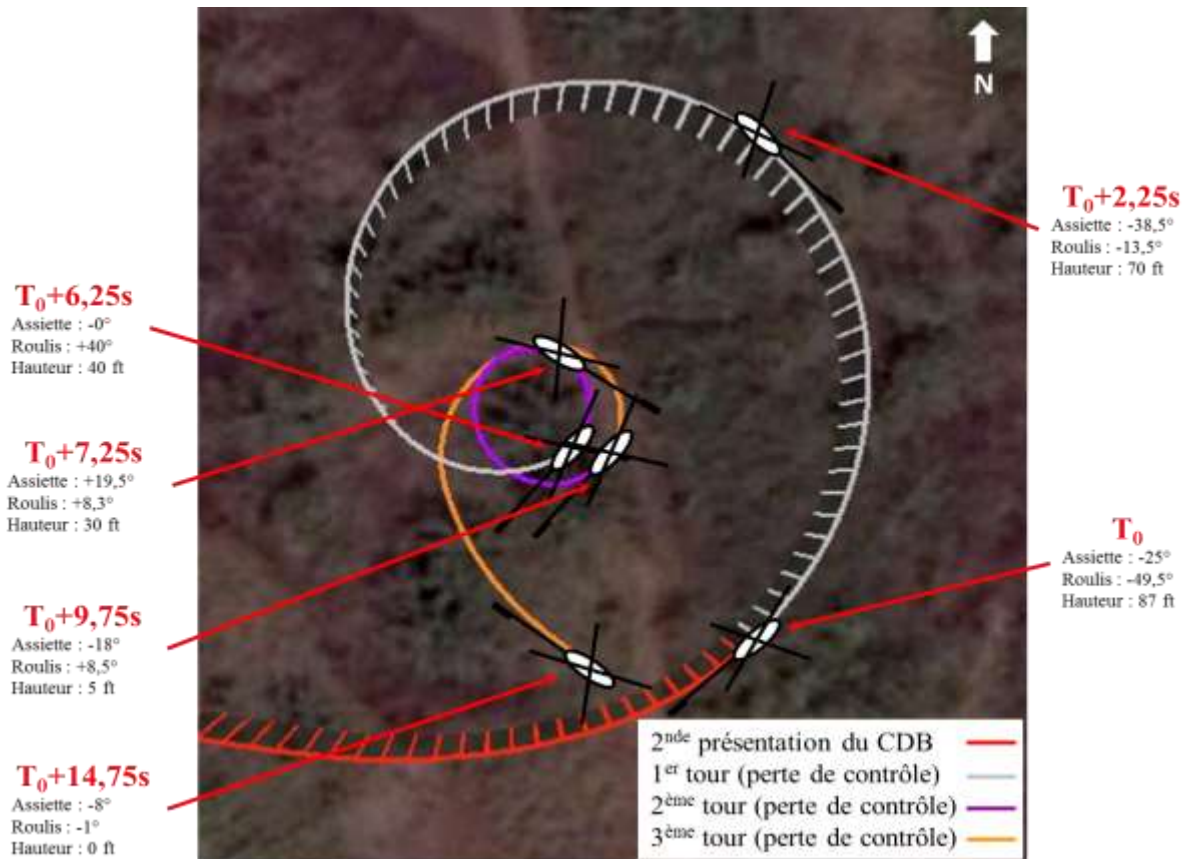


Figure 11 : visualisation de la trajectoire finale de l'appareil

A la fin de sa seconde présentation, le CDB souhaite s'éloigner de l'objectif par un virage à gauche. Quelques instants après l'avoir débuté, il perçoit un mouvement non commandé de l'appareil. Il ressent un cadencement vers la gauche, comme si la dérive de l'appareil allait « lui passer devant ».

Cela survient alors que le CDB est en discussion avec l'équipage sur la présentation qu'il vient d'effectuer. De ce fait, il ne se rend pas compte immédiatement qu'un évènement anormal se produit. Dès qu'il le perçoit, il cherche dans un premier temps à reprendre de la vitesse afin de bénéficier de l'efficacité de la dérive. Pour ce faire, il effectue une action à piquer tout en augmentant le PG (pas général). Cela n'a pas le résultat escompté. Au contraire, l'augmentation du PG induit une augmentation du couple au niveau du rotor principal et par conséquent une augmentation en réaction de la vitesse de rotation de l'appareil. Ainsi, alors que l'hélicoptère met 6,25 s pour effectuer le 1^{er} tour, il n'en met que 3,5 pour réaliser le 2^{ème}.

Le CDB diminue alors le PG et parvient à reprendre un peu le contrôle de l'appareil. Même si l'hélicoptère est toujours en rotation, il arrive à prendre une assiette proche de celle du poser quelques instants avant que les patins ne touchent le sol, 14,75 s après le début de la perte de contrôle.

Le CDB, sans en avoir jamais eu conscience, a été confronté à un départ involontaire en lacet¹⁹.

¹⁹ Cf. §1.18

2.3. Recherche des causes de l'évènement

2.3.1. Causes environnementales

Les conditions aérologiques, de température et de visibilité sont connues de l'équipage et compatibles avec le vol.

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

2.3.2. Causes techniques

Les expertises ont montré que la chaîne de commande de lacet présente un réglage non conforme. Cela implique que toute la plage de puissance du rotor anti-couple n'est pas disponible pour l'équipage. Ainsi, lorsque le pilote met le palonnier en butée à droite ou à gauche, il manque environ 5 % de puissance.

Tant que le pilote ne met pas le palonnier en butée, le contrôle de l'appareil selon l'axe de lacet est conforme à l'attendu.

Le mauvais réglage de la chaîne de commande de lacet n'est pas à l'origine de l'évènement. Cependant, cela a pu contribuer à une récupération plus tardive de la situation par l'équipage.

2.3.3. Causes relevant des facteurs organisationnels et humains

2.3.3.1. Nature du vol

L'évènement a lieu lors d'un vol planifié dans le cadre de la relève montante des pilotes du détachement. L'objectif du vol est triple :

- entraînement de l'équipage au vol en très basse altitude ;
- entraînement des TE ;
- création d'une synergie entre les quatre membres d'équipage.

Le vol s'est déroulé au-dessus d'une zone située à environ 5 km de l'aéroport de Bangui. Il n'y a pas d'habitation autour de la zone qui ne présente aucun obstacle significatif. Cette zone est connue de l'équipage : les pilotes y ont déjà travaillé depuis leur arrivée sur le théâtre et les TE s'y entraînent régulièrement depuis deux mois.

Le vol s'inscrit dans un programme standard d'accoutumance au théâtre et ne présente pas de difficulté particulière.

2.3.3.2. Composition de l'équipage

L'équipage est constitué :

- d'un commandant de bord qui est également chef du détachement Fennec de la force SANGARIS ;
- d'un copilote récemment qualifié commandant de bord ;
- de deux TE.

Les deux pilotes sont arrivés depuis trois jours sur le théâtre. Bien que les deux pilotes aient déjà volé ensemble lors d'une campagne de tirs quelques mois auparavant, il s'agit de leur premier vol en équipage constitué sur le théâtre.

L'arrivée récente des deux pilotes sur le théâtre et une synergie d'équipage naissante peuvent avoir contribué à l'évènement.

2.3.3.3. Vulnérabilité du briefing

Il s'agit du premier briefing réalisé sans pilote de la relève descendante.

Le briefing a été réalisé en deux phases. Dans un premier temps, les quatre membres d'équipage assistent au briefing. Au cours de celui-ci, les attentes de chacun ainsi que la chronologie de l'entraînement ont été définies.

Dans un second temps, les deux pilotes ont terminé leur briefing en abordant les sujets tels que la répartition des tâches et la sécurité des vols.

Au cours des deux mois précédents, les TE ont acquis des automatismes avec certaines passes réalisées par l'ancien détachement. Lors du briefing, celles-ci ont été abordées. Cependant, une communication insuffisante entre les TE et les pilotes autour de la réalisation de celles-ci est à l'origine d'une incompréhension quant à leur mise en œuvre. Les pilotes, pensant avoir compris à quelle présentation les TE faisaient référence, et les TE, pensant que les pilotes étaient familiers de cette passe, n'ont pas approfondi les échanges sur celle-ci. Il en résulte une préparation imparfaite des pilotes à cette manœuvre.

Une communication imprécise entre les TE et les pilotes, autour des attentes concernant les passes de tir, n'a pas permis à l'équipage de préparer suffisamment l'ensemble des passes qui sera effectué pendant le vol.

2.3.3.4. Progressivité dans la réalisation de la passe de tir

Le copilote effectue trois passes de tir qui sont toutes réalisées en attaque oblique nulle²⁰. A l'issue, une discussion s'engage entre les TE et les pilotes à propos d'une passe de tir en dérapage à droite. Cette méthode présente l'avantage d'être plus « confortable » pour le TE car il n'a pas le défilement de la cible par rapport à l'hélicoptère à prendre en compte. Elle nécessite une dextérité supérieure de la part du pilote pour maintenir le dérapage.

Le copilote ne connaît pas cette présentation. Le CDB, qui dans un premier temps pense la connaître, décide de réaliser cette passe et prend les commandes. Après quelques échanges avec les TE, le CDB annonce qu'il n'a encore jamais fait une passe exactement identique.

Le CDB envisage d'effectuer cette passe de tir dès sa reprise des commandes, alors qu'il s'agit de son troisième vol depuis son arrivée sur le théâtre et de son premier sans pilote du détachement précédent.

Il exécute une première présentation qui n'aboutit pas. Il effectue ensuite une seconde présentation qui amènera à l'évènement.

Le manque de progressivité après le transfert des commandes est un facteur contributif de l'évènement.

2.3.3.5. Exécution d'une manœuvre méconnue

Au moment de débiter l'exécution de la passe demandée par le TE, le CDB pense la connaître. Cependant, après quelques échanges il s'aperçoit finalement qu'il ne la connaît pas aussi bien qu'il le pensait. Il poursuit cependant l'exécution de la passe sans effectuer un briefing spécifique sur cette manœuvre. Le TE donne des indications au CDB et commente en temps réel la manœuvre. Les pilotes sont pleinement concentrés sur les explications du tireur et sur la réalisation pratique de celle-ci. Aucune nouvelle répartition des tâches n'est effectuée.

L'absence de briefing avant de réaliser une manœuvre méconnue de l'équipage a conduit à une désorganisation du cockpit.

²⁰ L'attaque oblique nulle correspond à un dérapage nul.

2.3.3.6. Surveillance des paramètres

Au moment du transfert des commandes, le copilote indique qu'il ne connaît pas la passe de tir que s'apprête à exécuter le CDB. En outre, aucune nouvelle répartition des tâches n'est définie au sein du cockpit. Ainsi, en l'absence de demande formelle du CDB pour qu'il assure la surveillance des paramètres du vol, le copilote, souhaitant enrichir son expérience, adopte une posture d'observateur et se concentre sur la manœuvre que réalise le CDB et les explications formulées par le TE.

En l'absence de nouvelle répartition des tâches, le copilote se focalise sur la manœuvre que réalise le CDB, ce qui conduit à une absence de surveillance des paramètres.

Lors de la manœuvre, les capacités attentionnelles du CDB sont fortement sollicitées :

- il effectue sans préparation une manœuvre encore jamais réalisée, en suivant les consignes du TE ;
- il discute en continu avec l'équipage pour débriefer et ajuster la manœuvre en même temps qu'il la réalise.

Son attention est exclusivement focalisée sur la réalisation de la manœuvre avec comme référence visuelle la cible extérieure. Par conséquent, il délaisse le contrôle des paramètres dans la cabine. Il annonce qu'il passera haut pour le premier passage afin de se familiariser avec la manœuvre. Focalisé sur l'objectif de tir, il passe bas et s'en rend compte seulement à l'issue.

Lors des passes réalisées par le copilote, la vitesse descend ponctuellement sous les 40 kt au moment des tirs des TE et remonte rapidement à l'issue. Or, quand le CDB initie la manœuvre en s'éloignant de la cible, à l'issue de sa première présentation, la vitesse passe sous les 40 kt et ne revient jamais au-dessus : durant les 20 dernières secondes avant l'évènement, la vitesse est inférieure à 40 kt et durant les 8,5 s qui précèdent l'évènement, la vitesse est inférieure à 30 kt.

Les capacités attentionnelles du CDB sont fortement sollicitées durant la présentation, ce qui a conduit à une absence de surveillance des paramètres.

2.3.3.7. Vitesse

L'absence de surveillance des paramètres de vol, et notamment de la vitesse par les pilotes, les a conduit à évoluer à des vitesses très faibles pendant plusieurs secondes.

En effectuant un virage à gauche à ces faibles vitesses en présence d'un vent très faible venant du secteur arrière, les pilotes ont placé l'appareil dans une configuration propice à l'apparition d'un départ involontaire en lacet.

La vitesse trop basse est à l'origine de l'évènement.

2.3.3.8. Procédure de récupération

Le phénomène rencontré lors de l'évènement, un départ involontaire en lacet, est documenté et a fait l'objet d'une lettre-service par le constructeur (cf. annexe 2).

La procédure de récupération de ce phénomène consiste en une action immédiate et d'amplitude importante sur le palonnier droit qui doit être maintenue pour arrêter la rotation à gauche. Aucune action sur le PG n'est nécessaire. En revanche, une augmentation du PG entraîne un accroissement du couple du rotor principal et donc une amplification de la vitesse de rotation.

Le réglage incorrect de la commande de lacet décrit au §2.3.2 a probablement retardé la récupération de la situation par l'équipage. Toutefois, au vu des conditions le jour de l'évènement (masse, température, centrage, etc.), le pilote disposait d'une réserve de puissance suffisante pour contrer la rotation par une action sur le palonnier droit, et ce malgré ce réglage incorrect.

Il est très probable que le pilote n'ait pas eu une action suffisante (en amplitude et / ou en durée) au palonnier.

En cas d'urgence, l'automatisation des procédures est essentielle pour permettre aux pilotes de mettre en œuvre le plus rapidement la procédure adaptée. Les simulateurs Fennec ne permettent pas de reproduire ce phénomène. Par conséquent, les équipages ne peuvent pas s'entraîner et se mécaniser à la procédure de récupération.

Par ailleurs, le phénomène n'est décrit dans aucun manuel d'utilisation. Depuis la parution de cette lettre-service en 2005 (cf. annexe 2), l'exploitant n'a pas assuré, par un rappel régulier de son existence, la transmission pérenne de l'information. De ce fait, il est difficile pour les pilotes d'avoir connaissance de ce phénomène.

Bien qu'ayant déjà entendu parler de ce phénomène, le CDB n'a jamais eu conscience qu'il y était confronté. Il a tout d'abord mis le palonnier à droite pour contrer le cadencement à gauche. Ne constatant pas d'amélioration, il a ensuite augmenté la vitesse de l'appareil, par une augmentation du PG et une action à piquer, pour bénéficier de l'efficacité de la dérive. Cette action n'a pas eu le résultat escompté. Au contraire, elle a amplifié la vitesse de rotation à gauche. Dans sa représentation de la situation, il était alors en présence d'une perte de commande du RAC et a donc mis en place les actions correspondantes. Cependant, elles ne sont pas adaptées au départ involontaire en lacet.

L'absence d'un programme d'entraînement et / ou d'une description dans les manuels conduit à une méconnaissance au sein des équipages du départ involontaire en lacet. Celle-ci est ici à l'origine d'une réponse inadaptée.

Le phénomène de départ involontaire en lacet et ses conditions de récupération, sont peu, voire pas connus des pilotes. En conséquence, les premières actions réalisées par le commandant de bord ne sont pas adaptées à la situation. Ces actions ont pour effet d'amplifier le phénomène de rotation et ainsi d'aggraver la perte de contrôle de l'aéronef.

Cependant, après deux tours le pilote réussit à diminuer la vitesse de rotation en abaissant le collectif. Il récupère ainsi un certain degré de contrôle de l'aéronef. Il arrive alors à le remettre à plat et à amortir le poser.

La réaction finale du pilote et sa technicité ont permis de récupérer un certain contrôle de l'aéronef, ce qui a réduit fortement l'impact avec le sol et les conséquences pour l'équipage.

PAS DE TEXTE

3. CONCLUSION

L'évènement est un départ involontaire en lacet occasionné par des évolutions à trop faible vitesse suivi d'un poser dur.

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

Dans le cadre de vols d'accoutumance, un vol est programmé au profit d'un équipage composé d'un CDB en place gauche, d'un pilote en place droite et de deux TE.

L'objectif du vol est d'entraîner les pilotes au vol à très basse altitude, les TE à l'appui feu et de créer une synergie d'équipage entre les pilotes, arrivés sur le théâtre depuis 2 jours, et les TE, présents quant à eux depuis 2 mois.

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

L'équipage choisit une zone d'entraînement qu'il connaît, située à environ 5 km du camp.

Dans un premier temps, le copilote est PF. Il effectue une reconnaissance puis trois passes avec simulation de tir. Puis les commandes sont transférées au CDB qui effectue deux présentations.

Au cours de la deuxième présentation, alors que le CDB effectue un virage par la gauche, il perd le contrôle de l'appareil en lacet. L'hélicoptère fait environ 2 tours et demi sur lui-même avant que le pilote ne parvienne à reprendre partiellement le contrôle de l'appareil. Il effectue un atterrissage forcé.

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

3.2. Causes de l'évènement

Plusieurs éléments relevant du domaine des facteurs organisationnels et humains ont contribué à cet évènement :

- l'absence de sensibilisation et de formation des équipages vis-à-vis du phénomène de départ involontaire en lacet ;
- une synergie d'équipage naissante et un manque de communication durant le briefing ;
- un manque de progressivité dans la réalisation des passes de tir ;
- une absence de briefing avant la réalisation d'une manœuvre méconnue de l'équipage ;
- la vitesse trop faible, à l'origine du départ involontaire en lacet ;
- une surveillance imparfaite de la vitesse, due à une très forte sollicitation des ressources cognitives.

PAS DE TEXTE

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

4.1.1. Formation au phénomène de départ involontaire en lacet

L'enquête montre que le phénomène de départ involontaire en lacet rencontré par l'équipage le jour de l'évènement est peu connu des pilotes : certains ont une connaissance lointaine du phénomène, d'autres, aucune. La procédure à appliquer pour sortir de ces conditions et retrouver le contrôle de l'appareil est encore moins connue.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

aux autorités d'emploi mettant en œuvre des hélicoptères d'inclure dans les programmes de formation initiale et de formation continue une séquence théorique sur le départ involontaire en lacet et sur ses conditions de récupération.

R1-[A-2016-011-I]

4.1.2. Connaissance du phénomène de départ involontaire en lacet

Compte tenu du peu de connaissance qu'ont les pilotes sur les départs involontaires en lacet, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à Airbus Helicopters de diffuser régulièrement les lettre-service relatives au départ involontaire en lacet.

R2-[A-2016-011-I]

4.1.3. Exécution d'une manœuvre méconnue

La passe de tir effectuée au moment de l'évènement est méconnue des pilotes et n'a pas fait l'objet d'un briefing préalable suffisamment détaillé. Avant l'exécution de manœuvres méconnues de l'équipage, une communication précise sur la réalisation de celles-ci permet d'élaborer une stratégie d'action, de redéfinir le cas échéant la répartition des tâches, de comprendre les attentes de tous les membres d'équipage et *in fine* au pilote de disposer de davantage de ressources cognitives disponibles pour la surveillance des paramètres de vols.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

aux autorités d'emploi de sensibiliser régulièrement les pilotes sur l'importance de compléter en vol, chaque fois que nécessaire, le briefing initial lorsque des manœuvres méconnues sont rencontrées.

R3-[A-2016-011-I]

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

Néant.

ANNEXES

ANNEXE 1 Liste des paramètres enregistrés dans le CVFDR	38
ANNEXE 2 Lettre-service Eurocopter n°1673-67-04 du 04 février 2005	39

ANNEXE 1

Liste des paramètres enregistrés dans le CVFDR

<i>IAS (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
<i>OAT (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 ²¹
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

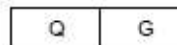
²¹BTP : boîte de transmission principale

ANNEXE 2

Lettre-service Eurocopter n°1673-67-04 du 04 février 2005



DIFFUSION / ISSUE
AUSGABE / PUBLICATION



Lettre-Service
N° 1673-67-04

Marignane, 04.02.05

Service à la Clientèle
Direction Technique Support

13725 Marignane Cedex - France
Tél. +33 (0)4.42.85.85.85 - Fax. +33(0)4.42.85.99.66
Télex HELIC 420806
Télégramme : EUROCOPTER Marignane

A l'attention de **tous Pilotes**,
pour **tous types d'hélicoptères** équipés d'un rotor anti-couple.

Rotations rotor principal dans le sens horaire

OBJET : **Rafraîchissement** concernant la **Maitrise de l'axe de LACET**
de tous les hélicoptères dans certaines conditions de vol

Les commentaires techniques de cette Lettre-Service sont valables pour les rotors principaux tournant dans le sens horaire vus de dessus. Pour les rotors tournant dans le sens anti-horaire, se référer à la Lettre-Service N° 1692-67-04.

Réf. : Premier rappel = L.S. n° 1518-67 du 26.04.2001



Cher Client,

L'analyse des causes d'incidents graves ou d'accidents d'hélicoptères amène EUROCOPTER à procéder à quelques rappels concernant la maîtrise de l'axe de LACET dans certains cas de vol.

1 - CONTEXTE :

Divers événements aériens, survenus près du sol à très faible vitesse, avec des conditions de vents faibles, sur des appareils équipés soit de rotors arrière classiques, soit de Fenestrons, ont eu lieu selon le scénario suivant :

A partir du vol stationnaire, au décollage à très faible vitesse, le Pilote amorce un virage vers la gauche à quelques mètres du sol par action sur les palonniers vers la position neutre : l'appareil engage la rotation qui s'accélère jusqu'au moment où le Pilote tente de l'arrêter par action sur le palonnier droit.

Dans les divers cas ayant conduit à la perte de la maîtrise de l'axe de lacet, l'action sur le palonnier droit n'a pas été suffisante (amplitude/durée) pour stopper la rotation aussi rapidement que le Pilote l'aurait souhaité.

L'appareil continuant à tourner, le Pilote diagnostique généralement une panne du rotor arrière (totale ou partielle) et décide soit de s'éloigner du sol pour prendre de la vitesse, soit de s'en rapprocher.

Dans le premier cas, l'augmentation du pas collectif augmente le couple au rotor principal et par voie de conséquence accélère encore la rotation à gauche. Il s'ensuit une perte de contrôle de l'appareil.

Dans le second cas, l'abaissement brutal du pas collectif peut amener l'appareil en rotation à s'incliner sur le côté après contact avec le sol.

Les investigations menées dans ces événements n'ont jamais décelé de défectuosité sur les commandes de vol et sur l'ensemble rotor arrière.

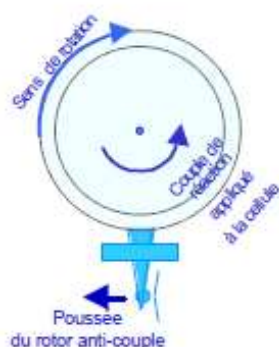
Par ailleurs, les conditions d'altitude et de masse plaçaient les rotors arrière loin de leurs performances maximales.

EUROCOPTER, S.A.S au capital de 551 962 907,10 Euros, immatriculée au R.C.S. d'Air-en-Provence sous le n° B 352 383 715
dont le Siège social est situé Aéroport International Marseille-Provence - 13725 Marignane Cedex - France

1

2 - RAPPELS IMPORTANTS

APPAREIL VU DE DESSUS

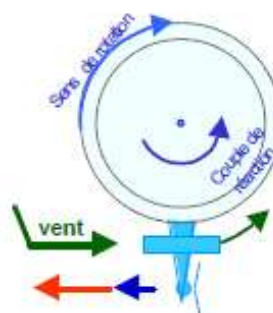


En vol stationnaire ou en vol à très faible vitesse :

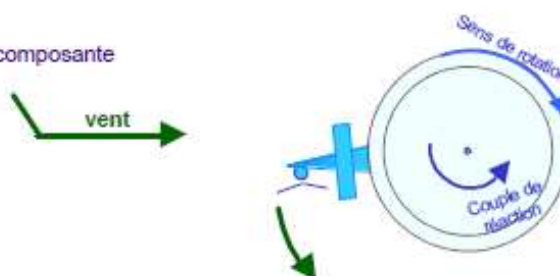
Le Pilote contre la rotation à gauche de l'appareil par action à droite sur les palonniers.

En ajoutant un faible vent défavorable,

N'oubliez pas qu'un départ en rotation à gauche peut amener l'hélicoptère à amorcer un taux de rotation élevé, si l'on ne réagit pas très rapidement par action **complémentaire** appropriée sur les palonniers.



N'oubliez pas non plus qu'une composante de **vent arrière** au départ aggraverait le phénomène.



Dans une rotation rapide vers la gauche, si le Pilote tente de contrer cette rotation par une action du palonnier à droite jusqu'à une position correspondante à celle du vol en stationnaire, aucune décélération sensible ne sera appliquée à l'appareil !

Dans cette situation, une action immédiate et d'amplitude importante sur le palonnier droit doit être entreprise et maintenue pour arrêter la rotation à gauche. Ne pas hésiter à aller jusqu'à la butée à droite.

Tout retard dans l'application de cette correction augmentera la vitesse de rotation.

Le déclenchement, volontaire ou involontaire, de ce phénomène de rotation est donc physiquement explicable et n'est aucunement lié aux performances du rotor arrière ; dans tous les cas, avec application de la correction appropriée, la rotation s'arrêtera !

Enfin, souvenez-vous aussi que toute manœuvre volontaire de mise en rotation à gauche dans les conditions de vol stationnaire ou à très faible vitesse doit se faire par une action modérée sur le palonnier gauche !

3 - COMPLÉMENTS TECHNIQUES relatifs aux différents types de rotors arrière

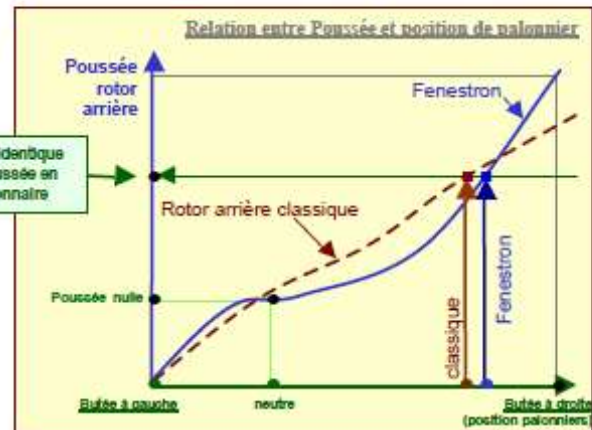
Positions des palonniers autour du vol stationnaire

La forme de la courbe de la loi « position palonniers - poussée rotor arrière » n'est pas identique entre un rotor « classique » et un « Fenestron ».

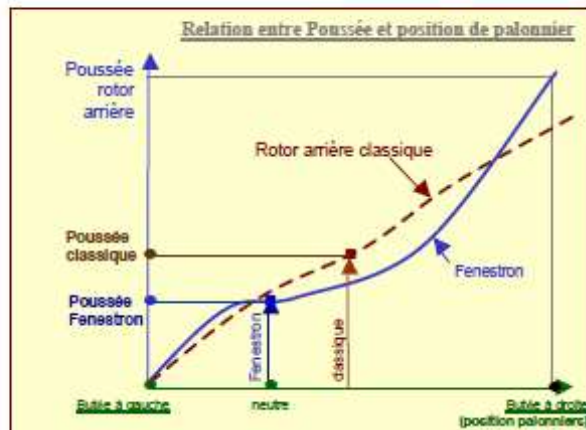
En conséquence :

Pour la même valeur de poussée, nécessaire au vol stationnaire, le Fenestron demande un petit peu plus de pied à droite.

Mais en stationnaire, une même variation de position de palonniers aura un effet plus important avec le Fenestron qu'avec le rotor classique.



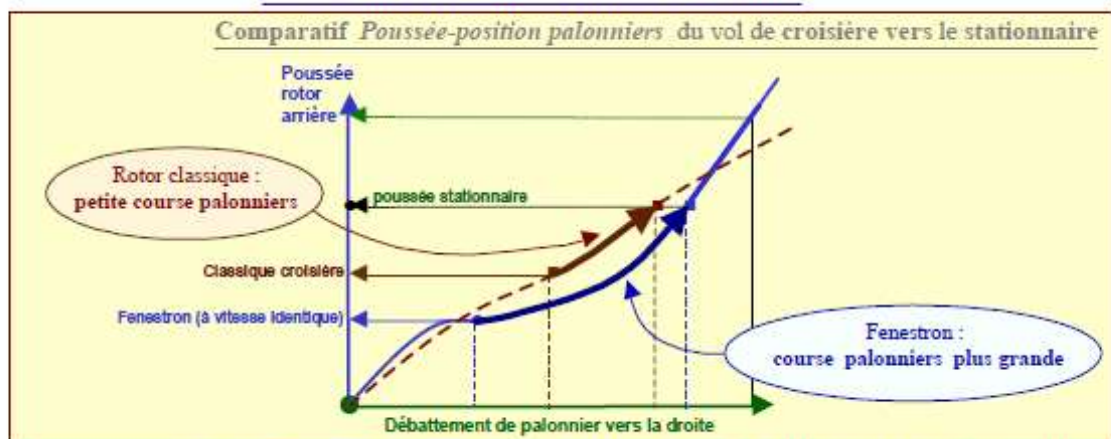
Position des palonniers en vol de croisière



En vol de croisière, le rotor classique fournit une poussée qui s'ajoute à l'effet du profil de sa dérive verticale, pour maintenir un dérapage nul.

Pour le Fenestron, la carène ayant un effet plus important de part sa grande surface, la poussée à fournir par le rotor arrière est inférieure.

Passage du vol en croisière vers le stationnaire



Avec un Fenestron, pour passer du vol en croisière vers le stationnaire, se préparer à un déplacement important du pied vers la droite.

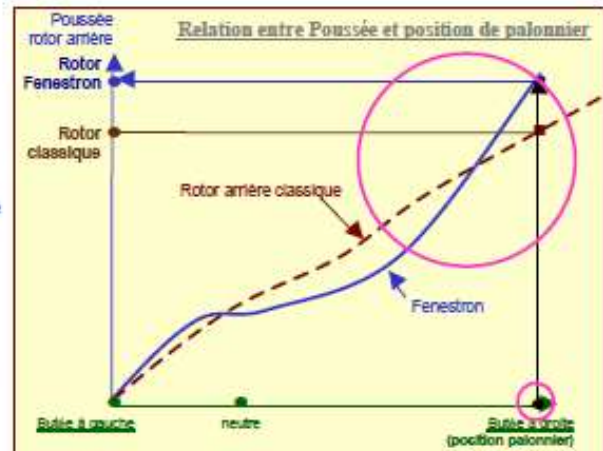
Un déplacement de pied insuffisant conduirait à générer une rotation à gauche de l'appareil à l'approche du stationnaire.

EUROCOPTER, S.A.S au capital de 551 962 907,10 Euros, immatriculée au R.C.S. d'Aix-en-Provence sous le n° B 352 383 715 dont le Siège social est situé Aéroport International Marseille-Provence - 13725 Marignane Cedex - France

Utilisation de la poussée maximale

Pour arrêter une rotation à gauche, volontaire ou non, ne pas hésiter à aller jusqu'à la butée palonnier à droite !

On remarque que, à l'approche de la butée de pied à droite, l'efficacité du Fenestron est très importante (pente de la courbe).



Conclusion

- 1 - En stationnaire, ou à très faible vitesse d'avancement, l'arrêt d'une rotation rapide à gauche, doit se faire par une action immédiate de palonnier à droite, d'amplitude importante et maintenue, et ce, quel que soit le type de rotor arrière.
- 2 - En stationnaire ou à très faible vitesse, une mise en rotation volontaire vers la gauche se fera toujours par une action très modérée sur les palonniers.
- 3 - Un vent venant de la gauche ou de l'arrière accentue la vitesse de rotation de l'appareil.

Veuillez agréer, Cher Client, l'expression de nos salutations distinguées.

Opérations Support Technique
Service à la Clientèle

M. SOULHIARD