



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 22 juin 2007

RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE



BEAD-air-S-2006-020-I

Date de l'événement	12 décembre 2006
Lieu	Aéroport de Marseille-Provence, parking Eurocopter
Type d'appareil	SA 316B type « Alouette III »
Immatriculation	F-ZBDJ
Organisme	Direction de la défense et de la sécurité civiles
Unité	Groupement hélicoptères de la sécurité civile

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 certaines ou possibles. Enfin, dans le dernier chapitre, des propositions en matière de prévention sont présentées.

UTILISATION DU RAPPORT

L'objectif du rapport d'enquête technique est d'identifier les causes de l'événement et de formuler des recommandations de sécurité. En conséquence, l'utilisation exclusive de la deuxième partie de ce rapport et des suivantes à d'autres fins que celle de la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

TABLE DES MATIERES

<i>Avertissement</i>	2
<i>Table des matières</i>	3
<i>Glossaire</i>	4
<i>Table des illustrations</i>	5
<i>Synopsis</i>	6
1 Renseignements de base	8
1.1 Déroulement du vol.....	8
1.1.1 Mission	8
1.1.2 Déroulement	8
1.1.2.1 Eléments notables	8
1.1.2.2 Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement	8
1.2 Tués et blessés.....	12
1.3 Dommages à l'aéronef	12
1.4 Renseignements sur le personnel	12
1.4.1 Membre d'équipage de conduite : le commandant de bord.....	12
1.4.2 Autre membre d'équipage : le mécanicien opérateur de bord (MOB).....	13
1.5 Renseignements sur l'aéronef	13
1.5.1 Maintenance	14
1.6 Conditions météorologiques : observations	15
1.7 Télécommunications	15
1.8 Enregistreurs de bord	15
1.9 Renseignements sur l'appareil endommagé	15
1.9.1 Dégâts apparents sur les pales principales.....	15
1.9.2 Dégâts apparents sur la poutre de queue.....	17
1.10 Renseignements médicaux et pathologiques.....	20
1.11 Essais et recherches.....	20
1.12 Renseignements sur les organismes	20
1.13 Renseignements supplémentaires.....	21
1.13.1 Environnement du lieu de stationnement de l'appareil.....	21
1.13.2 Particularités du système de freinage sur Alouette III.....	21
2 Analyse	22
2.1 Causes environnementale et technique.....	22
2.2 Causes liées au facteur humain	22
2.2.1 Chronologie des événements et des plans d'action des 2 membres d'équipage.....	22
2.2.2 Sous-estimation de la difficulté du roulage sur Alouette III par les différents intervenants (pilote et encadrement)	26
2.2.3 Manque de confiance des utilisateurs dans le système de freinage de l'Alouette III.....	27
2.2.4 Recours à des routines inadaptées	28
2.2.5 Erreur de représentation de situation par le pilote sur l'efficacité du freinage	29
2.2.6 Conclusion sur les causes liées au facteur humain	29
3 Conclusion	31
3.1 Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement.....	31
3.2 Mécanisme de l'événement.....	31
4 Recommandations de sécurité	33
4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	33
4.1.1 Roulage sur Alouette III	33
4.1.2 Répartition des tâches dans le cockpit	33
4.1.3 Environnement du parking	34
4.2 Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	35
<i>Annexe</i>	36
1 Courbes issues de l'enregistreur monit'air	37

GLOSSAIRE

BEAD-air	Bureau enquêtes accidents défense air
DDSC	Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles
EPI	Enquêteur de première information
GHSC	Groupement d'hélicoptères de la Sécurité Civile
MOB	Mécanicien Opérateur de Bord

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Axe de finale et emplacement du parking de destination _____	9
Figure 2 : schéma de la trajectoire de l'appareil sur le parking de destination _____	10
Figure 3 : vue détaillée de la phase d'arrêt de l'Alouette III _____	11
Photos 1 et 2 : Extrémité de la pôle bleue endommagée, saumon détruit et masses d'équilibrage déplacées _____	16
Photo 3 : capot intermédiaire de protection de l'arbre de transmission déchiré _____	17
Photo 4 : vue détaillée du capot de protection déchiré et des rayures sur l'arbre de transmission ____	18
Photos 5 et 6 : dérives verticales gauche et droite endommagées _____	18
Photo 7 : arbre de transmission arrière déformé _____	19
Photo 8 : vue générale de l'arbre de transmission horizontal _____	20

SYNOPSIS

- Date de l'événement : 12 décembre 2006 à 14h40¹ ;
- Lieu de l'événement : aéroport de Marseille-Provence ;
- Organisme : Direction de la défense et de la sécurité civiles (DDSC) ;
- Unité : groupement d'hélicoptères de la sécurité civile (GHSC) de Nîmes ;
- Aéronef : SA 316B « Alouette III » n° 1879 ;
- Nature du vol : vol de liaison ;
- Nombre de personnes à bord : deux.

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

A l'issue du roulage sur le parking d'Eurocopter, le pilote ne parvient pas à immobiliser son appareil. Il exerce alors une action sur le cyclique, en arrière, provoquant le heurt des pales du rotor principal sur la poutre de queue. L'hélicoptère est endommagé, l'équipage est indemne.

Composition du groupe d'enquête technique

- Un enquêteur technique du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air), nommé enquêteur désigné ;
- Un adjoint à l'enquêteur technique du BEAD-air ;
- Un enquêteur de première information (EPI) de la sécurité civile, pilote sur Alouette III ;
- Un expert mécanicien sur Alouette III du GHSC de Nîmes.

¹ Les horaires sont exprimés en heures locales.

Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air a été prévenu de l'événement par la DDSC le 13 décembre 2006. La conduite de l'enquête technique a été confiée à l'EPI, sous la direction de l'enquêteur désigné du BEAD-air.

1 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Mission

La mission consiste en un vol de liaison avec transport de fret (d'une masse totale d'environ 50 Kg) depuis la base de Nîmes vers la société Eurocopter basée sur l'aéroport de Marseille-Provence.

1.1.2 Déroulement

1.1.2.1 Eléments notables

L'équipage est composé d'un pilote et d'un mécanicien opérateur de bord (MOB). Ils se connaissent mais n'ont jamais volé ensemble auparavant.

Le pilote et le MOB se rendent sur le parking Eurocopter de Marseille Provence pour la première fois.

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

Avant la mise en route de l'appareil, la commande du frein de parc est observée dans la position frein serré, et le témoin de mise en pression du frein est contrôlé enfoncé².

Au décollage de Nîmes, aucun autre appareil n'étant sur le parking, le pilote met l'hélicoptère en stationnaire et part directement en translation de son emplacement.

A l'arrivée sur l'aéroport de Marseille-Provence (voir plan ci-après), le pilote, en contact radio avec le service opérations d'Eurocopter, arrive en translation sur l'aire de poser matérialisée par un H, puis poursuit, toujours en translation, vers l'entrée du parking Eurocopter.

² Lorsque le frein de parc est serré, un ergot de couleur rouge enfoncé indique que le frein est bien en pression. A l'inverse, l'ergot fait saillie lorsque le frein n'est pas en pression.

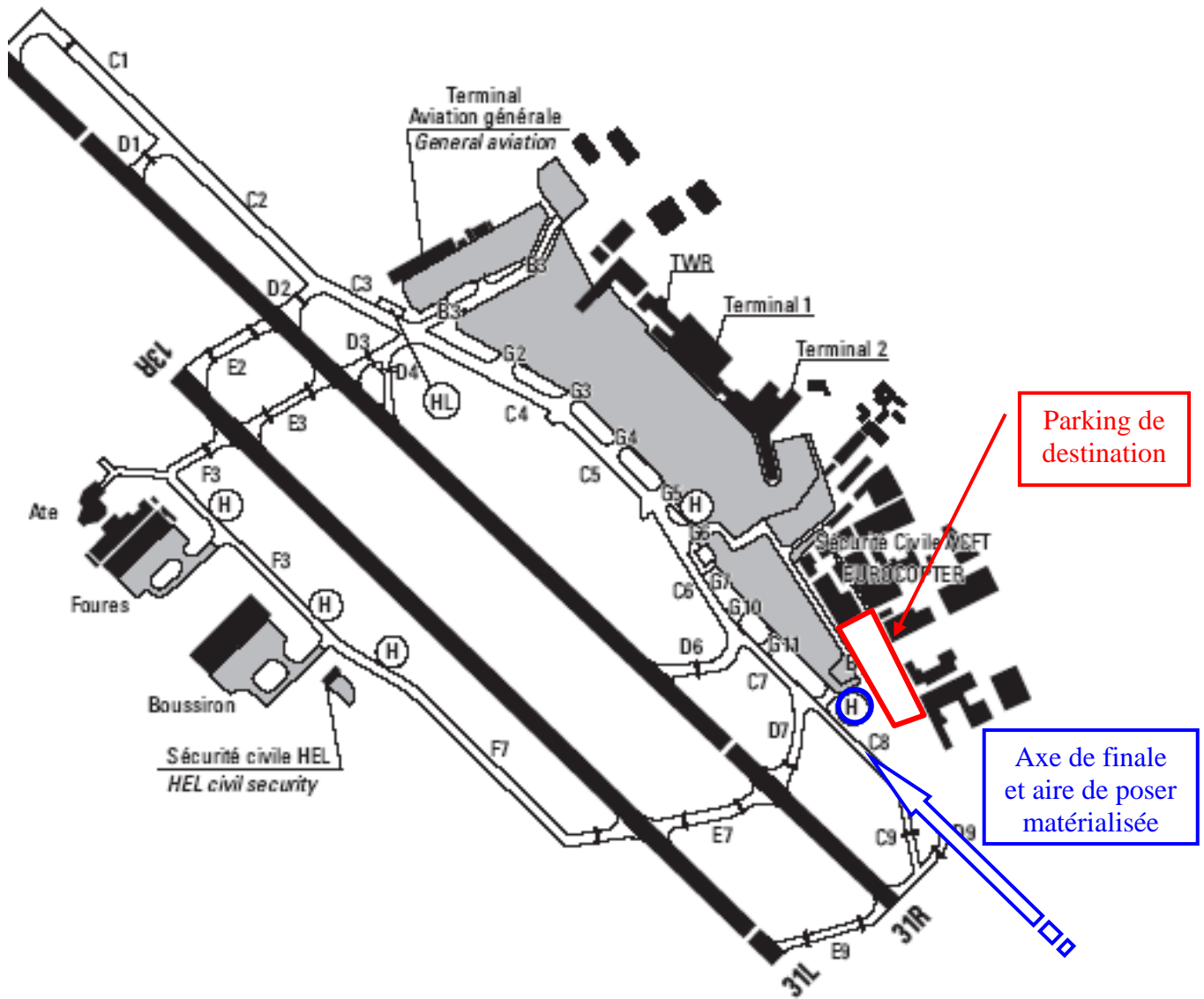


Figure 1 : Axe de finale et emplacement du parking de destination

Après avoir franchi l'entrée du parking Eurocopter en translation, le pilote cherche à voir le parqueur³, qui est situé à l'angle nord du parking. Plusieurs emplacements sont occupés par des appareils et du personnel. Il n'acquiert le visuel sur le parqueur que quelques dizaines de mètres plus loin. Ce dernier fait le signal conventionnel de descendre au sol. Le pilote se dirige alors vers son plot de stationnement final en roulant, conformément aux ordres du parqueur. Les détails de la phase de roulage sont exposés sur la figure ci-après.

³ Personnel au sol permettant, par gestes, de guider le pilote vers l'emplacement qui lui est attribué.

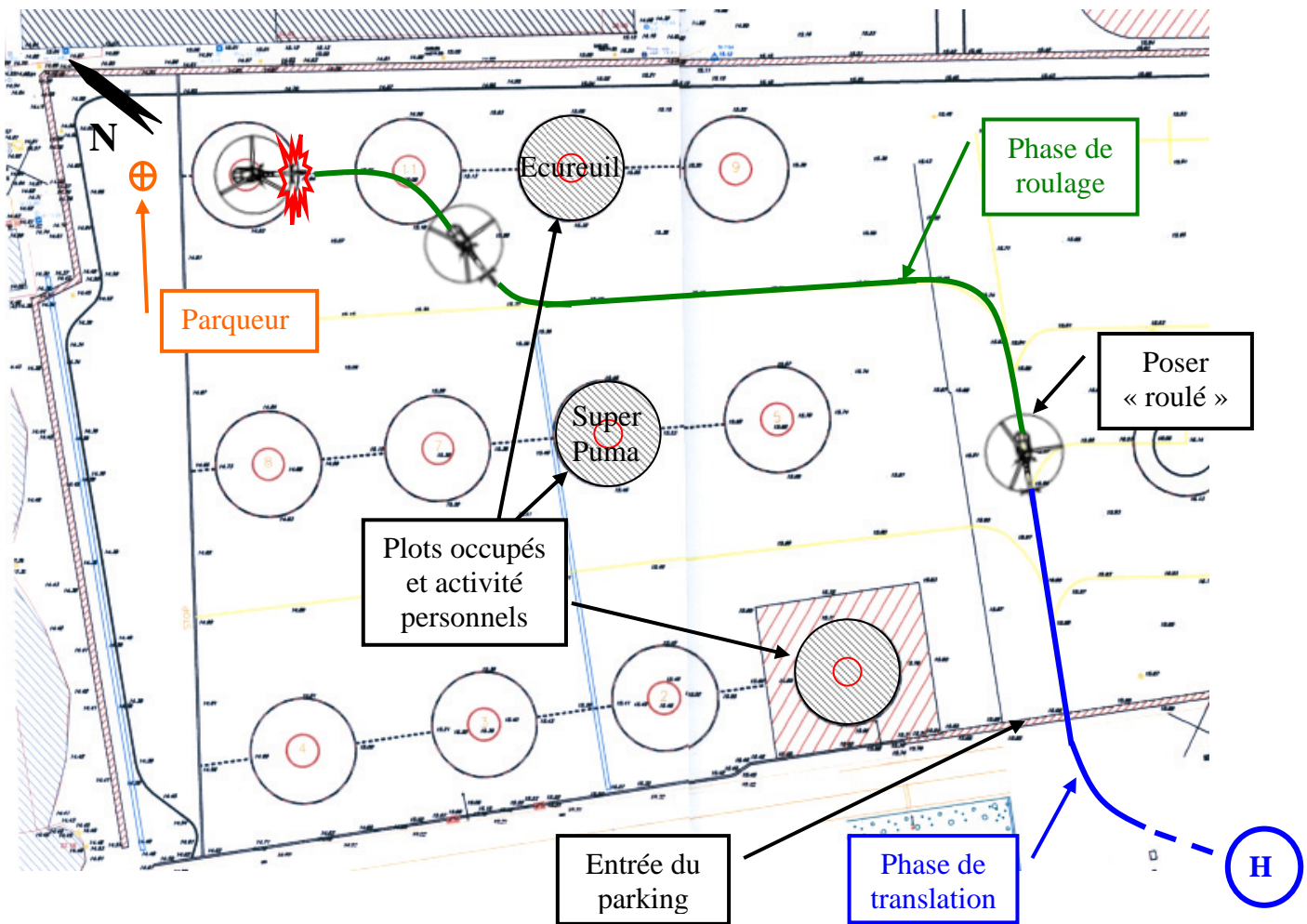


Figure 2 : schéma de la trajectoire de l'appareil sur le parking de destination

Au moment où le pilote voit le parqueur qui lui fait signe de descendre, il demande au MOB de vérifier que le frein est desserré. Le pilote réduit sa vitesse de translation, diminue le pas général et effectue un poser « roulé », sans marquer d'arrêt. L'alouette III roule sur une distance de 15 mètres environ au cours de laquelle le pilote vérifie que le pas général est en butée minimum avant de virer à gauche. Pendant toute la phase suivante de roulage, le pilote garde les mains sur les commandes de pas cyclique et de pas général.

L'Alouette III continue de rouler en suivant le marquage au sol, sur une ligne droite d'environ 50 à 60 mètres. L'appareil passe entre deux plots occupés par des hélicoptères et du personnel technique. Le parqueur fait alors signe (non conventionnel) au pilote de ralentir.

Juste après être passé entre ces deux plots occupés, le pilote effectue une baïonnette⁴ afin de s'aligner face au parqueur. Environ 50 mètres devant ce dernier, le pilote demande au MOB de freiner.

Le MOB actionne alors le frein. Ne ressentant pas de décélération, le pilote vérifie la position du pas général qui est au minimum. Le parqueur, qui voit l'hélicoptère arriver sur lui, se recule. Le pilote amène alors le cyclique en arrière, provoquant le heurt des pales principales sur la poutre de queue.

L'Alouette III s'immobilise au-delà du centre du plot de stationnement final (voir figure 3) : la partie avant de la cabine de l'appareil se trouve au niveau du cercle extérieur du plot et le rotor principal dépasse le cercle extérieur de deux mètres environ.

Le pilote procède ensuite à la séquence d'arrêt du moteur.

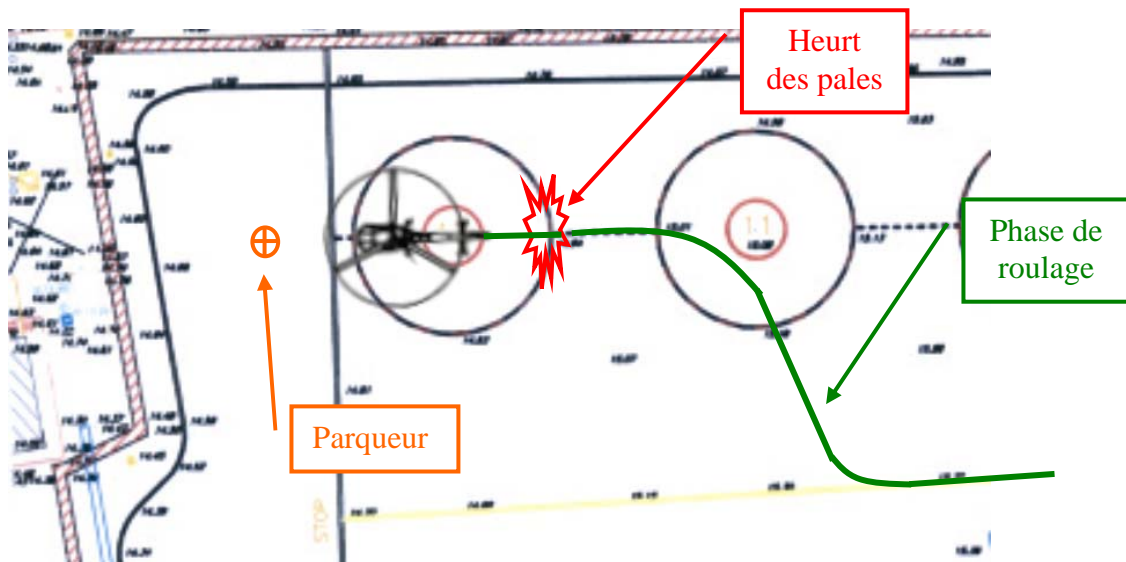


Figure 3 : vue détaillée de la phase d'arrêt de l'Alouette III

⁴ Trajectoire constituée par deux virages successifs opposés

1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles	/	/	/
Graves	/	/	/
Légères	/	/	/
Aucune	2	/	/

1.3 Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
/	/	/	X	/

1.4 Renseignements sur le personnel

1.4.1 Membre d'équipage de conduite : le commandant de bord

- Age : 43 ans ;
- Sexe : masculin ;
- Unité d'affectation : GHSC de Nîmes :
 - ⇒ fonction dans l'unité : pilote.
- Expérience antérieure :
 - ⇒ Pilote dans l'ALAT (Aviation Légère de l'armée de Terre) d'avril 1986 à novembre 1989 ;
 - ⇒ Qualifié sur Alouette III depuis 1990, qualification valable jusqu'au 31 juillet 2007 ;
 - ⇒ De 1989 à 1998 : travail de levage et secours en montagne (dans une société de travail aérien) ;
 - ⇒ 1998 : rejoint le GHSC – base d'Annecy ;
 - ⇒ 2005 : affecté à la base de Nîmes (au pool renfort du GH).

➤ Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Sur Alouette III	Sur tous types	Sur Alouette III	Sur tous types	Sur Alouette III
Total	12 194	1 423	73	70	4	4

➤ Date du dernier vol comme pilote :

⇒ sur Alouette III : 11 décembre 2006 ;

⇒ sur BK 117 C2 : 8 mai 2006.

1.4.2 Autre membre d'équipage : le mécanicien opérateur de bord (MOB)

➤ Age : 42 ans ;

➤ Sexe : masculin ;

➤ Unité d'affectation : GHSC de Nîmes :

⇒ fonction dans l'unité : contrôleur technique.

➤ Formation :

⇒ qualification : mécanicien opérateur de bord sur avions et hélicoptères de type Super frelon, Atlantique 1 et 2, Alouette III, Ecureuil, EC145.

➤ Heures de vol totales : 5 135 ;

➤ Heures de vol totales sur Alouette III : 48 ;

➤ Heures de vol sur Alouette III au cours des douze derniers mois : 6.

1.5 Renseignements sur l'aéronef

➤ Organisme : DDSC ;

➤ Commandement d'appartenance : GHSC ;

➤ Base aérienne de stationnement : groupement hélicoptères de Nîmes ;

➤ Type d'aéronef : SA 316 B « Alouette III » :

⇒ configuration : standard ;

⇒ caractéristiques :

	Type – série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	Alouette III	1879	11716 h 42	GV ⁵ : 1198 h 11	Visite T1 ⁶ : 21 h 23
Moteur	Artouste III BF1	1315/5235	8208 h 53	RG ⁷ : 2005 h 17	

1.5.1 Maintenance

L'examen du livret cellule décrivant les remises en état exécutées aux 2^{ème} et 3^{ème} échelons témoigne d'un entretien conforme au programme de maintenance en vigueur.

Concernant le système de freinage de l'appareil, quatre échanges standard du bloc hydraulique ont été réalisés entre le 2 octobre 2005 et le 23 janvier 2006, après respectivement 12, 43 puis 54 heures de vol environ, suite à des pertes de pression et/ou des fuites détectées par des pilotes ou des mécaniciens.

Entre le 23 janvier (date de dernière dépose du frein) et la visite T1 du 04 octobre 2006 (période correspondant à 230 heures de vol environ), aucune intervention sur le frein n'a été effectuée.

Au cours la visite T1, une vérification des freins et de la commande de freinage a été effectuée suivant le manuel d'entretien Eurocopter.

Depuis la visite T1 jusqu'à la date de l'événement (période correspondant à 21 heures de vol environ), aucune intervention sur le frein n'a été effectuée.

⁵ GV = grande visite

⁶ visite d'entretien calendaire, réalisée toutes les 400 heures de vol environ.

⁷ RG = révision générale

1.6 Conditions météorologiques : observations

Les observations météorologiques de la tour de contrôle font état d'un vent régulier du secteur 280° pour 6 nœuds au moment de l'événement.

1.7 Télécommunications

Le pilote est en contact radio avec le service opérations d'Eurocopter. Le parqueur ne dispose pas de liaison radio avec le service opérations d'Eurocopter.

1.8 Enregistreurs de bord

L'appareil est équipé d'un enregistreur de paramètres de type « MONIT'AIR ».

Il enregistre les paramètres suivants :

- Pas général en pourcentage (Pas%) ;
- Vitesse de rotation du rotor (NR) ;
- Tours du générateur de gaz (NG) ;
- Température d'air de la tuyère (T4) ;

Il enregistre également les états suivants :

- Moteur en marche ;
- Hélicoptère en vol ;
- Puissance délivrée.

1.9 Renseignements sur l'appareil endommagé

1.9.1 Dégâts apparents sur les pales principales

Les trois pales ont heurté le capot de transmission arrière au niveau des dérives. Aucun débris n'a été retrouvé sur l'aire de stationnement final.

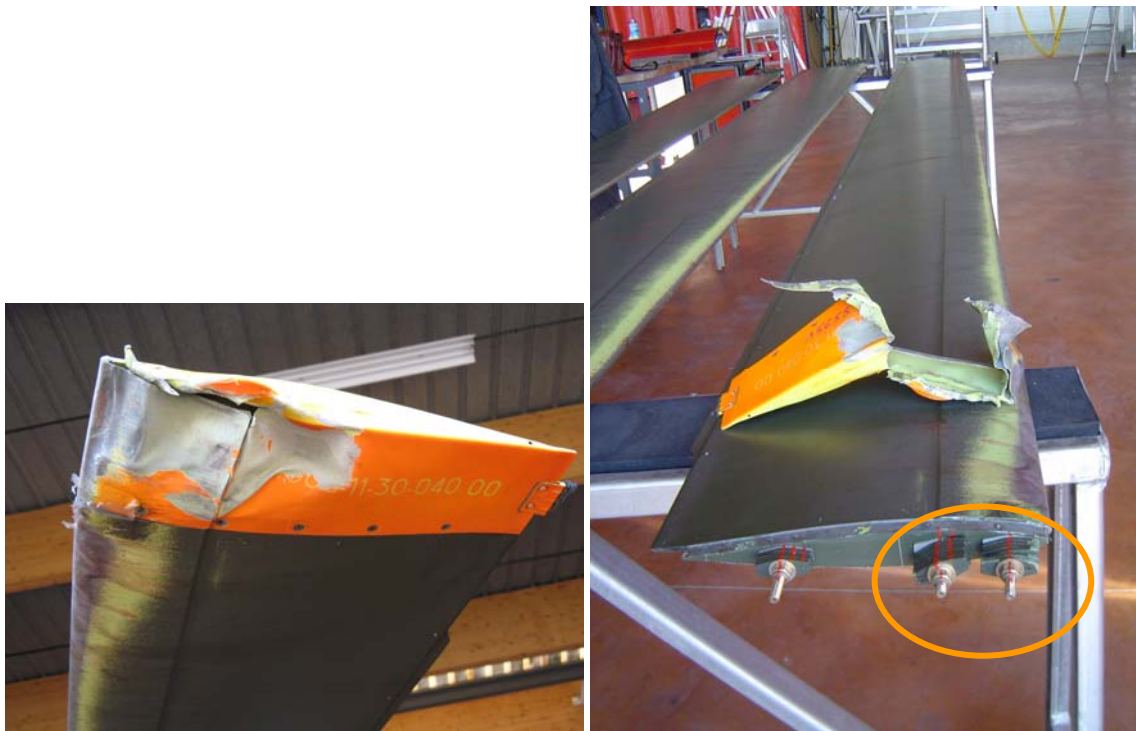
Les dégâts suivant ont été constatés sur **la pale bleue** (photos 1 et 2 ci-après) :

- destruction du saumon ;
- traces de frottement sur le bord d'attaque côté intrados ;
- déplacement des masses d'équilibrage à l'extrémité de la pale bleue (un repère décalé).

Concernant **la pale jaune**, le saumon est endommagé.

Enfin, des traces de frottement ont été observées à l'extrémité du saumon de **la pale rouge**.

Les premiers examens visuels ne montrent pas d'endommagements significatifs sur les autres ensembles (moyeu rotor principal, embrayage, boîte de transmission principale, roue libre).



Photos 1 et 2 : Extrémité de la pale bleue endommagée, saumon détruit et masses d'équilibrage déplacées

1.9.2 Dégâts apparents sur la poutre de queue

Le capot intermédiaire de protection de l'arbre de transmission horizontal est déchiré (photos 3 et 4). La partie supérieure des deux dérives verticales est endommagée (photos 5 et 6). Des débris provenant du capot ont été retrouvés encastrés dans la dérive verticale gauche.

Enfin, l'arbre de transmission horizontal est déformé (photos 7 et 8) et présente des traces de rayures (photo 4).

Les premiers examens ne montrent pas d'endommagements visibles sur les autres ensembles.



Photo 3 : capot intermédiaire de protection de l'arbre de transmission déchiré



Photo 4 : vue détaillée du capot de protection déchiré et des rayures sur l'arbre de transmission



Photos 5 et 6 : dérives verticales gauche et droite endommagées

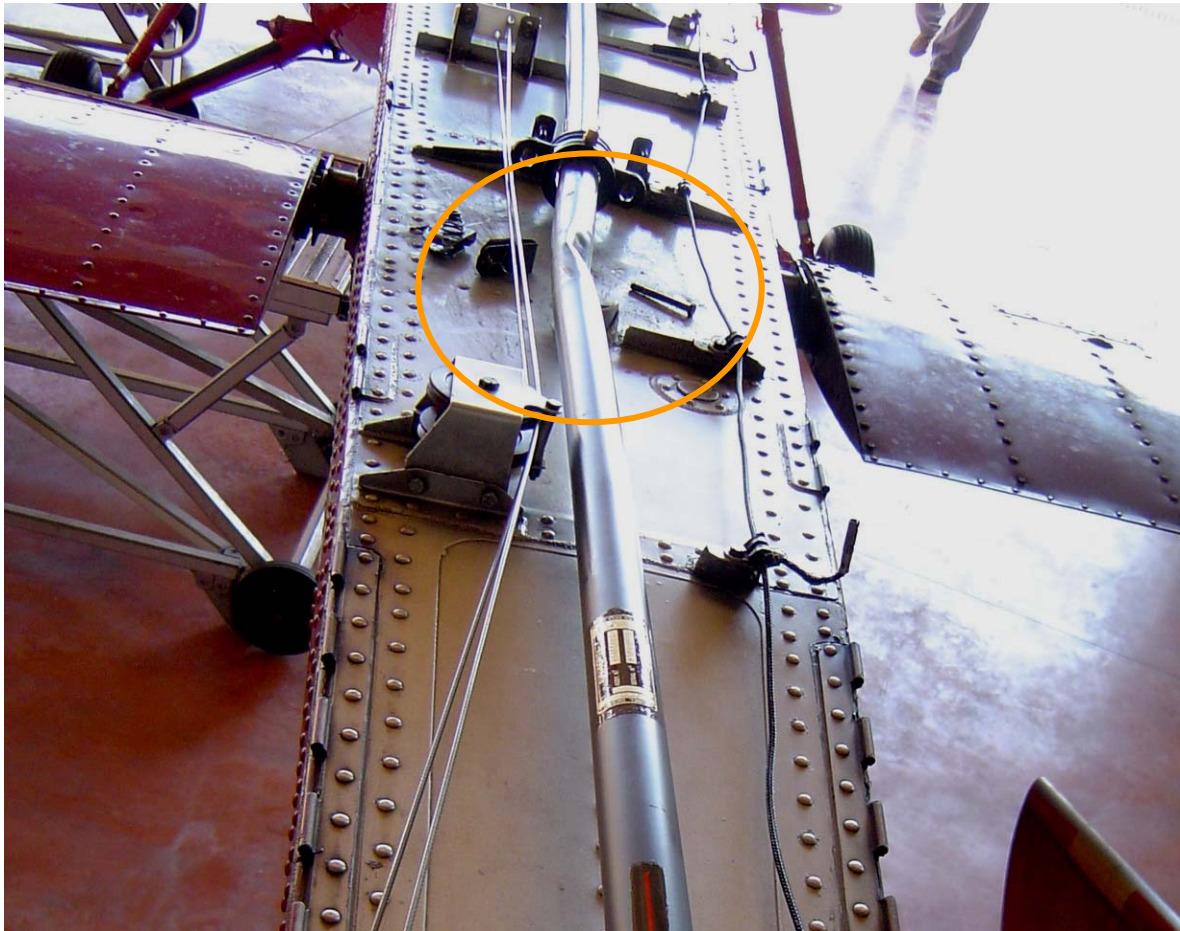


Photo 7 : arbre de transmission arrière déformé



Photo 8 : vue générale de l'arbre de transmission horizontal

1.10 Renseignements médicaux et pathologiques

Les deux membres d'équipage étaient médicalement aptes au moment de l'événement.

1.11 Essais et recherches

Une analyse du système de freinage de l'Alouette III a été demandée auprès des mécaniciens du GHSC afin d'apprécier l'efficacité du freinage lors de l'événement.

1.12 Renseignements sur les organismes

Les phases de roulage sont extrêmement rares et ne sont pratiquées, en général, qu'en instruction. Il est à noter qu'elles font partie intégrante du programme de qualification type Alouette III.

Le pilote a effectué son dernier contrôle de qualification à Annecy le 19 juillet 2006. Une phase de roulage est prévue au programme. Celle-ci n'a pas été effectuée et n'a pas été signalée dans le compte-rendu de vol.

De manière générale, les phases de roulage ne sont pas mentionnées et ne font l'objet d'aucun suivi.

1.13 Renseignements supplémentaires

1.13.1 Environnement du lieu de stationnement de l'appareil

En raison de l'activité permanente de personnels sur le parking aux abords des appareils en stationnement, et des mouvements fréquents d'hélicoptères, le service opérationnel d'Eurocopter impose le roulage pour tous les appareils en mouvement. Le pilote concerné par l'événement n'en avait pas la connaissance.

Le parking Eurocopter est un environnement particulier où l'activité au sol est soutenue.

1.13.2 Particularités du système de freinage sur Alouette III

Les deux roues du train principal sont équipées de freins hydrauliques commandés par une poignée située sur le plancher à gauche du siège pilote.

Pour freiner, il faut pivoter la poignée de 90 degrés dans le sens anti-horaire, puis effectuer deux tractions successives sur la poignée. La première traction consiste à mettre le frein en pression. Cette première action sur la commande de frein entraîne la poignée à une hauteur variable selon la pression présente dans l'accumulateur. Plus la course de la poignée est élevée, plus la pression initiale est basse. Il n'y a pas de freinage pendant cette période.

La pression ainsi établie, la seconde traction sur la poignée permet le freinage effectif des roues.

2 ANALYSE

Le 12 décembre 2006, pendant le roulage de l'Alouette III sur le parking d'Eurocopter, le pilote ne parvient pas à immobiliser son appareil malgré l'action du MOB sur la commande de freins. Le pilote amène alors, par une action réflexe, le cyclique en arrière afin de stopper son appareil, provoquant le heurt des pales du rotor principal avec la poutre de queue.

Après une première partie qui envisage les causes environnementale et technique, l'analyse s'intéresse, dans une seconde partie, à dégager les causes dans le domaine humain.

2.1 Causes environnementale et technique

Aucune cause environnementale (rafale de vent, heurt avec un obstacle, ...) n'est à l'origine de l'événement.

Concernant le système de freinage, une expertise a été réalisée afin d'évaluer son efficacité. Les opérations suivantes ont été effectuées :

- un essai de manoeuvrabilité de la commande de frein ;
- une recherche de fuite sur l'ensemble du circuit de frein ;
- un examen d'huile hydraulique du système de frein ;
- un relevé de pression dans la chambre d'azote du bloc frein.

L'ensemble des résultats a montré que le système de freinage de l'Alouette III a fonctionné correctement lors de l'événement. Toute cause technique concernant l'efficacité du freinage est donc écartée.

L'hypothèse d'une cause environnementale ou technique est rejetée.

2.2 Causes liées au facteur humain

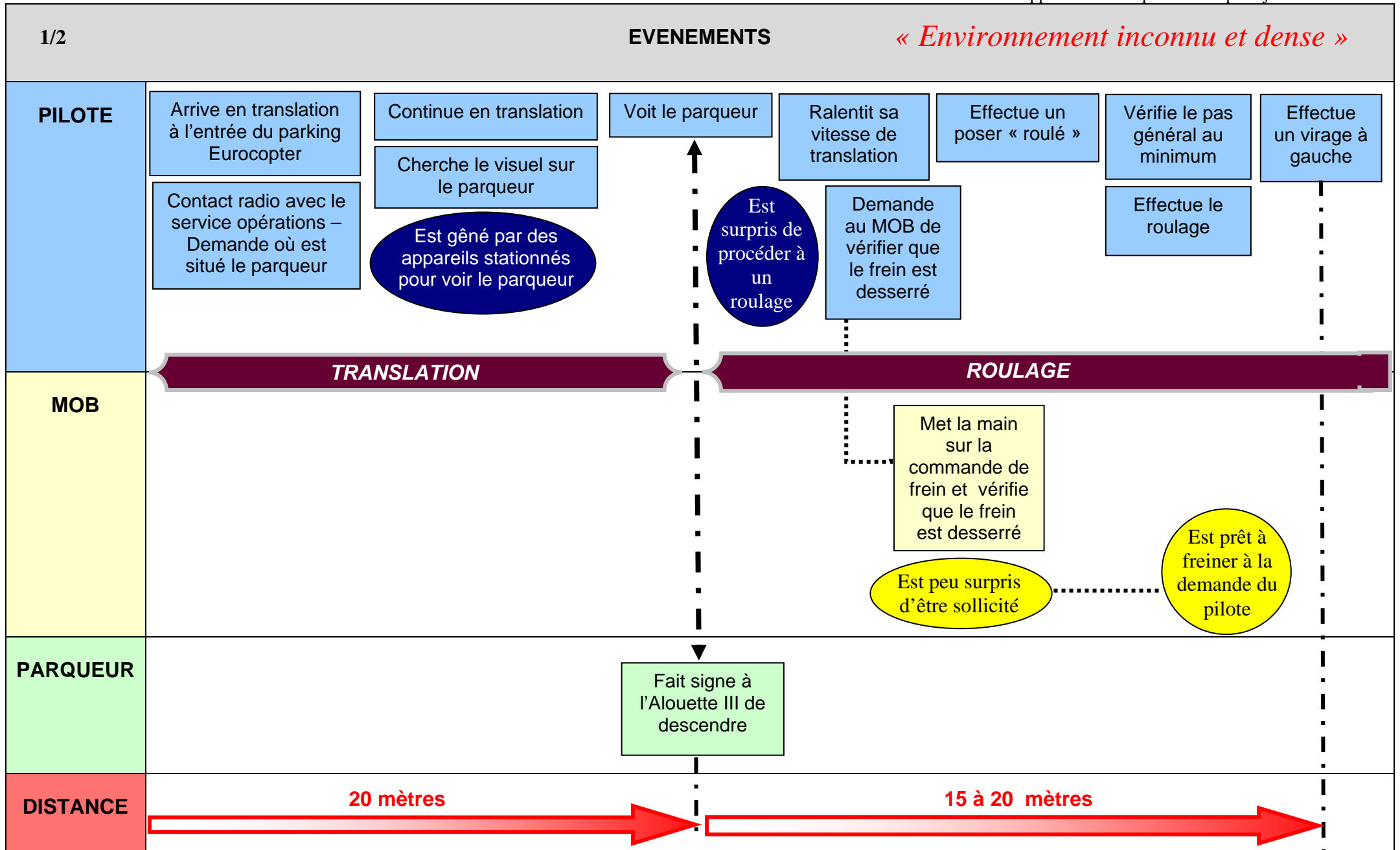
2.2.1 Chronologie des événements et des plans d'action des 2 membres d'équipage

La chronologie des événements et des ressentis des deux membres d'équipage a été élaborée en s'appuyant à la fois sur l'analyse des courbes issues de l'enregistreur MONIT' AIR (annexe 1) et sur les témoignages recueillis.

Ces éléments sont présentés selon le modèle STEP⁸ à partir de l'instant où l'appareil arrive à l'entrée du parking Eurocopter.

Pour chacun des acteurs, pilote, MOB et parqueur, leurs actions respectives sont indiquées dans des rectangles, et leurs ressentis dans des ovales.

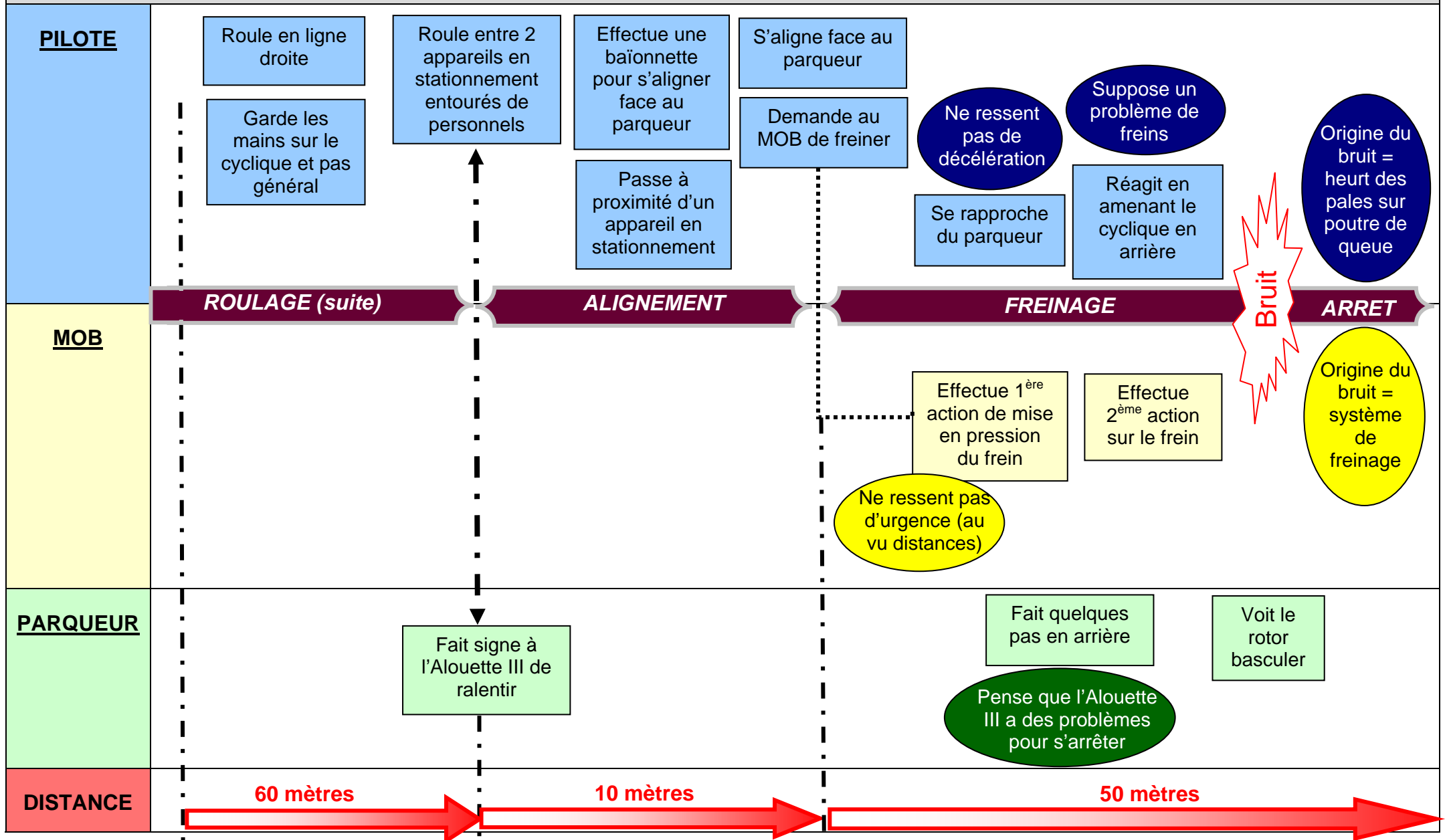
⁸ STEP: *sequentially times events plotting procedure* - Hendrick et Benner, 1987.



2/2

EVENEMENTS

« *Environnement inconnu et dense* »



Cette présentation met en évidence quatre phases successives conduisant à l'événement : le pilote se présente tout d'abord en translation avant de rouler sur une distance de 80 mètres environ, puis s'aligne avant la phase de freinage conduisant à l'arrêt de la machine.

L'analyse va tout d'abord mettre en évidence quatre causes liées au facteur humain. Ensuite, elle montrera comment les causes établies conduisent à l'événement.

2.2.2 Sous-estimation de la difficulté du roulage sur Alouette III par les différents intervenants (pilote et encadrement)

➤ Caractéristiques du roulage sur Alouette III :

L'axe du rotor principal de l'Alouette III est faiblement incliné vers l'avant⁹. Ainsi, même si le manche cyclique est positionné au neutre, l'appareil avance naturellement. Par ailleurs, lorsque le manche cyclique est insuffisamment positionné vers l'avant, ou manœuvré vers l'arrière, les pales principales peuvent interférer sur la poutre de queue. Ce risque est connu des utilisateurs. **Le roulage est ainsi identifié comme une phase délicate sur Alouette III.** Enfin, le seul moyen de ralentir (puis stopper) l'appareil dans une phase de roulage est d'actionner le frein de roues tout en maintenant le cyclique légèrement en avant.

➤ fréquence de roulages sur Alouette III :

Bien qu'expérimenté (12000 heures de vol sur tous types d'appareil dont 1400 heures sur Alouette III), **le pilote ne possède qu'une pratique limitée du roulage sur Alouette III.**

D'après son témoignage, le dernier roulage sur Alouette III que le pilote aurait effectué remonterait au mois de mai 2005, soit plus d'une année et demi avant l'événement.

Le roulage est rarement pratiqué en missions opérationnelles. La plupart du temps, ils ne sont effectués que lors des missions d'instruction et pendant le vol de contrôle annuel. Le pilote a effectué son dernier contrôle de qualification à Annecy le 19 juillet 2006.

⁹ inclinaison de 2°30'

Bien qu'une procédure de roulage avec utilisation du frein soit prévue dans le cadre du programme de contrôle de qualification, celle-ci n'a pas été réalisée. Par ailleurs, cette information n'a pas été mentionnée dans le compte-rendu de vol.

De manière générale, **les phases de roulage sur Alouette III ne sont ni mentionnées au retour du vol ni suivies de façon spécifique**. Ainsi, il est impossible pour l'organisme de dater les exercices de roulage pour les pilotes de l'unité.

Bien qu'identifiée, notamment dans le manuel de vol, la difficulté du roulage avec utilisation du frein sur Alouette III est sous-estimée :

- ❖ **pas de périodicité adaptée à la difficulté du roulage (exercice programmé une seule fois par an) ;**
- ❖ **pas de suivi de la réalisation effective du roulage ;**
- ❖ **pas de réalisation systématique même quand l'exercice est programmé (vol de contrôle).**

2.2.3 Manque de confiance des utilisateurs dans le système de freinage de l'Alouette III

L'Alouette III est un appareil vieillissant. Il est aujourd'hui utilisé principalement pour des missions de liaison ou d'instruction. Concernant le système de frein, l'usure et les nombreux problèmes techniques (fuite, perte de pression) détectés par les pilotes ou les mécaniciens de piste ont amené l'ensemble des équipages à considérer le système de freinage comme peu fiable.

Pour l'Alouette III concernée par l'évènement, quatre échanges standard de blocs de freins hydrauliques ont eu lieu à environ 10, 20 et 40 heures de vols d'intervalle, en dehors des visites régulières d'entretien. Selon les témoignages, des purges du système de freins sont des opérations très fréquentes pour pallier les pertes de pression.

Les faits techniques récurrents et reconnus sur le circuit de frein entraînent un manque de confiance de la plupart des équipages dans le système de freinage de l'Alouette III.

2.2.4 Recours à des routines inadaptées

Le pilote possède une grande expérience du levage et du secours en montagne, missions pour lesquelles les phases de roulage sont rares, voire inexistantes. Sur Alouette III, la plupart des mouvements sont effectués en translation dans l'effet de sol.

Lors de sa préparation avant vol, le pilote ne s'est pas préparé à une phase de roulage éventuelle, alors qu'il se rendait sur un parking où d'autres appareils pouvaient être stationnés.

Lorsqu'il entre sur le parking Eurocopter, il s'avance en translation et cherche le parqueur, toujours en translation. Son attention est focalisée sur la gestion de l'environnement inconnu et dense (présence de machines et de nombreux personnels sur le parking). Lorsque ce dernier lui fait signe de procéder à un roulage, le pilote réduit sa vitesse de translation, puis, sans marquer préalablement de stationnaire, se pose. Afin d'assurer le cheminement de son appareil en toute sécurité pour les personnels extérieurs, le pilote, de manière inconsciente, va recourir à des routines pour contrôler sa vitesse de déplacement. Compte tenu de son inexpérience au roulage, il ne va pas prendre conscience que les routines qui vont se déclencher sont celles liées aux phases de translation. Il garde les mains sur les commandes de cyclique et de pas général tout au long de la phase de roulage, en occultant son action possible sur la manette de frein. Sa perception du défilement est basée sur une vitesse de translation à une hauteur de 1m50 environ du sol¹⁰. La vitesse de translation habituellement pratiquée en translation est plus élevée que la vitesse recommandée au roulage¹¹. Il ne perçoit pas que cette vitesse est inadaptée lors de la phase de roulage sur le parking. Seul, le parqueur, habitué à voir des appareils au roulage, fait signe à l'Alouette III de ralentir. Enfin, lorsqu'il voit le parqueur reculer, le pilote amène instinctivement le cyclique en arrière pour stopper l'appareil.

L'hypothèse que le pilote ait eu recours à des routines de translation inadaptées au roulage est probable.

¹⁰ Hauteur du stationnaire standard.

¹¹ La référence de vitesse de roulage n'est pas écrite dans le manuel de vol mais est évoquée par tous les équipages utilisateurs de l'Alouette III : cette vitesse de référence correspond à la vitesse d'un homme au pas (que l'on peut estimer à 5-6 km/h). L'analyse des courbes issues de l'enregistreur MONIT'AIR (annexe 1) révèle que la vitesse moyenne de roulage de l'Alouette III est de l'ordre de 13 km/h au moment de l'événement.

2.2.5 Erreur de représentation de situation par le pilote sur l'efficacité du freinage

Avant d'effectuer le poser « roulé », le pilote délègue l'opération de freinage au MOB¹² lui permettant, pour sa part, de se focaliser sur sa trajectoire de roulage, dans un environnement inconnu et dense, et pour garantir la sécurité des nombreux personnels au sol. Aligné face au parqueur, il sollicite le MOB en lui demandant de freiner. Ce dernier procède alors au freinage. Il effectue une première action sur la commande de frein afin d'établir la mise en pression. Au même moment, le pilote voit le parqueur qui se recule de quelques pas. L'appareil ne ralentissant pas, il imagine immédiatement un problème technique lié au frein. Il réalise que l'appareil se rapproche de plus en plus du parqueur et, devant l'urgence de la situation, il amène le cyclique en arrière pour immobiliser l'appareil. Le MOB, effectuant une seconde action sur le frein conformément à la procédure d'utilisation, entend simultanément un « vrombissement ».

Une erreur de représentation de la situation a conduit le pilote à assimiler le temps nécessaire au MOB pour mettre le frein en pression et freiner, à une inefficacité du freinage.

2.2.6 Conclusion sur les causes liées au facteur humain

Chaque cause liée au facteur humain, déterminée précédemment, va alors conduire à des actions ou à des ressentis de la part des acteurs qui vont entraîner, in fine, la perte de contrôle de l'appareil.

La sous-estimation, par l'encadrement et les acteurs, de la difficulté du roulage sur Alouette III n'a pas permis au pilote de prendre conscience qu'il n'avait plus d'expertise en la matière. De ce fait, il s'est reposé sur des routines de translation inadaptées à la phase de roulage.

¹² Contrairement aux consignes permanentes opérationnelles qui n'envisagent pas de participation du MOB à la conduite de l'Alouette III, les équipages ont pour habitude de le faire participer.

Par ailleurs, *le manque de confiance, par tous les équipages, dans le système de freinage a favorisé une erreur de représentation de la situation* de la part du pilote. Ainsi, il a assimilé le temps nécessaire de mise en œuvre de fonctionnement du frein par le MOB à un défaut d'efficacité.

Enfin, les actions du pilote sont consécutives aux demandes du parqueur. En effet, le pilote ne peut pas prendre conscience qu'il ne gère plus et ne maîtrise plus, seul, la situation. De ce fait, il ne peut anticiper les demandes du parqueur et ses actions résultent de non choix : il n'est plus suffisamment disponible pour pouvoir porter un regard éclairé aux sollicitations du parqueur.

3 CONCLUSION

3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement

➤ Entretien de l'appareil :

L'appareil est entretenu conformément au plan de maintenance en vigueur ;

➤ Système de frein sur Alouette III :

Le système de freinage a fonctionné correctement lors de l'événement. Néanmoins, de nombreux échanges standard du bloc de frein hydraulique ont eu lieu sur une courte période en dehors des visites périodiques d'entretien (pertes de pression, fuites). Des problèmes techniques récurrents sont détectés par les équipages et les mécaniciens de piste ;

➤ Roulage au sol :

Le roulage est identifié comme une phase délicate sur Alouette III. Les exercices de roulage ne sont réalisés que lors des vols d'instruction ou de contrôle ;

➤ Expérience du pilote :

Bien que le pilote soit expérimenté (12000 heures de vol sur tous types d'appareil dont 1400 heures sur Alouette III), il ne possède qu'une pratique limitée du roulage sur Alouette III. Lors de son dernier contrôle de qualification réalisé à Annecy, la phase de roulage prévue dans le programme de formation n'a pas été effectuée. L'encadrement n'en a pas été informé. Son dernier exercice de roulage remonte au mois de mai 2005 ;

➤ Environnement de la zone de stationnement (parking Eurocopter) :

Le parking Eurocopter est un environnement particulier où l'activité au sol est soutenue. Le service opérationnel d'Eurocopter impose ainsi le roulage pour tous les appareils en mouvement. Aucune mise en garde particulière n'étant faite aux personnels extérieurs, le pilote n'était pas préparé à procéder à un roulage.

3.2 Mécanisme de l'événement

La perte de contrôle de l'Alouette III au moment du freinage est consécutive à l'action du pilote qui amène, par réflexe, le cyclique en arrière. Cette action a alors provoqué le heurt des pales principales sur la poutre de queue. L'analyse a montré que seules des causes liées au facteur humain étaient à l'origine de l'événement.

La sous-estimation, par l'encadrement et les acteurs de première ligne, du caractère délicat du roulage sur Alouette III n'a pas permis de mettre en place une instruction et un suivi spécifique compte tenu de l'emploi exceptionnel de ce type de déplacement. **La pratique du roulage sur ce type d'appareil reste très occasionnelle.** Ainsi, le jour de l'incident, le pilote n'a pas pu prendre conscience de son manque d'expertise pour effectuer un roulage, malgré son expérience sur Alouette III.

Pour pouvoir gérer un environnement inconnu et dense, tout en garantissant la sécurité des personnels au sol, **il a recouru, de façon inconsciente, à des routines de translation inadaptées à la phase de roulage.** Sa perception du défilement est basée sur une vitesse de translation à une hauteur de 1m50 environ du sol (hauteur du stationnaire standard). La vitesse habituellement pratiquée en translation est plus élevée que la vitesse recommandée au roulage. Il ne perçoit pas que cette vitesse est inadaptée lors de la phase de roulage sur le parking.

Pour gérer sa charge cognitive, le pilote a délégué -contrairement aux consignes opérationnelles mais conformément aux habitudes pratiquées par les pilotes et MOB la mise en œuvre du système de freinage au MOB. De même, pour pouvoir gérer en toute sécurité, vis-à-vis de l'environnement extérieur, le déplacement de l'Alouette III, il n'est plus suffisamment disponible pour anticiper et porter un regard éclairé sur les sollicitations du parqueur : ses actions résultent alors de non choix.

Par ailleurs, des défaillances techniques récurrentes et reconnues concernant le circuit de freinage ont engendré un **manque de confiance des équipages dans ce système.** Considérant le frein comme peu fiable et procédant rarement à son utilisation, le pilote, le jour de l'incident, **assimile le temps de mise en œuvre du frein effectué par le MOB à un manque d'efficacité.**

Par réflexe, conditionné par les habituels déplacements en translation, et devant le mouvement de recul du parqueur, le pilote a alors amené le cyclique en arrière pour stopper l'hélicoptère.

4 RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement

4.1.1 Roulage sur Alouette III

Si la DDSC maintient qu'un pilote peut être amené à procéder à un roulage à tout moment, il est alors nécessaire que la phase de roulage soit considérée comme un exercice particulier, compte tenu de sa rareté.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à la DDSC d'étudier la possibilité de traiter la phase de roulage sur Alouette III comme un exercice particulier, impliquant un entraînement régulier, un contrôle et un suivi.

La plupart des pilotes ont une pratique limitée du roulage comparée à leur expérience aéronautique. Sur Alouette III, la plupart des mouvements au sol sont effectués en translation. Ainsi, un pilote peut inconsciemment recourir à des automatismes de translation bien qu'il soit au roulage.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à la DDSC de rédiger une procédure de roulage et de l'insérer dans le manuel de vol.

4.1.2 Répartition des tâches dans le cockpit

Cet événement a montré que, tout au long de la phase de roulage, le pilote choisit de garder les mains sur les commandes de cyclique et de pas général pour se concentrer sur sa trajectoire de roulage, afin d'assurer la sécurité des personnels et appareils à proximité sur le parking. Par conséquent, effectuant rarement des roulages (et utilisant rarement le frein), il délègue le freinage au MOB.

Les différents témoignages recueillis au cours de cette enquête ont montré que des habitudes se sont installées entre les membres d'équipages, amenant les pilotes à solliciter les MOB de manière régulière, pour des tâches de conduite. Cette répartition des tâches n'étant pas officiellement définie au sein de la DDSC, elle peut varier d'un équipage à un autre. Or, la production d'erreurs est très fortement influencée par la qualité du travail en équipage et de la communication.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à la DDSC de clarifier les rôles des divers membres de l'équipage et de standardiser les procédures (par exemple dans un mémento, ou une « check-list », ...).

4.1.3 Environnement du parking

Lors de sa préparation avant vol, le pilote n'a pas pris connaissance des particularités du parking Eurocopter et des procédures pratiquées par le service opérations concernant le roulage pour tous les appareils munis de roues. Ainsi, lorsqu'il arrive sur le parking, il est surpris :

- du lieu de stationnement avec une telle densité d'appareils et de personnels ;
- de devoir rouler sur 150 mètres environ pour se rendre sur le plot de stationnement final.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à la DDSC de favoriser le retour d'expérience des pilotes à l'issue de leurs missions (cahier de retour d'expérience, ...) et ainsi permettre une diffusion d'informations particulières entre les équipages.

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

Le bureau enquêtes accidents défense rappelle que la préparation intellectuelle avant la mise en route de l'appareil et avant le décollage exige une discipline rigoureuse, garante d'une bonne application des principes réflexes de sauvegarde. Ainsi, toutes les actions stipulées dans le manuel de vol, comme, par exemple, le serrage du frein de parc de l'Alouette III avant la mise en route de l'appareil, doivent être exécutées de manière systématique.

ANNEXE

Annexe : courbes issues de l'enregistreur MONIT' AIR _____ 37

1 COURBES ISSUES DE L'ENREGISTREUR MONIT'AIR

