

Bureau enquêtes accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'État

Rapport d'enquête de sécurité



T-2021-07-I

Date de l'évènement	22 mars 2021
Lieu	Castres Le Pesquié
Type d'appareil	EC 665 HAP Tigre
Organisme	Armée de Terre

AVERTISSEMENT

UTILISATION DU RAPPORT

Conformément à l'article L.1621-3 du code des transports, 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 aux engagements internationaux de la France, à l'esprit des lois et des règlements et relève de la seule responsabilité de son utilisateur.

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'évènement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'identification et l'analyse des causes de l'évènement font l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes retenues.

Le BEA-É formule ses recommandations de sécurité dans le quatrième et dernier chapitre.

Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure légale française.

CRÉDITS

	Airbus Helicopters	Page de garde
Figure 1	Airbus Helicopters et BEA-É	6
Figure 2	Airbus Helicopters	8
Figures 3 et 4	BEA-É	8
Figure 5	Forces aériennes de Gendarmerie (FAG)	10

TABLE DES MATIÈRES

SYNOPSIS.....	4
1. Renseignements de base	5
1.1. Déroulement du vol et des éléments qui ont conduit à l'évènement	5
1.2. Renseignements sur les membres d'équipage	5
1.3. Renseignements sur l'aéronef	5
1.4. Conditions météorologiques	5
1.5. Constatations sur l'aéronef	6
2. Analyse.....	7
2.1. Pose du manche collectif pilote.....	7
2.2. Réalisation de la pose du manche collectif pilote en octobre 2020	7
2.3. Erreur de montage	7
2.4. Non détection au sol de la pose non conforme du manche collectif pilote	8
2.5. Non détection en vol de la pose non conforme du manche collectif pilote	9
2.6. Organisation et contraintes de l'unité de maintenance	10
2.7. Cas similaire.....	10
3. Conclusion	11
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement	11
3.2. Causes de l'évènement	11
4. Recommandations de sécurité	12
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement	12
4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement	12

SYNOPSIS

Date et heure de l'évènement : 22 mars 2021 à 14h50

Lieu de l'évènement : Castres Le Pesquié

Organisme : armée de Terre

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

Unité : 5^e régiment d'hélicoptères de combat (5^e RHC)

Aéronef : EC 665 HAP Tigre n° 2002, F-MBHI

Nature du vol : vol de reconnaissance de zone

Nombre de personnes à bord : 2

Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Le lundi 22 mars 2021, un équipage du 5^e RHC réalise une mission de reconnaissance de zone au départ de Castres Le Pesquié à bord du Tigre n° 2002. Après quelques minutes de vol, le pilote se rend compte d'un jeu anormal sur son manche collectif, puis de sa rotation sur son axe. Le pilote commandant de bord reprend les commandes et repose l'aéronef à Castres.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'État (BEA-É) ;
- un directeur d'enquête de sécurité adjoint (BEA-É) ;
- un pilote ayant une expertise sur EC 665 HAP ;
- deux mécaniciens ayant une expertise sur EC 665 HAP.

Autres experts consultés

Airbus Helicopters (AH).

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol et des éléments qui ont conduit à l'évènement

Le lundi 22 mars au matin, plusieurs hélicoptères dont le Tigre n° 2002 et du personnel du 5^e RHC se déploient sur Castres Le Pesquié pour une semaine d'exercice tactique. Le vol de transit de Pau vers le camp de Castres Le Pesquié se déroule sans difficulté particulière pour le Tigre et son équipage.

L'après-midi, le même équipage est prévu pour une mission de reconnaissance de zone. Après avoir effectué le briefing de la mission, il décolle du camp à 14h50. Pendant le transit vers la zone d'exercice, en vol à vue vers 500 pieds, le pilote en place avant détecte un défaut sur le manche collectif. Tenant ce manche de la main gauche, il constate lors d'un mouvement vertical qu'un de ses doigts frotte contre le siège placé à droite du manche, ce qui est inhabituel. Très surpris, il prévient le commandant de bord en place arrière tout en se rendant compte que le manche collectif bouge anormalement en rotation autour de son axe. Le commandant de bord en place arrière décide d'annuler la mission, reprend les commandes de l'hélicoptère et se pose sans encombre cinq minutes après le décollage.

1.2. Renseignements sur les membres d'équipage

L'équipage du Tigre n° 2002 est composé de deux pilotes du 5^e RHC dont un commandant de bord, tous deux qualifiés et aptes au vol.

1.3. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de Terre
- Commandement d'appartenance : COMALAT
- Aérodrome de stationnement : Pau
- Unité d'affectation : 5^e RHC
- Type d'aéronef : EC 665 HAP Tigre

	Type-série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis visite 50 h
Cellule	EC 665 HAP	2002	1 239	9

La maintenance du Tigre est réalisée conformément à la documentation en vigueur. Elle est réalisée au sein de l'escadrille de maintenance hélicoptères 3 (EMH 3) du 5^e RHC. L'organisation de cette unité est conforme à la navigabilité et aux exigences de l'EMAR/FR 145¹. Avant l'identification du problème, les éléments de maintenance et de navigabilité apparaissaient conformes.

Le Tigre n° 2002 a subi une visite intermédiaire 400 heures chez AH qui s'est achevée en juillet 2019.

Les dernières maintenances sont :

- octobre 2020 : entretien comprenant le contrôle des commandes de volet et la dépose du siège pilote, ce qui a nécessité la dépose puis la pose du manche collectif pilote. Le Tigre n° 2002 avait 1 186 heures de vol au moment de la pose du manche collectif pilote ;
- décembre 2020 : entretien comprenant un échange des moteurs et un contrôle de la puissance des moteurs (*engine power check*) ;
- février 2021 : changement du pare-brise et des bras d'essuie-glace ;
- mars 2021 : contrôle du déclencheur des paniers lance-roquettes suite à un largage intempestif et visite 50 heures.

1.4. Conditions météorologiques

La météo est favorable aux vols sur toute la journée.

¹ Le COMALAT est agréé EMAR/FR 145 depuis le 12 mars 2020 par la direction de la sécurité de l'aéronautique d'État (DSAÉ). Numéro d'agrément : 145-026.

1.5. Constatations sur l'aéronef

Au sol, l'équipe de maintenance se rend compte que le manche collectif pilote (1) se désolidarise de la partie inférieure (8) par une simple traction dans l'axe des tubes. Le couvercle (7), la vis (6), les rondelles (4 et 5), l'écrou (3) et la goupille (2) sont solidaires du manche. Cette constatation montre que la vis est en place mais qu'elle ne passe pas au travers des trous du tube de la partie inférieure.

Le manche n'est donc pas fixé et est insuffisamment emboîté dans son embase.

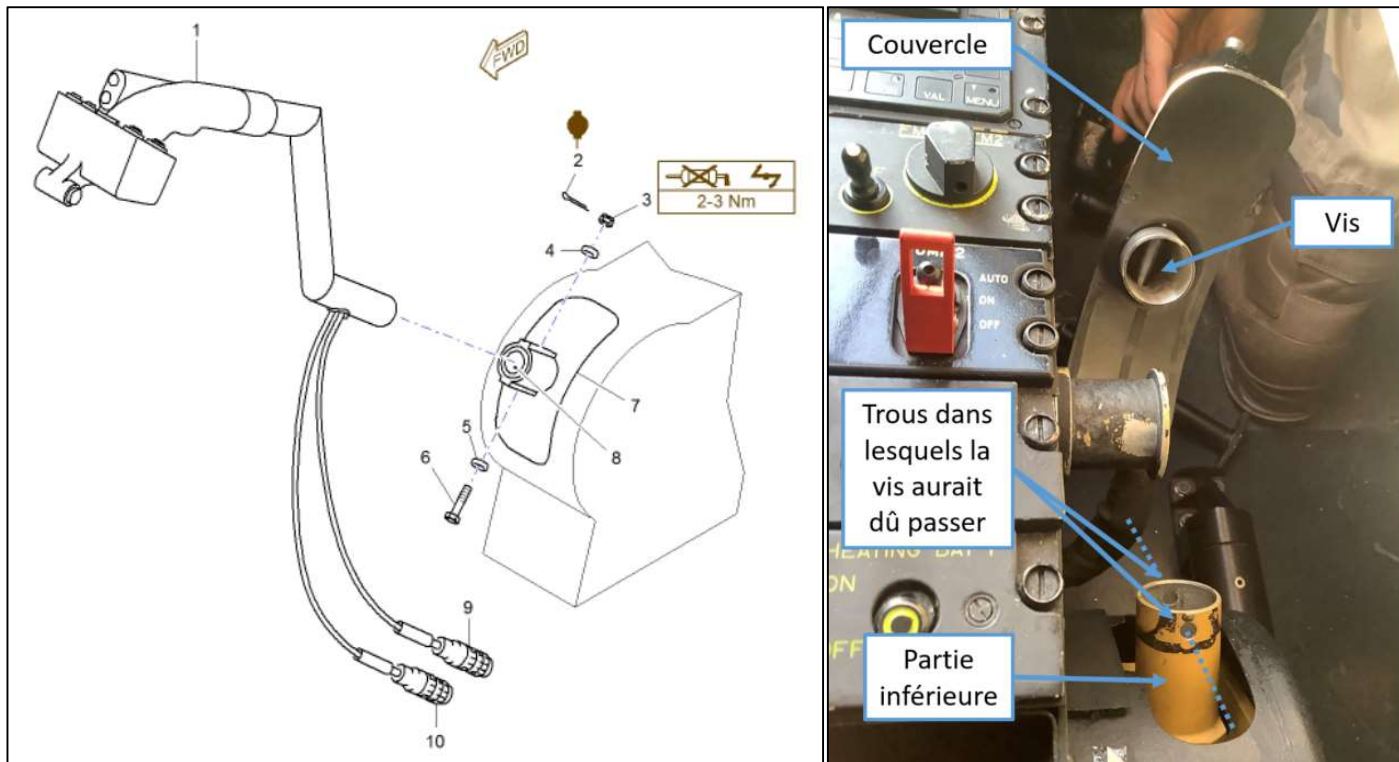


Figure 1 : constatations sur le Tigre

2. ANALYSE

2.1. Pose du manche collectif pilote

La dernière pose du manche collectif pilote enregistrée sur la documentation de maintenance remonte au mois d'octobre 2020. Elle fait suite à une dépose réalisée afin de pouvoir retirer et vérifier le siège pilote. Ces opérations s'inscrivent dans une intervention plus globale sur les commandes de vol du Tigre.

Entre cette pose du manche collectif pilote en octobre 2020 et l'évènement du 22 mars 2021, d'autres opérations de maintenance ont été réalisées sur le Tigre n° 2002. Aucune d'entre elles ne nécessitait la dépose du manche collectif pilote et aucune dépose et pose de ce dernier n'a été reportée sur la documentation de maintenance.

Si au cours des maintenances post octobre 2020, une telle dépose avait été rendue nécessaire, par exemple pour accéder à des éléments situés derrière le manche collectif pilote, il n'y aurait alors eu aucune raison que les mécaniciens ne l'aient pas enregistrée dans la documentation.

**La dernière pose enregistrée du manche collectif pilote date d'octobre 2020.
L'hypothèse d'une dépose et pose non enregistrée dans la documentation postérieure à celle d'octobre 2020 est peu probable.**

2.2. Réalisation de la pose du manche collectif pilote en octobre 2020

La dernière pose enregistrée du manche collectif pilote est réalisée le 28 octobre 2020 conformément à la carte de travail en vigueur (JP-A-67-15-01-00A-720A-A, édition 2014). Cette opération simple est réalisée au cours d'une maintenance lourde et complexe concernant les commandes de vol qui retient prioritairement l'attention des différents contrôleurs. Elle a été effectuée par un mécanicien novice ayant obtenu le certificat technique de niveau 1 (CT 1) mais en attente de stage de qualification de type sur EC 665². Celui-ci effectuait cette opération de maintenance pour la première fois, sous la supervision d'un chef d'équipe. Ce dernier considérait que la pose du manche collectif pilote était une opération simple sans possibilité d'erreur. Il a présenté au mécanicien novice la carte de travail succincte qui ne présente pas de méthode détaillée permettant de vérifier la conformité de la pose. Le chef d'équipe est resté présent pendant l'opération. Il n'avait toutefois pas de visuel direct sur les actions du mécanicien lors du remontage du manche collectif pilote du fait de l'étroitesse du cockpit du Tigre. Il a ensuite vérifié le montage a posteriori. À l'issue, le contrôleur a contreverifié l'ensemble de l'intervention de maintenance sur la chaîne de commande comme prévu. Il n'a pas détecté de pose non conforme du manche collectif pilote.

**La dernière pose enregistrée dans la documentation de maintenance a été réalisée par un mécanicien en attente de qualification sous la supervision d'un chef d'équipe.
Cette pose est considérée comme simple avec une carte de travail succincte.**

2.3. Erreur de montage

Les constatations menées sur le Tigre n° 2002 après son atterrissage montrent que la vis qui doit fixer les deux parties du manche collectif pilote l'une à l'autre n'était pas insérée dans les trous prévus à cet effet sur la partie inférieure. Il n'y a que lors des déposes et des poses des manches collectifs pilote que les vis sont manipulées. Une fois installées, une goupille permet d'empêcher la vis de bouger. Ce mauvais montage ne peut donc être dû qu'à une erreur au cours d'une maintenance. Compte tenu du fait qu'aucune pose n'est enregistrée après celle du 20 octobre, il est très probable que l'erreur ait été commise à cette occasion.

Une erreur de montage du manche collectif pilote a été réalisée, probablement au cours de la maintenance d'octobre 2020.

² Après leur formation initiale dispensée à Rochefort, les mécaniciens passent environ six mois dans leur unité avant de suivre la qualification de type de l'aéronef sur lequel ils sont affectés. Cette période leur permet d'acquérir de l'expérience sur l'aéronef avant la qualification.

2.4. Non détection au sol de la pose non conforme du manche collectif pilote

En cas de pose non conforme du manche collectif pilote, le couvercle est légèrement décalé du support au lieu d'être en contact avec lui. L'écart est alors de 6 à 8 millimètres.

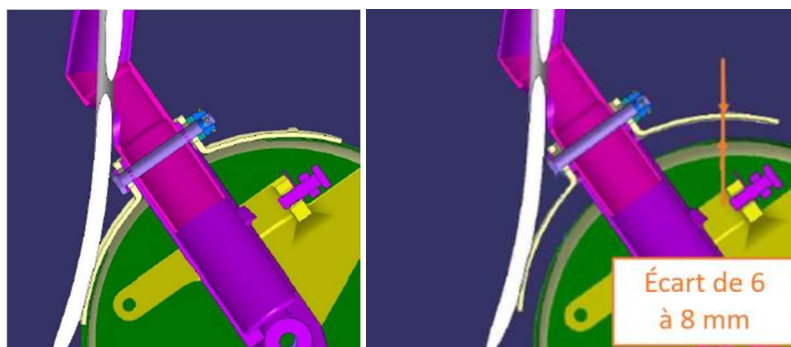


Figure 2 : coupe d'une pose correcte (à gauche) et d'une pose incorrecte (à droite)

Celui-ci correspond à l'entraxe entre les trous de passage de la vis et la fin du tube sur la partie inférieure du manche collectif.

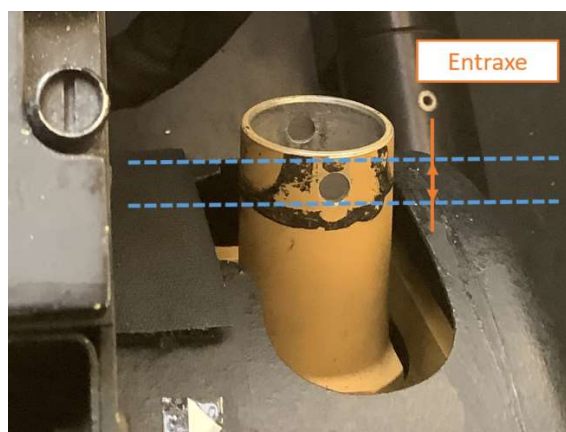


Figure 3 : entraxe

Cet écart est difficilement détectable visuellement car la position du manche n'est décalée que de quelques millimètres et le positionnement du couvercle n'est décollé du socle que de quelques millimètres également alors qu'il devrait être contre celui-ci.



Figure 4 : position du manche avec un mauvais montage

De plus, la carte de travail ne précise pas comment effectuer le contrôle de la pose conforme du manche collectif pilote et aucun risque de montage non conforme n'est identifié. Lorsque le contrôleur a réalisé sa vérification de la pose du manche collectif pilote en octobre 2020, cette vérification était incluse dans une vérification complète des opérations de maintenance avec des points plus critiques à contrôler.

La pose, qui paraissait simple, a pu être contrôlée avec moins d'attention et une éventuelle pose non conforme du manche collectif pilote n'a pas été détectée.

Ce décalage est également difficile à détecter par les pilotes lorsqu'ils tiennent le manche collectif. En effet, un expert pilote désigné dans le cadre de l'enquête a testé les positionnements et les mouvements de deux manches collectifs sur deux autres Tigre, dont l'un avait été repositionné comme celui du Tigre n° 2002. Durant cette reconstitution, l'expert pilote, bien qu'averti, n'a pas ressenti de différence notable entre ces deux manches collectifs.

Par ailleurs, lorsque les pilotes sont assis sur leur siège et qu'ils regardent vers le bas pour voir le manche, ils peuvent difficilement détecter cet écart.

La pose non conforme du manche collectif pilote est difficile à détecter, tant par les mécaniciens que par les pilotes, en raison d'un potentiel défaut d'attention sur ce point particulier lors du contrôle et en raison de la difficulté de la percevoir visuellement.

2.5. Non détection en vol de la pose non conforme du manche collectif pilote

Entre la pose du manche collectif pilote en octobre 2020 et l'évènement, le Tigre n° 2002 a réalisé 53 heures de vol, dont plusieurs heures de vols techniques à l'issue de la maintenance d'octobre 2020. Dans l'hypothèse, la plus probable, de pose non conforme du manche collectif pilote à cette date, de nombreux pilotes ont donc volé sur ce Tigre sans percevoir l'anomalie. Cela peut toutefois s'expliquer par plusieurs éléments :

- l'emboîtement du manche collectif pilote dans la partie inférieure permet un maintien mécanique par frottement. Le frottement pourrait être accru par une légère déformation des tubes (« ovalisation ») liée à leur usure ou par un non-respect du couple de serrage de la vis (prévu de deux à trois newtons mètres par la carte de travail). En effet, AH a testé une mauvaise pose d'un manche collectif pilote sur un Tigre sorti d'usine. Ce test a révélé que sur cet aéronef ayant peu volé, le maintien mécanique par frottement du manche collectif pilote était faible, rendant la pose non conforme perceptible par le pilote ;
- les pilotes utilisent le manche collectif uniquement dans le sens vertical. Ils n'ont pas à le mettre en rotation autour de son axe ni à le tirer vers l'avant, actions qui auraient pu éventuellement permettre de détecter une mauvaise pose ;
- les pilotes utilisent régulièrement le *bip trim*³, ce qui évite tout effort sur le manche. Celui-ci bouge alors seul, le pilote ne faisant qu'accompagner le mouvement.

Lors du vol du 22 mars, le pilote s'aperçoit d'un défaut sur le manche collectif pilote car lorsqu'il l'actionne vers le haut, son majeur gauche, positionné sur la palette d'engagement système d'armement, frotte contre le siège. Il n'a pas l'habitude de ressentir un tel frottement. Cela traduit une légère rotation du manche sur son axe qui a dû se produire au cours des 53 heures de vol précédentes sans que l'on puisse en déterminer la cinématique exacte (progressivement tout au long des vols ou plus brutalement par diminution des frottements entre les deux tubes du manche collectif pilote). Le matin même, ce pilote avait effectué le transit entre Pau et Castres Le Pesquié sans percevoir de défaut.

La conception globale permet le maintien par frottement du manche collectif pilote. Plusieurs pilotes ont réalisé des vols sur le Tigre n° 2002 avant que la pose non conforme du manche collectif ne soit perçue. Le manche a légèrement tourné autour de son axe et a finalement permis au pilote du vol du 22 mars de percevoir une position inhabituelle de son manche collectif.

³ Le *bip trim*, aide au pilotage souvent utilisé par les pilotes lors des vols de transit ou lors des phases de décollage ou atterrissage, qui permet d'augmenter la puissance sans appliquer d'effort sur le manche. Il peut être également utilisé en vol tactique mais il est un peu lent.

2.6. Organisation et contraintes de l'unité de maintenance

L'organisation de l'EMH 3 qui assure la maintenance des Tigre du 5^e RHC est conforme aux exigences de la navigabilité (EMAR/FR 145). Elle supporte une charge de travail élevée mais acceptable. Les contraintes de ressources humaines induisent cependant un rajeunissement du personnel et notamment de l'encadrement. Les chefs d'équipe doivent parfois superviser plusieurs chantiers en même temps alors que ceux-ci peuvent être réalisés par des mécaniciens novices non encore qualifiés. Cependant, lors de la pose du manche collectif pilote en octobre 2020, le chef d'équipe est présent tout au long de l'intervention du mécanicien en consolidation d'expérience.

L'ensemble des vérifications et contrôles post opération est conforme à la réglementation en vigueur.

L'organisation de l'EMH 3 est conforme aux exigences de la navigabilité (EMAR/FR 145). Cette unité fait face à une érosion globale de l'expérience des mécaniciens.

2.7. Cas similaire

Un cas analogue s'est produit le 23 février 2021 sur un EC 145 des forces aériennes de Gendarmerie (FAG). Au cours d'un vol technique de sortie de visite périodique et lors du dernier virage pour s'aligner sur la piste, le pilote a ressenti une très légère rotation du manche cyclique autour de son axe. Une fois au sol, un mécanicien a exercé un effort de rotation sur le manche cyclique assez conséquent pour le faire pivoter. En effectuant plusieurs rotations et en tirant verticalement, le manche cyclique s'est déboîté de son logement. Le mécanicien a alors constaté que la vis était en place, serrée et goupillée, mais qu'elle n'avait pas traversé l'embase du manche cyclique.



Figure 5 : cas analogue sur un EC 145 de la Gendarmerie nationale

En 2014, AH avait été informé d'autres cas similaires sur EC 145 et EC 135 (pose du manche cyclique identique sur ces deux types d'appareils) et avait alors émis une *safety information notice* (SIN) identifiée sous le numéro 2787-S-67 en date du 1^{er} octobre 2014. Par la suite et conformément à cette note, AH a modifié la documentation de maintenance des EC 135 et 145 pour inclure une opération de vérification après la pose du manche cyclique.

Plusieurs cas similaires sur des manches de commandes de vol d'hélicoptères Airbus ont eu lieu avant l'évènement du Tigre n° 2002, entraînant une révision de la documentation de maintenance.

3. CONCLUSION

L'évènement est la détection en vol par le pilote d'une pose non conforme du manche collectif pilote.

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

La dernière pose enregistrée du manche collectif pilote remonte au 28 octobre 2020. L'hypothèse d'une pose ultérieure non enregistrée ne peut être écartée mais elle est peu probable.

Entre la pose d'octobre 2020 et l'évènement, le Tigre n° 2002 a réalisé 53 heures de vol sans détection d'anomalie sur le manche collectif pilote.

Au moment de l'évènement, AH avait connaissance de plusieurs autres cas similaires sur des manches de commandes de vol d'EC 135 et EC 145.

3.2. Causes de l'évènement

La cause de l'évènement est une erreur de montage lors de la pose du manche collectif pilote.

La détection tardive de la pose non conforme du manche collectif pilote est due :

- à la difficulté de percevoir cette non-conformité par les mécaniciens et les pilotes ;
- au maintien mécanique par frottement du manche collectif pilote et à son utilisation non contraignante par les pilotes ;
- aux contrôles a posteriori difficilement réalisables à cause d'une procédure de contrôle inexistante dans la carte de travail ;
- à une éventuelle moindre attention apportée au contrôle de cette tâche simple au regard des autres tâches plus critiques de la maintenance ;
- à l'érosion de l'expérience des mécaniciens de l'EMH 3 et à la difficulté d'assurer la supervision par les chefs d'équipe.

4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

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

4.1.1. Atténuation du risque

Dans son message de premières informations⁴, le BEA-É recommande « à AH de renforcer les mesures permettant d'éviter un mauvais montage des manches collectifs pilote et tireur et de les diffuser largement aux exploitants d'hélicoptères Tigre ». Cette recommandation est limitée aux hélicoptères Tigre et aux manches collectifs. Or d'autres cas similaires ont eu lieu sur d'autres types d'hélicoptères d'AH et concernaient les manches cycliques. Cette première recommandation peut donc être étendue aux manches cycliques et aux autres types d'hélicoptères.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à Airbus Helicopters de renforcer les mesures permettant d'éviter un mauvais montage des manches collectifs et cycliques sur ses hélicoptères et de les diffuser largement aux exploitants de ses hélicoptères.

R1 – [T-2021-07-I] Destinataire : AH

Cette recommandation a déjà été prise en compte par AH pour les Tigre.

4.1.2. Sensibilisation du personnel

Dans son message de premières informations, le BEA-É recommandait « à l'armée de Terre de sensibiliser son personnel sur le risque d'un mauvais montage des manches collectifs pilote et tireur et de la difficulté de le percevoir ». Le BEA-É réitère cette recommandation en l'étendant à toutes les autres autorités d'emploi.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à toutes les autorités d'emploi de sensibiliser leur personnel sur le risque d'une mauvaise pose des manches collectifs et cycliques sur leurs hélicoptères et de la difficulté de la percevoir.

R2 – [T-2021-07-I] Destinataires : CEMAT, CEMAEE, CEMM, DGA, DGGN, DGSCGC, DGDDI

Cette recommandation a déjà été prise en compte par la direction de la maintenance aéronautique (DMAé) qui a demandé un contrôle de parc (CP 001/DMAé/TIGRE/2021). Cette demande est reprise par le COMALAT au travers de son message n° 2021/631 du 22 mars 2021.

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

Néant.

⁴ Message BEA-É n° 2021/99 du 2 avril 2021.