**DOSSIER SUJET**

**Changement de bagues sur amortisseur de traînée et embout**

**sur certains types d’hélicoptères**

**Mise en situation**

Zone de l’étude : Amortisseur de traînée

Cet hélicoptère a effectué son premier vol le 17 juin 1997 et les livraisons ont débuté en mars 1999.

Le constructeur a prévu plusieurs configurations différentes pour l’EC 155 : une version passagers (pouvant transporter douze ou treize personnes et un ou deux membres d’équipage), une version VIP (avec une cabine luxueuse aménagée pour huit passagers au grand maximum), une version éva-san (évacuation sanitaire) équipée de deux civières et de quatre places pour du personnel médical, et depuis 2005, une version off-shore équipée pour des missions de police, de surveillance maritime et aérienne ainsi que de secours en mer.

Le nouveau rotor (en matériaux composites) à cinq pales de type Spheriflex et le fenestron (rotor arrière intégré dans la structure de la queue) contribuent à faire diminuer le niveau de vibrations.
Les deux moteurs qui propulsent l’appareil sont des Arriel 2C1 «turboshaft» équipés d’un FADEC (Full Authority Digital Engine Control). En outre, cet hélicoptère peut être équipé d’un système anti-givrage qui le rend à même de voler en conditions givrantes.

L'amortisseur de traînée (2) (voir figure 1 du DT2/17), installé entre les manchons, assure deux fonctions : raideur et amortissement. La raideur permet d'adapter la fréquence naturelle de la pale sur l'axe de traînée et de ramener la pale dans sa position de repos. L'amortissement empêche tout phénomène d'oscillations, source de vibrations, autour de l'axe de traînée.

Ceci s'obtient par interposition d'élastomère dur entre deux structures cylindriques, chacune d'entre elles étant fixée à une extrémité de l'amortisseur. L'amortisseur de traînée doit être installé dans le sens de la rotation (3) (voir figure 1 du DT2/17).

De cette conception, il s'en suit une simplification et un allègement du moyeu, une réduction de charges sur les amortisseurs et donc de leur masse, une réduction importante du maître couple du rotor et donc de sa traînée, ainsi qu’une amélioration de la fiabilité.

***Quelques caractéristiques de l’hélicoptère étudié*** *:*

Longueur de l’appareil : 14,30 m Rayon d’action : 857 km

Diamètre du rotor : 12,60 m Plafond : 4 572 m

Hauteur de l’appareil : 4,35 m Vitesse ascensionnelle : 8,9 m∙s-1

Poids à vide : 2 618 kg

Masse maximale au décollage : 4 920 kg

Vitesse de croisière : 280 km∙h-1 (ne peut en aucun cas excéder 324 km∙h-1)

Rotor principal : 5 pales

**Objectif de l’étude**

Suite à une inspection demandée par un bulletin de service (DT3/17), il a été constaté la présence de corrosion sur les bagues en bronze situées sur les manchons et les amortisseurs de trainée de l’hélicoptère (figures 1 et 2, DT2/17). Le bulletin de service propose 2 solutions de remplacement de ces bagues (DT4/17 et DT5/17).

En raison des coûts supplémentaires dus à l’immobilisation des appareils pour opération de maintenance, une étude de procédure est étudiée afin de diminuer les coûts d’entretien. Un travail de modification sur les nouveaux hélicoptères à l’assemblage sera aussi étudié.

La démarche d’analyse portera sur :

* l’analyse de la corrosion,
* la réglementation,
* l’étude de planning et le calcul de coûts de production,
* le processus d’assemblage des nouveaux appareils.

Afin de changer les bagues en bronze, en fonction des recommandations du bulletin de service adapté à l’entreprise (voir plan de l’entreprise DT1/17), il a été établi l’organisation suivante :

**Procédure 1 :**

* ***Phase de démontage*:**
	+ Sur zone atelier :
		- 1. Repérage et dépose des 5 pales suivant la procédure de l’AMM (non fourni),
			2. Transport et stockage des 5 pales au magasin outillage sur chariots,
			3. Repérage et dépose des 5 amortisseurs suivant la procédure de l’AMM (non fourni),
			4. Repérage et dépose des 5 manchons suivant la procédure de l’AMM (non fourni),
			5. Transport sur chariots des amortisseurs et manchons à l’atelier ensemble mécanique.
* À l’atelier ensemble mécanique :
	+ - 1. Dépose de toutes les bagues situées sur les 5 amortisseurs,
			2. Dépose de toutes les bagues situées sur les 5 manchons.

* ***Phase de remontage* :**
* À l’atelier ensemble mécanique :
	+ - 1. Nettoyage des surfaces sur les 5 manchons et les 5 amortisseurs avec du dissolvant,
			2. Collage des nouvelles bagues en acier nitruré sur les 5 manchons et les 5 amortisseurs,
			3. Polymérisation à l’air libre pendant 4 jours (96 heures),
			4. Transport sur chariots des amortisseurs et des manchons,
			5. Transport sur chariots des pales sur zone atelier.
* Sur zone atelier :
	+ - 1. Repose des 5 manchons selon la procédure de l’AMM (non fourni),
			2. Repose des 5 amortisseurs selon la procédure de l’AMM (non fourni),
			3. Repose des 5 pales selon la procédure de l’AMM (non fourni),
			4. Contrôle qualité final avant remise en service.

**Procédure 2 :**

* ***Phase de démontage* :**
	+ Sur zone atelier :
1. Repérage et dépose des 5 pales suivant la procédure de l’AMM (non fourni),
2. Transport et stockage des 5 pales au magasin outillage sur chariots,
3. Repérage et dépose des 5 amortisseurs suivant la procédure de l’AMM (non fourni),
4. Transport sur chariots des amortisseurs à l’atelier ensemble mécanique,
5. Dépose de toutes les bagues situées sur les 5 manchons,
6. Nettoyage des surfaces sur les 5 manchons avec du dissolvant,
7. Collage des bagues en acier nitruré sur les 5 manchons,
8. Polymérisation à l’aide de 5 couvertures chauffantes entourant les 5 manchons pendant 1 jour (24 heures).
* À l’atelier ensemble mécanique :
1. Dépose de toutes les bagues situées sur les 5 amortisseurs.
* ***Phase de remontage* :**
* À l’atelier ensemble mécanique :
1. Nettoyage des surfaces sur les 5 amortisseurs avec du dissolvant,
2. Collage des nouvelles bagues en acier nitruré sur les 5 amortisseurs,
3. Polymérisation en étuve pendant 1 jour (24 heures),
4. Transport sur chariots des 5 amortisseurs vers la zone atelier.

* Sur zone atelier :
1. Repose des 5 amortisseurs selon la procédure de l’AMM (non fourni),
2. Transport sur chariots des pales vers la zone atelier,
3. Repose des 5 pales selon la procédure de l’AMM (non fourni),
4. Contrôle qualité final avant remise en service.

**Travail demandé**

Partie 1 : Étude de la corrosion des bagues

*Suite à l’usure des bagues en bronze, une étude a été effectuée pour définir un nouveau matériau. Cette analyse a nécessité 40 heures de travail et après une série d’essais, les bagues en bronze (CuSn9P) seront remplacées par des bagues en acier nitruré (31CrMo12).*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.1 :** | Citer en expliquant succinctement 4 processus de formation de corrosion rencontrés couramment en aéronautique. |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.2 :** | Donner la désignation détaillée des 2 matériaux suivants :- CuSn9P - 31CrMo12 |
| DT7 à DT10Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.3 :** | La nouvelle bague (en acier nitruré) est en contact avec la sphère, contenant un alliage de nickel, de chrome et de fer (Inconel), de la liaison rotule (voir figure 2, DT2). Justifier ce choix de matériau à l’aide du tableau « couple galvanique » du DT10. |
| DT2, DT10Feuille de copie |

Partie 2 : Réglementation

*L’application d’un bulletin de service est un travail supplémentaire impliquant des vérifications et un suivi de la réglementation. Dans ce cadre, il est nécessaire d’avoir une connaissance des dispositifs permettant cette réalisation.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.1 :** | Sachant que :* plusieurs types d’hélicoptères cités appartiennent à des sociétés pratiquant le travail aérien et le transport public,
* que cette entreprise s’engage au renouvellement des certificats d’examen de navigabilité,

quels agréments doit posséder cette entreprise ? |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.2 :** | Sachant que ce travail relève d’un bulletin de service, à quel moment sera programmé ce travail ? |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.3 :** | À partir de la réception, à partir de quel document l’exécution d’un bulletin de service sera rendu impérative ? |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.4 :** | Sur combien d’aéronefs le constructeur a-t-il prévu cette modification ? |
| DT3Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.5 :** | Dans un atelier agréé, tous les travaux relèvent de l’exécution d’un bon de lancement. Dans le cadre de la réalisation d’une visite, quels sont les travaux à faire apparaitre sur ce bon de lancement ? |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.6 :** | En vue de planifier le changement des bagues, préciser sur feuille de copie la qualification des 3 opérateurs 1, 2 et 3 mentionnés sur le DR1 (les moyens humains disponibles figurent sur le DT1). |
| DR1, DT1Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.7 :** | Quelle qualification doit-on posséder pour valider le contrôle final de chaque opération ? |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.8 :** | Quelle est la licence requise pour l’APRS de sortie de visite ? |
| Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.9 :** | Des contrôles d’exécution sont nécessairement intégrés aux travaux sur les deux procédures définies par l’entreprise et par le bulletin de service. Réécrire la procédure 1 en intégrant ces contrôles d’exécution. Répondre sur feuille de copie. |
| DT4, DT5Feuille de copie |

Partie 3 : Etude du Planning

Nota : une très grande rigueur est demandée dans la lecture de tous les documents avant de répondre aux questions.

*Pour cette partie, on vous demande de déterminer les temps et les coûts engendrés par l’application du bulletin de service et de choisir la procédure. On utilisera le moins d’opérateurs qualifiés possibles et les contrôles se feront en parallèle de la production sans l’interrompre.*

*Attention : le délai de livraison de l’appareil (certificat de remise en service) a été fixé au lundi à 18 heures, semaine 11.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.1 :** | Déterminer le temps maximal d’immobilisation d’un appareil pour les 2 procédures, jusqu’à la délivrance du certificat de remise en service, en prenant en compte le temps de polymérisation.Expliquer en détail votre démarche. Vous exprimerez le temps total en jours.Nota : concernant la procédure 2, la polymérisation des bagues sur les manchons à l’aide des couvertures chauffantes se fera simultanément avec la polymérisation des bagues sur les amortisseurs en étuve.  |
| DT1, DT4 à DT6Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.2 :** | Déterminer le coût de chacune des procédures proposées pour le changement de toutes les bagues sur un appareil (le taux d’amortissement des couvertures chauffantes est pris en compte dans le coût d’utilisation).Le coût de l’ensemble des contrôles d’exécution (différents de ceux de remise en service) s’élèvera à : * + - * + Procédure 1 = 400 €
				+ Procédure 2 = 500 €

Expliquer en détail votre démarche.  |
| DT1, DT6Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.3 :** | Déterminer la procédure la plus appropriée et justifier votre choix. |
| Sur feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.4 :** | Sur le DR1, on donne la répartition incomplète des différents chantiers de travail pour les semaines 10 et 11. L’ensemble des tâches de changement de bagues sera réparti sur 2 opérateurs (1 et 2). Ils ont les compétences pour réaliser toutes les tâches demandées dans cette procédure.Compléter le planning en intégrant l’appareil 4 pour la procédure 2, en respectant la légende du DR1, en fonction de la durée hebdomadaire de travail (DT1). La date de début de chantier est fixée au mardi à 14 heures. |
| DR1, DT1 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.5 :** | Placer, sur le planning (DR1) les interventions du contrôleur d’exécution dans le cadre de la validation du processus (responsable qualité). |
| DR1 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.6 :** | Donner la date de fin de chantier pour l’appareil étudié. Le délai de livraison sera-t-il respecté (répondre en bas du DR1) ?  |
| DR1 |

Partie 4 : Processus d’assemblage

Vous êtes préparateur, sous la responsabilité d’un bureau d’étude de la chaîne d’assemblage, de ce type d’hélicoptère. Suite au bulletin de service, le constructeur doit intégrer cette modification. Il est donc nécessaire de rédiger toutes les fiches d’instructions correspondantes aux modifications des appareils et du processus d’assemblage.



|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.1 :** | Le constructeur a ajouté le symbole dans la procédure de pose des manchons.Ce symbole signifie qu’il faut appliquer un couple de serrage compris entre 220 et 250 N∙m sans lubrification.Expliquer l’utilité de donner un intervalle de couple de serrage.Expliquer l’utilité d’un couple de serrage.  |
| DT13, DT14Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.2 :** | L’appareil concerné n’a pas reçu la modification MOD 0762B93. La procédure de pose décrite dans le DT12 est incomplète. Compléter (en français) cette procédure sur le DR2.  |
| DR2, DT12 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.3 :** | Le DT16 décrit la procédure pour effectuer un contrôle sur le manchon. Parmi les instruments de mesure et de contrôle du DT17, choisir l’instrument de mesure ou de contrôle permettant de répondre au paragraphe d) de la procédure.Montrer, par un schéma succinct, comment l’opérateur devra positionner l’instrument de mesure sur le manchon. Expliquer littéralement la procédure. |
| DT16, DT17Feuille de copie |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Question 4.4 :** | Le DR3 décrit la procédure incomplète de pose et dépose des tresses de métallisation des pales.Replacer, dans l’ordre, les actions du tableau ci-dessous de cette procédure en complétant les items manquant sur le DR3.

|  |  |
| --- | --- |
| A | Install and torque the nut (5). |
| B | Put the electrical bonding braid (1) in its position with a 40° angle to the blade trailing edge. |
| C | Apply the Locking fluid CM 621 on the threads of the screw (3), but not on the first two threads. |
| D | Install the screw (3) with the washer (4). |
| E | Make the electrical bond. |
| F | Make the electrical bond. |
| G | Torque the screw (3). |
| H | Put the electrical bonding braid (1) and the screw (2) in their positions. |

 |
| DR3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.5 :** | La précaution (NOTE) ci-dessous est rendue nécessaire lors de l’application du produit CM 621 :*NOTE : Do not apply the Locking fluid CM 621 on the first two threads of the* screw *(3).*Ajouter cette note entre deux actions sur la procédure du DR3. |
| DR3 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.6 :** | Pourquoi ce produit n’est appliqué que sur le « screw » repère (3) ? |
| DR3Feuille de copie |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.7 :** | Proposer un appareil pour contrôler la métallisation parmi la liste ci-dessous :* Voltmètre
* Ampèremètre
* Ohmmètre

Justifier ce choix. |
| Feuille de copie  |