

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A07Q0085



RUPTURE EN VOL

**DE L'HÉLICOPTÈRE EUROCOPTER AS350 B1 ASTAR C-GZCN
EXPLOITÉ PAR HELI-TRANSPORT SERVICES (CANADA) INC.
À 176 NM AU NORD-EST DE CHIBOUGAMAU (QUÉBEC)
LE 27 MAI 2007**

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête aéronautique

Rupture en vol

de l'hélicoptère Eurocopter AS350 B1 Astar C-GZCN
exploité par Heli-Transport Services (Canada) Inc.
à 176 nm au nord-est de Chibougamau (Québec)
le 27 mai 2007

Rapport numéro A07Q0085

Sommaire

Vers 8 h, heure avancée de l'Est, l'hélicoptère Eurocopter AS350 B1 Astar immatriculé C-GZCN, numéro de série 2207, exploité par Heli-Transport Services Inc. quitte un camp minier se trouvant à 176 nm au nord-est de Chibougamau pour se rendre à un site de forage situé à 20 nm au sud-est. Environ quatre minutes après le décollage, l'hélicoptère se disloque en vol et tombe rapidement au sol. La pilote, seule à bord, subit des blessures mortelles; l'appareil est détruit.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

L'hélicoptère immatriculé C-GZCN était utilisé sur une base contractuelle par Melkior Resources Inc. (Melkior), entreprise qui s'intéressait à l'acquisition et à l'exploration de propriétés minières canadiennes, essentiellement en Ontario et au Québec. Melkior avait positionné une équipe d'exploration dans les monts Otish, au nord-est de Chibougamau (Québec), afin d'y faire de la prospection d'uranium. Heli-Transport Services (Canada) Inc. (Heli-Transport), entreprise basée à Carp (Ontario), effectue des opérations de transport par hélicoptère qui sont régies par les sous-parties 702 et 703 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), et elle devait assurer par contrat le soutien aux opérations sur les sites de forage de Melkior, comme les relèves d'équipe, l'emport des fournitures aux sites de forage et les déplacements d'un lieu de forage à un autre. Heli-Transport exploite une base à Trois-Rivières (Québec) où l'hélicoptère avait subi d'importantes opérations de maintenance afin d'être prêt pour la saison estivale.

L'hélicoptère avait été construit en 1989 et importé au Canada en 2004. Il était exploité et entretenu par Heli-Transport conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures d'un organisme de maintenance agréé (OMA). Toutes les modifications, les consignes de navigabilité obligatoires et les opérations de maintenance requises avaient été exécutées. La masse et le centrage de l'hélicoptère se trouvaient dans les limites permises pendant le vol. L'hélicoptère n'était pas équipé d'un enregistreur de données de vol (FDR) ni d'un enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR), ce qui ne contrevenait pas à la réglementation.

L'hélicoptère totalisait environ 9380 heures de vol, dont 35 depuis sa grande visite planifiée exécutée entre le 15 mars et le 14 mai 2007. L'hélicoptère avait également subi l'inspection des 3500 heures du réducteur épicycloïdal de la boîte de transmission principale (BTP), une inspection à la recherche de corrosion sur l'arbre rotor principal et une modification de la cloison de fixation de la structure du fuselage arrière. Au terme de ces travaux, la documentation avait été signée le 14 mai 2007.

Au cours de l'inspection des 3500 heures, le réducteur épicycloïdal avait été déposé de la BTP. Cette opération obligeait à déposer les pales du rotor principal, à débrancher les commandes de vol et à séparer les carters supérieur et inférieur de la BTP pour avoir accès au réducteur épicycloïdal. Ce dernier ainsi que les carters de l'arbre rotor avaient été envoyés en révision chez Eurocopter Canada, puis ils avaient été retournés à Heli-Transport le 20 avril 2007, et le réducteur épicycloïdal avait été remonté sur la BTP.

Les opérations de maintenance ont été terminées le 15 mai 2007. L'hélicoptère a fait l'objet d'essais au sol et en vol pour assurer que les divers composants des systèmes avaient été posés correctement et qu'il n'y avait pas de fuite de liquide et pour évaluer les performances d'ensemble de l'appareil. L'hélicoptère a effectué une heure et demie de vol. Une vérification du rotor principal a été faite à l'aide d'un dispositif d'alignement afin d'assurer que les pales du rotor évoluaient dans le même plan de rotation et qu'elles étaient bien équilibrées. Au cours de

ces essais au sol et en vol, il est apparu que le régime du rotor principal (Nr) indiquait 10 tours par minute (tr/min) de moins que le réglage normal fixé à 394 tr/min. Ce régime inférieur était encore dans les limites. Il a été confirmé par la suite à l'aide du dispositif d'alignement que le véritable régime des pales du rotor principal n'était pas inférieur à la normale mais que l'anomalie était liée à un problème d'indicateur.

Lors d'un des essais en vol, il y a eu résonance au sol¹ après l'atterrissage, lorsque les gaz ont été réduits de la pleine puissance jusqu'au ralenti. Après augmentation immédiate des gaz, la résonance a disparu. L'hélicoptère a été repositionné sans autre épisode de résonance au sol. Le personnel de maintenance a vérifié tous les composants dynamiques conformément au manuel d'entretien et a remplacé les amortisseurs de vibrations à lames d'acier situés à l'extrémité arrière des deux patins. De plus, un bourdonnement a été entendu pendant certains des points fixes moteur. Un représentant technique en moteurs présent pendant ces points fixes a indiqué qu'un bourdonnement similaire s'était déjà fait entendre sur d'autres AS350 B. Par la suite, le bourdonnement a cessé, et les opérations visant à en déterminer l'origine ont également été arrêtées.

Au cours d'une autre séance d'essais au sol et en vol, le voyant d'alarme du détecteur de particules de la BTP s'est allumé. Le détecteur magnétique de particules a été inspecté, et la présence de fines poussières métalliques a été constatée. Le représentant technique d'Eurocopter a été avisé. Il a renvoyé le technicien d'entretien d'aéronef (TEA) au manuel d'entretien MET 05.53.00.608², là où se trouvent les procédures d'inspection spéciale après un tel événement. D'après le représentant technique d'Eurocopter et les documents renfermant les procédures d'inspection spéciale, la présence de poussières métalliques ou de fines particules métalliques après le remplacement de pièces comme le réducteur épicycloïdal de la BTP n'est pas anormale. La procédure d'inspection spéciale a été suivie, et le voyant d'alarme du détecteur de particules de la BTP ne s'est pas rallumé. Tous les problèmes précités ont été réglés conformément au manuel d'entretien du constructeur. Il n'y a eu aucune autre indication de problème, et l'hélicoptère a été remis en service.

L'hélicoptère était attendu au camp minier des monts Otish le 15 mai 2007. À cause du retard dans les opérations de maintenance, la pilote accompagnée d'un TEA est partie à bord de l'hélicoptère le 16 mai 2007 en fin de journée et est arrivée sur place le 17 mai 2007 avant 12 h.

¹ Eurocopter explique le phénomène de résonance au sol ainsi : [Traduction] « Lorsque le rotor de l'hélicoptère tourne et que l'hélicoptère est au sol, le train d'atterrissage sert de point d'appui aux vibrations. Si la fréquence naturelle du train d'atterrissage se synchronise avec les principales fréquences vibratoires du rotor principal, les vibrations vont augmenter à chaque rotation du rotor à mesure que les pales reçoivent une nouvelle impulsion 'réfléchie'. L'amplitude de la vibration augmente alors très rapidement, la vibration devient divergente, et les oscillations qui en résultent peuvent causer la destruction et le retournement de l'hélicoptère. »

² Manuel d'entretien MET 05.53.00.608 – Inspection après un incident – L'huile de la boîte de transmission est contaminée; et manuel des techniques courantes 20.08.01.601 – Surveillance périodique des dispositifs de vérification de l'huile de lubrification.

La pilote de l'hélicoptère possédait la licence et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur. Elle totalisait environ 1600 heures de vol, dont 110 sur Eurocopter AS350. Elle avait terminé sa formation et passé son contrôle de compétence pilote (CCP) en avril 2007. Le TEA devant s'occuper du contrat passé avec Melkior avait obtenu sa licence en 2005, et il avait suivi le cours technique sur l'hélicoptère Eurocopter AS350. Dans les trois années précédentes, il avait travaillé de nombreuses fois pour le compte d'Heli-Transport à titre d'entrepreneur indépendant.

Dans les dix jours ayant précédé l'accident, la pilote avait inspecté l'appareil chaque fois avant le premier vol de la journée, et le TEA avait fait de même à la fin de chaque journée de vol. Le TEA avait continué de surveiller la basse indication de Nr, et dans l'espoir de corriger la situation, il avait essayé diverses mesures correctives de maintenance et avait fait de nombreuses consultations téléphoniques avec la base de maintenance de Trois-Rivières. Aucune des solutions proposées n'avait réglé le problème.

Le 22 mai 2007, le voyant d'alarme du détecteur de particules de la BTP s'était allumé. Le TEA avait inspecté le détecteur magnétique de particules et avait constaté la présence de fines poussières métalliques. L'huile et le filtre avaient été remplacés, et les procédures d'inspection spéciale du manuel d'entretien avaient été suivies avant de remettre l'hélicoptère en service. Cet événement avait été signalé à la base de maintenance de Trois-Rivières.

Le 25 mai 2007, la pilote avait été confrontée à un phénomène de résonance au sol en se posant sur une plate-forme d'atterrissage en rondins. La résonance avait immédiatement cessé lorsque la pilote avait remis de la puissance moteur et s'était repositionnée sur la plate-forme d'atterrissage. Le TEA avait inspecté les amortisseurs de vibrations et les composants dynamiques connexes pour voir s'ils étaient toujours en bon état et bien fixés, et il n'avait observé aucune anomalie. Pendant cette période, et mis à part les problèmes apparemment non reliés les uns aux autres que nous venons de mentionner, la pilote n'avait signalé aucun problème avec l'hélicoptère ni aucun problème de performances.

Le 27 mai 2007, la pilote a inspecté l'hélicoptère en prévision du vol, et elle a décollé à 6 h 45, heure avancée de l'Est (HAE)³, avec une équipe de forage devant assurer la relève du matin. Les conditions météorologiques se prêtaient au vol à vue (VFR). Sur le site de forage, la pilote avait effectué trois rotations (transport de charge à l'élingue), puis elle est repartie vers le camp avec l'équipe de nuit qui venait d'être relevée. Pendant le vol de retour, l'alarme sonore de bas régime rotor a retenti et la pilote a déclaré entendre un bourdonnement basse fréquence au ralenti. Une vérification au sol a été effectuée au ralenti dans l'espoir d'identifier la source du bourdonnement. Le TEA a lui aussi pu entendre le bourdonnement, mais le bourdonnement disparaissait dès que la puissance était augmentée à 100 %.

L'hélicoptère est ensuite reparti pour effectuer le vol ayant mené à l'accident. L'hélicoptère a été observé après le décollage en route vers le site de forage. Une traînée de ce qui semblait être de la fumée a été observée à l'arrière de l'hélicoptère qui a par la suite fait une descente rapide vers le sol. Le chef de camp et le TEA ont été alertés, et une opération de recherche et sauvetage a été lancée.

³ Les heures sont exprimées en HAE (temps universel coordonné moins quatre heures).

L'hélicoptère a été repéré vers 10 h HAE dans un marais à 8 nm du camp minier. Il était retourné sur le côté droit. Les pales du rotor principal avaient percuté le poste de pilotage en vol, ce qui avait causé des blessures mortelles à la pilote et sectionné le toit, les parois latérales et les portes de la cabine de l'hélicoptère. Les débris de l'épave étaient éparpillés sur environ 700 pieds en direction nord-est. La poutre de queue s'était détachée de l'hélicoptère et a été trouvée à environ 120 pieds à l'est de la cabine principale. L'épave a été transportée au Laboratoire technique du BST pour un examen plus poussé.

Lors du vol ayant mené à l'accident, la poutre de queue s'est détachée du fuselage au niveau de la ligne de rivets de la cloison du fuselage arrière. La poutre de queue avait été modifiée récemment afin de satisfaire aux exigences de la Consigne de navigabilité (CN) F-2004-035 *Fuselage -Rear structure junction frame* (Fuselage - Cadre de jonction structure arrière). Cette modification du cadre avait été exécutée afin de répondre aux exigences du bulletin de service alerte (ASB) 05.00.43; elle demandait de déposer les rivets et de poser un renfort sur la cloison du fuselage arrière ainsi que de nouveaux rivets.

La modification de la structure du fuselage arrière et les procédures de réparation ont été examinées, et un examen métallurgique a été effectué. Aucune anomalie n'a été observée au niveau des rivets ou de la qualité du rivetage. Pendant la dislocation en vol de l'hélicoptère, la poutre de queue a été soumise à une charge dépassant ses limites de conception, et les rivets se sont rompus en surcharge.

Le moteur de l'hélicoptère (un turbomoteur Arriel 1D de Turbomeca, numéro de série 7023) a été envoyé chez Turbomeca Canada pour examen. Le moteur a été démonté sous la supervision d'un enquêteur du BST. Tous les dommages étaient typiques d'un moteur fournissant de la puissance à l'impact.

Les composants du rotor principal ont été examinés au Laboratoire technique du BST. Le rotor principal présentait des marques d'impact le long des bras de l'étoile (Starflex) et des bagues de fixation des pales du rotor principal. Ces marques d'impact indiquent que le rotor principal tournait lorsqu'il a percuté le fuselage avant.

Pendant l'examen effectué après l'accident, la BTP a été ouverte au niveau de la ligne de fixation du carter inférieur de l'arbre du rotor principal. Les six boulons de fixation de l'arbre du rotor principal ainsi que le boulon central autoserreur fixant l'engrenage réducteur épicycloïdal au mât ont été trouvés déboulonnés dans le fond du planétaire. La totalité des plaquettes freins et des boulons connexes ont été retrouvés. De plus, des segments de jonc ont été trouvés au-dessus de la roue phonique (entretoise équipée)⁴ dans le carter supérieur de l'arbre rotor (voir la Figure 1).

4

Terme français utilisé par Eurocopter pour *spacer assembly*

Les opérations de maintenance des 3500 heures, y compris le remontage du réducteur épicycloïdal, ont été effectuées au moyen (à titre de référence principale) de la version électronique du manuel d'entretien d'Eurocopter MET 63.10.16.403⁵ (voir l'Annexe A).

Pour le remontage du réducteur épicycloïdal, on renvoyait à la version électronique de la carte de travail (CT) 62.30.16.701⁶ (voir l'Annexe B) du manuel de réparation mécanique (MRR) au moyen d'un hyperlien se trouvant dans une mise en garde du MET 63.10.16.403 (voir les notes en bas de page). Les titres des tâches contenues dans les 15 pages de la version anglaise de la carte de travail dont 9 pages de figures ne concernaient pas toutes le remontage de ce réducteur épicycloïdal en particulier, puisqu'il ne fallait pas remplacer les roulements du mât, l'arbre rotor principal ni le joint du mât rotor. Toutefois, l'arbre rotor principal devait être remonté et les étapes de cette opération étaient détaillées dans la CT 62.30.16.701. Même si plusieurs des étapes du remontage n'étaient pas nécessaires, certaines étaient d'une importance cruciale afin de respecter l'ordre de montage. Les TEA qui ont procédé au remontage n'ont pas appliqué la CT 62.30.16.701.

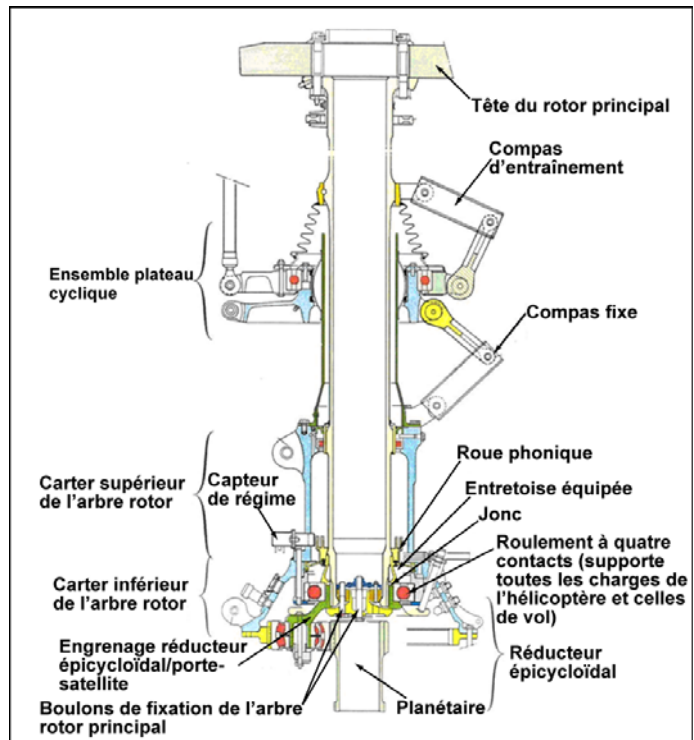


Figure 1 : Schéma de la boîte de transmission principale de l'AS350

⁵ MET 63.10.16.403 – Entraînement rotor principal, Modules BTP (Après MOD 076120), Dépose-pose.

⁶ CT 62.30.16.701 – Mât rotor, Échange des roulements, du joint de carter de mât (Après MOD 076120 et 077092), et de l'arbre rotor.

Le paragraphe 3.2 b) du MET 63.10.16.403 (la référence principale) permet de garantir que le jonc est en place mais il ne précise pas le moment où il faut poser le jonc. Le manuel d'entretien indique ce qui suit : « Enduire les cannelures⁷ de graisse et monter le porte-satellite sur l'arbre rotor en s'assurant de la présence du jonc. » Cette instruction est accompagnée de l'avertissement suivant :

ATTENTION : VÉRIFIER LE MONTAGE DU JONC (MRR) C.T.
62.30.16.701. NE PAS OUBLIER LES PLAQUETTES FREINS (6), (9) ET LA
RONDELLE D'APPUI (7). RESPECTER LA POSITION DES PLAQUETTES
(9) (DÉTAIL A).

Ces instructions ne précisent pas le moment où il faut poser le jonc. Elles demandent simplement de s'assurer de la présence du jonc.

Toutefois, le paragraphe 4.1 e) de la CT 62.30.16.701 du MRR (voir l'Annexe B) précise le moment où il faut poser le jonc. Le paragraphe demande notamment de poser les carters sur l'arbre et de poser le jonc, et contient l'avertissement suivant :

ATTENTION : RESPECTER LA PROCÉDURE DE MONTAGE DE
L'ENTRETOISE ÉQUIPÉE (28) ET DES CARTERS, AVANT DE METTRE
EN POSITION LE JONC (24).

Au cours des dernières étapes de la pose du réducteur épicycloïdal, les TEA se sont servis d'un endoscope pour inspecter visuellement l'intérieur du mât rotor principal. Pour s'assurer que les boulons de fixation du mât avaient été posés correctement, les TEA ont confirmé qu'il y avait un nombre égal de filets visibles sur les boulons de fixation du mât, conformément au paragraphe 3.2 d) du MET 63.10.16.403 et aux paragraphes 4.2 g), h) et i) de la CT 62.30.16.701 du MRR. Les TEA ont constaté qu'environ un filet et demi était visible sur tous les boulons de fixation du mât. Les instructions ne précisent pas qu'il doit y avoir un nombre minimal de filets visibles pour garantir que la pose a été faite correctement.

Pendant l'examen effectué après l'accident, les six boulons de fixation du mât ainsi que le boulon central autoserreur fixant l'engrenage réducteur épicycloïdal au mât ont été trouvés déboulonnés dans le fond du planétaire. De plus, des segments du jonc ont été trouvés au-dessus de l'entretoise équipée plutôt qu'au-dessous. Ce jonc sert uniquement à retenir l'entretoise équipée, les carters et les logements sur l'arbre rotor principal au moment de la manipulation de la partie supérieure de la BTP avant que le réducteur épicycloïdal y soit boulonné. Il n'est pas conçu pour supporter les charges de l'hélicoptère ni les charges dynamiques en vol.

⁷ Un arbre cannelé possède un ensemble de protubérances longitudinales droites (les cannelures) qui viennent s'emboîter dans les creux d'une pièce d'accouplement afin de transférer le mouvement de rotation en provenance ou en direction de cet arbre.

Si le jonc n'est pas installé au bon moment, ce qui est le cas ici, il va sortir de sa rainure sous l'effet des forces en surcharge, ce qui va relâcher la tension qui s'exerce sur les boulons et les plaquettes freins qui servent à fixer le mât. Les plaquettes n'agiront alors plus comme dispositif de freinage. Le sens dans lequel le planétaire tourne et frotte contre la tête des boulons va permettre aux boulons de fixation du mât de se desserrer progressivement. Une fois que les boulons cessent de retenir le mât, l'arbre du rotor principal va se déplacer verticalement et les pales du rotor principal vont descendre et vont aller percuter le fuselage avant.

Le TEA chargé du démontage et du remontage du réducteur épicycloïdal de la BTP travaillait chez Heli-Transport depuis 2002 et il avait obtenu sa licence complète en 2004. Il avait achevé son cours de formation technique sur Eurocopter AS350 Astar en 2005, et il n'avait procédé au remontage d'un réducteur épicycloïdal de BTP qu'une seule fois auparavant. Bien qu'il ait été présent lors du démontage et du remontage de la BTP, il n'a pas assisté aux points fixes ni aux essais en vol.

L'autre TEA qualifié travaillait chez Heli-Transport depuis juin 2004. Il avait obtenu sa licence complète en janvier 2007. Il avait achevé sa formation sur AS350 en octobre 2006. Il n'avait jamais procédé au remontage d'un réducteur épicycloïdal de BTP.

À divers moments au cours de la maintenance, ces TEA ont été assistés par un apprenti TEA. Toutes les opérations de maintenance ont été supervisées par le gestionnaire de la production. Tous les TEA de l'entreprise avaient suivi une formation en facteurs humains en 2005. L'enquête a examiné le milieu de travail, l'équipement, la charge de travail, les périodes de travail ainsi que les périodes de repos, et n'a révélé aucun élément susceptible d'avoir un effet néfaste sur le travail effectué. Les TEA étaient entraînés et ils se sentaient à l'aise de travailler avec la version anglaise de la documentation de référence d'Eurocopter.

Sur les 2832 hélicoptères Eurocopter AS350, AS355 et AC130 en exploitation équipés de l'ensemble roulement à quatre contacts et BTP, comme c'était le cas pour le C-GZCN, 993 sont exploités au Canada et aux États-Unis.

Un accident similaire s'est produit en Espagne en février 1993. L'hélicoptère était entré en maintenance à cause d'une fuite d'huile au niveau du mât. La BTP avait été ouverte, le joint avait été remplacé et le tout avait été remonté. L'hélicoptère avait effectué 17 heures de vol après ces travaux de maintenance lorsqu'un grincement a été signalé. L'inspection de maintenance n'avait pas permis d'identifier la cause du bruit. Au cours d'un vol subséquent, l'hélicoptère était parti en descente accentuée, s'était écrasé et avait pris feu. Bien que ces symptômes soient similaires à ceux du présent accident, ils n'ont pas été reliés au moment auquel le jonc avait été posé. Après l'accident survenu en Espagne, Eurocopter avait émis la lettre d'information Telex 01-41 traitant du troubleshooting de bruit anormal si l'engrenage réducteur épicycloïdal du mât avait fait l'objet d'une opération récente de maintenance (100 heures). Eurocopter avait également ajouté l'inspection endoscopique des boulons de fixation du mât aux instructions de remontage afin de garantir que tous les éléments étaient montés correctement. Des mises en garde avaient été ajoutées au paragraphe 3.2 b) du MET 63.10.16.403 et au paragraphe 4.1 e) de la CT 62.30.16.701 du MRR. Transports Canada a émis la Consigne de Navigabilité AD 93-030-065 (B) afin de s'assurer que tous les exploitants canadiens se conforment à la lettre d'information Telex publiée par Eurocopter.

Un événement similaire est survenu au Canada en juin 2006. Le jonc n'avait pas été posé au bon moment par rapport à l'ensemble roue phonique/entretoise équipée. L'hélicoptère avait subi des travaux de maintenance environ 92,5 heures de vol avant l'événement. Le personnel de maintenance avait effectué précédemment l'inspection des 12 ans de l'arbre rotor principal, ce qui obligeait à effectuer des opérations de maintenance similaires sur la BTP. Les renseignements recueillis montraient qu'aucune résonance au sol, aucun problème de Nr et aucun bourdonnement n'avaient été signalés avant les faits. Une fois en vol, le pilote avait signalé avoir entendu un violent bruit et constaté l'allumage du voyant d'alarme du détecteur de particules de la BTP. Le pilote s'était posé et avait fait inspecter l'hélicoptère. La BTP avait été ouverte, et l'on avait constaté que 6 des 7 boulons de fixation du mât s'étaient desserrés mais qu'ils retenaient encore le mât en place. L'autre boulon avait été trouvé dans le fond du planétaire. Comme dans les événements mentionnés précédemment, on ne savait pas que les problèmes de Nr et/ou le bourdonnement et la résonance au sol pouvaient être reliés au fait que le jonc n'avait pas été posé au bon moment.

Bien que les renseignements entourant l'événement survenu au Canada en juin 2006 aient été communiqués de façon officieuse à quelques membres du milieu des hélicoptères, il n'existait aucun processus formel qui aurait permis d'informer les membres du milieu des hélicoptères dans son ensemble. Le constructeur n'avait pas été informé de cet événement ni des circonstances entourant l'événement. Aucune mesure ou procédure précise n'avait été mise en place afin d'éviter qu'un tel événement se reproduise. L'actuelle définition⁸ d'une « difficulté en service qui doit faire l'objet d'un rapport » donnée par Transports Canada à l'article 591 du RAC comprend les problèmes dont la cause est directement liée aux facteurs humains à moins que des instructions pour le maintien de la navigabilité visant le produit soient à l'origine de l'erreur. Dans la Circulaire consultative 591-001 (CC 591-01), Transports Canada indique que « le système de gestion de la sécurité d'un organisme devrait examiner ces cas. » Transports Canada a élaboré le document intitulé « Rapport de difficultés en service- Diagramme logique » (TP 14134B) afin d'aider les utilisateurs à déterminer les déficiences, les cas de mauvais fonctionnement et les défaillances qui doivent être signalés par l'entremise du Programme de rapports de difficultés en service (voir l'Annexe C). Les TEA d'Héli-Transport étaient au courant de l'événement survenu en juin 2006 et, conformément au MET, ils avaient contre-vérifié que le jonc était bien en place et ils avaient utilisé un endoscope pour s'assurer que tous les boulons laissaient voir un nombre de filets identique. Cependant, cette opération ne permettait pas de garantir que le montage de l'engrenage réducteur épicycloïdal était correct.

⁸ La réglementation actuelle exige qu'un Rapport de difficultés en service soit envoyé à Transports Canada en cas de défaut ou de mauvais fonctionnement d'une pièce aéronautique. Les déficiences, défaillances et mauvais fonctionnements dont la cause est directement liée aux facteurs humains n'ont pas à être signalés dans le cadre du programme SDR à moins que des instructions pour le maintien de la navigabilité visant le produit soient à l'origine de l'erreur.

Analyse

L'examen effectué par le BST après l'accident a révélé que le jonc situé à l'intérieur du réducteur épicycloïdal de la BTP avait été posé avant l'entretoise équipée. Le fait de ne pas avoir posé le jonc au bon moment par rapport à l'entretoise équipée a permis au jonc de glisser de la rainure située sur le mât, ce qui a empêché les plaquettes freins de retenir les boulons de fixation du mât. Les boulons se sont desserrés en frottant à l'intérieur du planétaire et ont fini par tomber, permettant ainsi à l'arbre rotor principal de se déplacer verticalement. C'est à la suite de ce déplacement vertical de l'arbre rotor principal que les pales du rotor ont pu aller percuter le fuselage avant.

Le MET 63.10.16.403 avait servi de référence principale au moment de la pose du jonc. La CT 62.30.16.701 du MRR n'avait pas été jugée comme étant de l'information pertinente, car la plupart des étapes qui s'y trouvaient ne s'appliquaient pas aux travaux en train d'être effectués. On en était arrivé à cette conclusion, au moment des travaux de maintenance, en parcourant visuellement les titres des rubriques des 15 pages de la CT 62.30.16.701 du MRR. Aucun des titres n'avait été jugé pertinent, si bien que la lecture des rubriques n'avait pas été jugée nécessaire. Résultat, les TEA ont manqué l'occasion de lire de l'information importante sur l'ordre de montage, dont le moment de poser le jonc. Les instructions du MET laissent entendre que le jonc devrait déjà avoir été posé, mais elles n'indiquent pas exactement quand il doit être posé. Les instructions du MET ont amené les TEA à consulter la CT 62.30.16.701 pour s'assurer que le jonc avait été mis en place correctement. Ils ont estimé que ce point était redondant, puisque le jonc ne pouvait être placé que dans une rainure bien précise sur l'arbre du rotor principal.

L'utilisation d'un endoscope pour confirmer que la pose a été exécutée correctement et complètement par vérification de la présence d'un nombre égal de filets sur tous les boulons de fixation du mât donne un faux sentiment de sécurité, car cette vérification laisse entendre que le montage a été fait correctement. Les instructions ne précisent pas le nombre minimal de filets devant être visibles pour assurer l'intégrité du montage.

Avant le présent accident, un bas régime Nr, la présence de poussières dans le détecteur magnétique de particules, une résonance au sol et un bourdonnement basse fréquence avaient été constatés. Du personnel qualifié avait examiné chacun de ces symptômes pris individuellement dans le respect des instructions du constructeur. Ces symptômes n'avaient pas été jugés reliés entre eux, pas plus qu'un lien n'avait été établi avec la pose du réducteur épicycloïdal. Les références ayant servi au dépannage, y compris les consultations avec des représentants techniques, n'ont pas permis de faire le lien entre ces symptômes et le moment où le jonc avait été posé, probablement parce que le lien entre ces symptômes n'était pas encore connu. Malgré la présence de ces symptômes à divers moments au cours des 35 heures de vol qui ont été effectuées, l'hélicoptère a continué de fonctionner à l'intérieur de ses paramètres normaux.

De plus, les données disponibles sur d'autres événements n'établissent pas un lien clair entre ces symptômes et le moment où le jonc avait été posé. On sait maintenant que ces symptômes peuvent indiquer une perte d'intégrité du réducteur épicycloïdal de la BTP.

L'enquête a donné lieu aux rapports de laboratoire suivants :

LP054/2007 – *In Flight Break Up Analysis* (Analyse d'une rupture en vol);
LP053/2007 – *Site Survey & Altitude Determination* (Étude des lieux et détermination de l'altitude).

On peut obtenir ces rapports en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Au moment du remontage de l'arbre rotor principal et du réducteur épicycloïdal de la boîte de transmission principale (BTP), les techniciens d'entretien d'aéronef (TEA) n'ont pas consulté les rubriques pertinentes de la fiche de travail, et le jonc a été posé au mauvais moment.
2. Du fait que le jonc a été posé au mauvais moment, les boulons de fixation du mât se sont desserrés, et le mât s'est déplacé verticalement au point où les pales du rotor sont venues percuter le fuselage avant.

Faits établis quant aux risques

1. Les symptômes qui se sont manifestés pendant les points fixes et les essais en vol, et qui ont été constatés pendant les vols au terme des travaux de maintenance, ont permis d'établir un lien jusqu'ici inconnu avec un mauvais montage du réducteur épicycloïdal de la BTP. Les instructions de dépannage qui figurent dans le manuel d'entretien actuel n'aiguillent pas les TEA vers un éventuel problème du réducteur épicycloïdal de la BTP.
2. Demander à des TEA de consulter de longues instructions qui ne sont pas nécessairement pertinentes risque de se traduire par un processus de filtration faisant perdre des renseignements importants.
3. Le manuel d'entretien indique que, pendant l'inspection endoscopique, le même nombre de filets devrait être visible sur tous les boulons de fixation de l'arbre rotor principal, mais il ne précise pas le nombre de filets qui doivent être visibles pour confirmer qu'ils ont été posés correctement. Résultat, le montage peut sembler avoir été fait correctement alors que ce n'est pas le cas.

Mesures de sécurité

À la suite de l'accident survenu à l'hélicoptère immatriculé C-GZCN, Eurocopter (EC) a pris les mesures suivantes :

- EC a publié la lettre d'information Telex (T.F.S. n° 00000393 en date du 15 juin 2007) intitulée *Main Rotor Mast Equipped with a 4-contact Bearing. Assembly of the spacer/phonic wheel with respect to the retaining ring* (Rotor principal équipé d'un roulement à quatre contacts. Montage de l'entretoise/ de la roue phonique par rapport au jonc). Ce télex sert de lettre d'information initiale adressée à tous les exploitants en attendant la modification finale du document. Le télex donne des éclaircissements sur le montage du jonc.
- EC a modifié sa documentation et a ajouté un nouveau schéma du montage à la carte de travail CT 62.30.16.701 pour s'assurer du respect de l'ordre de montage des pièces dans la documentation.
- EC a modifié la carte de travail CT 05-53-00-614 pour clarifier le troubleshooting.
- EC a supprimé le contrôle endoscopique du Manuel Entretien MET 63.10.16.403 et de la CT 62.30.16.701.
- EC a décidé d'utiliser un joint élastomère en lieu et place du jonc métallique, pour rendre l'ensemble tolérant à une erreur de montage potentielle. Ce nouveau matériau permettra, en cas d'un non-respect des instructions de montage, au jonc de se rompre sous les efforts de cisaillement qui seront introduits par le couple de serrage des vis de fixation. Il en résultera un montage correct des pièces avec tous les appuis nécessaires.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 4 juin 2008.

Visitez le site Web du BST (www.bst.gc.ca) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.

Annexe A – Extrait du Manuel Entretien MET 63.10.16.403 d’Eurocopter

ENTRAÎNEMENT ROTOR PRINCIPAL

Modules BTP (Après MOD 076120)

Dépose-pose

[. . .]

3 RÉDUCTEUR ÉPICYCLOÏDAL

[. . .]

3.2 Pose

[. . .]

- b) Enduire les cannelures de graisse et monter le porte-satellite (1) sur l’arbre rotor en s’assurant de la présence du jonc (Fig. 1).

ATTENTION : VÉRIFIER LE MONTAGE DU JONC (MRR) C.T.62.30.16.701. NE PAS OUBLIER LES PLAQUETTES FREINS (6) (9) ET LA RONDELLE D’APPUI (7). RESPECTER LA POSITION DES PLAQUETTES (9) {DÉTAIL A).

NOTA : Positionner l’encoche se trouvant sur le boîtier roulement, face au détecteur de particules (14).

- c) Monter les plaquettes (23) (24). Visser et serrer les axes (22) au couple indiqué. Freiner avec du fil frein suivant (MTC) C.T. 20.02.06.402 (Fig. 5).
- d) Monter les vis (8) et (5) avec rondelles frein (9) et (6) en respectant l’ordre des opérations définies ci-après :
- 1) Serrer les vis (8) manuellement jusqu’à l’appui sous tête.
 - 2) Appliquer sur « TOUTES » les vis un couple de serrage de 1 daN.m (88 lbf.in) en respectant l’ordre défini par le DÉTAIL B.
 - 3) Répéter l’opération 2 en portant la valeur du couple à 1.5 daN.m (132 lbf.in).
 - 4) Répéter à nouveau l’opération 2 en portant la valeur du couple à 2.2 daN.m (194 lbf.in).
 - 5) Sur une vis, le couple de serrage définitif sera obtenu lorsqu’en serrant au couple de 2.2 daN.m (194 lbf.in) plusieurs fois dans l’ordre défini ci-dessus, il n’y aura plus de rotation de la vis.
 - 6) Effectuer l’opération 5 sur toutes les vis en respectant l’ordre défini par le DÉTAIL B.
 - 7) Visser la vis centrale (5) et appliquer le couple de serrage (Fig. 1).
 - 8) Rabattre les plaquettes freins (6), (9) suivant (MTC) C.T. 20.02.06.403.

NOTA : Ne pas changer la position des têtes de vis (8) (5) pour effectuer l’opération 8.

- 9) À l’aide d’un endoscope en passant par l’ouverture supérieure de l’arbre, vérifier que le dépassement des filets par rapport à la face intérieure de la bride taraudée est identique sur les vis repère (8).

Annexe B – Extrait de la carte de travail CT 62.30.16.701 du Manuel Réparation Mécanique (MRR) d' Eurocopter

MÂT ROTOR

Échange des roulements, du joint de carter de mât
Après MOD 076120 et 077092, et de l'arbre rotor

[. . .]

4 REMONTAGE

4.1 Remontage du roulement et du joint de carter supérieur

[. . .]

e) Poser les carters sur l'arbre (20) et poser le jonc (24).

ATTENTION : RESPECTER LA PROCÉDURE DE MONTAGE DE L'ENTRETOISE ÉQUIPÉE (28) ET DES CARTERS, AVANT DE METTRE EN POSITION LE JONC (24)

[. . .]

4.2 Remontage du roulement à quatre contacts

[. . .]

e) Fig. 1 : Enduire les cannelures de graisse et monter le porte satellite (30) sur l'arbre rotor (20) en s'assurant de la présence du jonc (24), positionner l'encoche du détecteur de particules (7).

f) Fig. 2 : Monter les plaquettes (21) et (22) et le support de capteur (23), visser et serrer les vis (8) au couple indiqué, freiner.

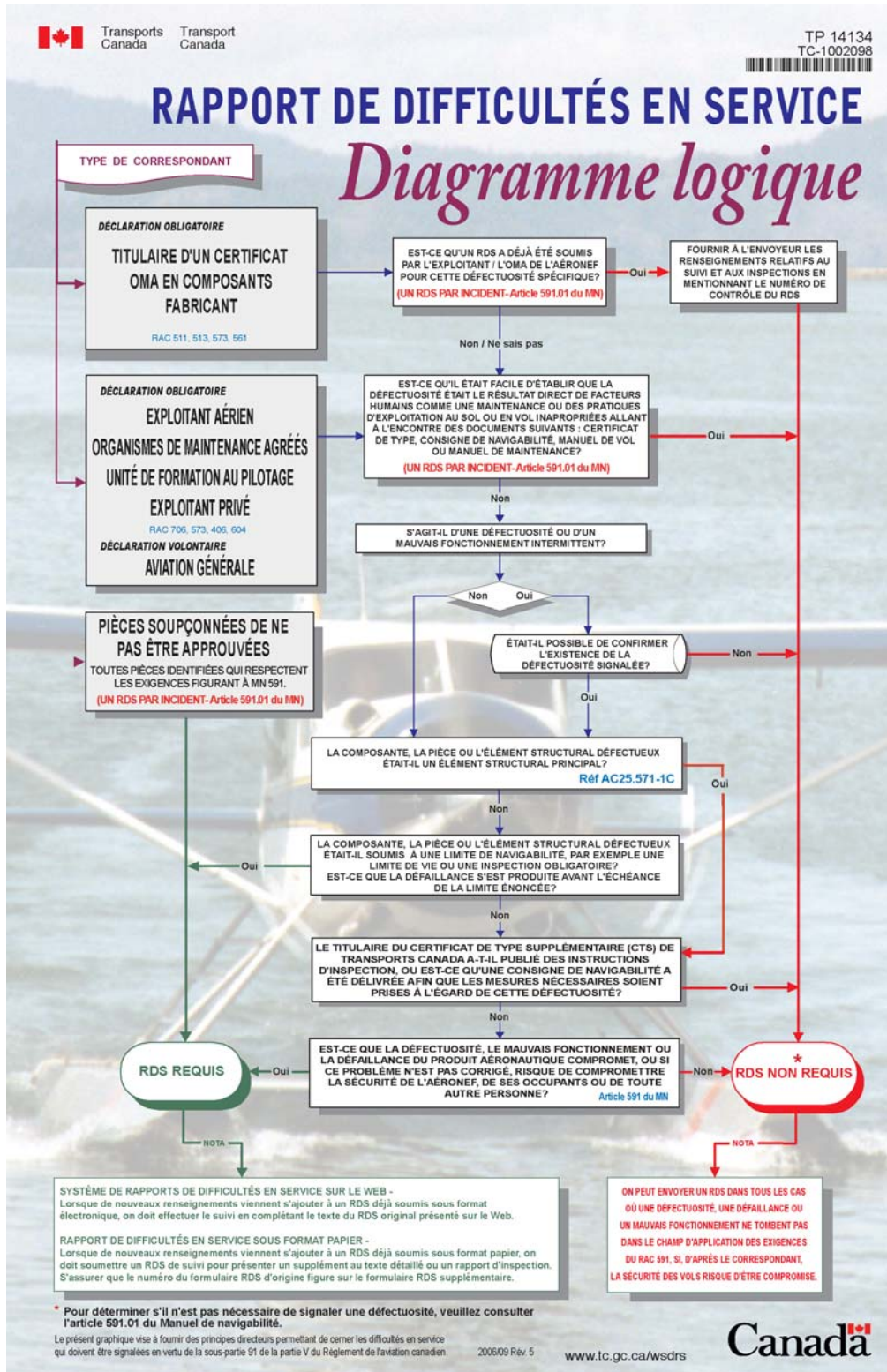
NOTA : Si échange de l'arbre effectuer les opérations suivantes :

Fig. 9 : Poser la bride équipée (20) à l'aide de l'outillage (p) et le joint torique (36) sur l'arbre rotor (19).

g) Fig. 1 : Placer la rondelle de bridage (6) freins (4) visser manuellement jusqu'à l'appui sous tête les vis (5) et serrer dans l'ordre A, B, C, D, E, F (suivant flèche F4) au couple de 1 m.daN puis à 1,5 m.daN et enfin au couple de 2,2 m.daN. Le couple de serrage définitif sera obtenu lorsqu'en serrant au couple de 2.2 mdaN plusieurs fois dans l'ordre défini ci-dessus, il n'y aura plus de rotation des vis. Freiner les vis (5).

- h) À l'aide d'un endoscope en passant par l'ouverture supérieure de l'arbre, vérifier que le dépassement des filets par rapport à la face intérieure de la bride taraudée est identique sur les vis (5).

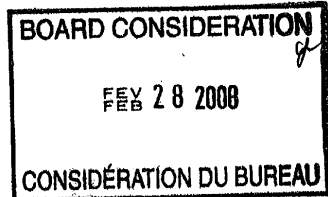
Annexe C – Diagramme logique du Rapport de difficultés en service (TP 14134B) de Transports Canada



Annexe D – Commentaires reçus du Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile



BEA
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile



Le Bourget, 28 février 2008

Madame Wendy A. Tadros
Présidente du BST
a/s du Service des rapports du Bureau
Place du Centre
200, promenade du Portage
4^{ème} étage
GATINEAU (QUEBEC)
CANADA

Objet: Projet de rapport d'enquête A07Q0085 (A0739)

Accident survenu le 27 mai 2007 à l'AS 350 B1 Astar Immatriculé C-GZCN

V/réf: Lettre du 8 janvier 2008

Courriel du 6 février 2008

P.J.: Commentaires du BEA

Documentation technique EUROCOPTER

Madame la Présidente,

Nous vous remercions de nous avoir consultés sur le projet de rapport relatif à l'accident survenu le 27 mai 2007 à l'AS 350 B1 Astar immatriculé C-GZCN à 176 NM au nord-est de Chibougamau.

Nous sommes d'accord sur de nombreux points du projet de rapport. Cependant, nous souhaiterions vous transmettre nos observations détaillées ci-jointes ainsi que les documents techniques modifiés par EUROCOPTER dont la diffusion devrait intervenir à court terme.

Nous voudrions également souligner la mise en place d'une nouvelle procédure de vérification par le trou du capteur NR à la place du contrôle endoscopique ainsi que le remplacement du jonc métallique par un jonc en élastomère qui permettra d'obtenir un montage correct même si le jonc n'était pas monté au bon moment.

Nous suggérons une recommandation qui devrait permettre un meilleur retour d'expérience concernant de graves erreurs de maintenance.

Nous apprécierions que nos observations soient prises en compte. Si cela n'était pas possible, nous vous remercions de bien vouloir les annexer au rapport.

Nous vous prions de croire, Madame la Présidente, à l'expression de notre parfaite considération.

Philippe MAUVIOT

Zone Sud – Bâtiment 153
200 rue de Paris
Aéroport du Bourget
93352 Le Bourget Cedex
France
Tél. : +33 1 49 92 72 00
Fax : +33 1 49 92 72 03
www.bea.aero

Commentaires du BEA
relatifs

au projet de rapport d'enquête sur l'accident de l'AS 350 B1 immatriculé C-GZCN

1 – Page 6

- Au lieu de : « Pour le remontage du réducteur épicycloïdal, on renvoyait à la version électronique de la carte de travail (CT) CT.62.30.16.701⁵ (voir l'Annexe B) du manuel de réparation (MRR) au moyen d'un hyperlien se trouvant dans un avertissement du MET.63.10.16.403 (voir les notes en bas de page). »

Le BEA propose : « Pour le remontage du réducteur épicycloïdal, le MET.63.10.16.403 renvoyait à la version électronique de la carte de travail (CT) CT.62.30.16.701⁵ (voir l'Annexe B) du manuel de réparation (MRR) au moyen d'un paragraphe « ATTENTION » qui demandait de vérifier la bonne installation du jonc. Cette CT.62.30.16.701 définissait de façon précise l'ordre de montage à respecter pour le positionnement du jonc. »

2 – Page 6

- Au lieu de : « Les différents titres de rubrique figurant dans les 15 pages de la carte de travail ne s'appliquaient pas directement au remontage de ce réducteur épicycloïdal en particulier, puisqu'il ne fallait pas remplacer les roulements du mât, l'arbre rotor principal ni le joint du mât rotor. »

Le BEA propose : « Les 16 pages de la carte de travail dont 9 pages de figures ne concernaient pas directement le remontage de ce réducteur épicycloïdal en particulier, puisqu'il ne fallait pas remplacer les roulements du mât, l'arbre rotor principal ni le joint du mât rotor ». »

3 – Page 6

- Au lieu de : « Les TEA qui ont procédé au remontage n'ont pas suivi la CT.62.30.16.701 ». »

Le BEA propose : « Les TEA qui ont procédé au remontage n'ont pas appliqué la CT.62.30.16.701 ». »

4 – Page 7

- Le paragraphe 3.2 b) du MET.63.10.16.403 (la référence principale) permet de garantir que le jonc est en place mais il ne précise pas le moment où il faut poser le jonc. Le manuel d'entretien indique ce qui suit : « Enduire les cannolures⁶ de graisse et monter le porte-satellite sur l'arbre rotor en s'assurant de la présence du jonc ». Cette instruction est accompagnée de l'avertissement suivant : ».

Si le MET.63.10.16.403 ne précise pas le moment où il faut poser le jonc, il n'est pas possible de voir le jonc si le montage n'est pas correct.

En conséquence, le BEA propose d'écrire : « Le paragraphe 3.2 b) du MET.63.10.16.403 (la référence principale) permet de garantir que le jonc est en

place mais il ne précise pas le moment où il faut poser le jonc. Le manuel d'entretien indique ce qui suit : « Enduire les cannelures⁶ de graisse et monter le porte-satellite sur l'arbre rotor en s'assurant de la présence du jonc. ». En cas de mauvais montage, comme celui opéré sur le C-GZCN, il n'est pas possible de voir le jonc à l'instant de cette opération. Les TEA qui ont procédé au remontage n'ont pas pu appliquer l'item de la MET.63.10.16.403 qui prévoit la vérification de la présence du jonc».

5 – Page 7

- Au lieu de : « Cette instruction est accompagnée de l'avertissement suivant : ATTENTION : VERIFIER LE MONTAGE DU JONC (MRR) CT.62.30.16.701. NE PAS OUBLIERDETAIL A. Ces instructions ne précisent pas le moment où il faut poser le jonc. Elle demandent simplement de s'assurer de la présence du jonc ».

Le BEA propose d'écrire :

« Cette instruction est accompagnée de l'avertissement suivant : ATTENTION : VERIFIER QUE LE JONC EST CORRECTEMENT MONTE (MRR) CT.62.30.16.701. NE PAS OUBLIERDETAIL A. Cette instruction demande précisément à l'opérateur d'appliquer la CT.62.30.16.701. qui définit le moment où il faut poser le jonc ».

6 – Page 7

- Au lieu de : « Toutefois, le paragraphe 4.1 e) de la CT.62.30.16.701. (Voir l'annexe B) précise le moment où il faut poser le jonc ».

Le BEA propose d'écrire :

« Par ailleurs, le paragraphe 4.1 e) de la CT.62.30.16.701. (Voir l'annexe B) précise le moment où il faut poser le jonc. Ces instructions n'ont pas été respectées ».

7 – Page 8

- « Les TEA étaient entraînés et ils se sentaient à l'aise de travailler avec la version anglaise de la documentation de référence d'Eurocopter ».-

Serait-il possible de savoir pourquoi les TEA n'ont pas appliqué toutes les instructions du MET et de la CT, et, si la raison est connue, de le préciser? Une partie de la réponse semble apparaître dans l'analyse (« redondant »).

8 – Page 9

- Au lieu de « Comme dans les événements mentionnés précédemment, on ne savait pas que les problèmes de Nr et/ou le bourdonnement et la résonnance au sol étaient reliés au fait que le jonc n'avait pas été posé au bon moment ».

Cette affirmation n'est pas logique dans la mesure où le cas de juin 2006 au Canada ne présentait ni problème de NR, ni problème de résonnance sol et ni problème de bourdonnement. Seul, le voyant d'alarme du détecteur de particules de la BTP s'était allumé.

Le BEA propose d'écrire :

PMV - 27 février 2008

« on ne savait pas que les problèmes de Nr et/ou le bourdonnement et la résonnance au sol pouvaient être reliés au fait que le jonc n'avait pas été posé au bon moment ».

9 – Page 9

- *« La réglementation actuelle n'exige pas qu'un événement de ce genre soit signalé ».*

Il apparaît que l'événement du Canada du mois de juin 2006 aurait pu déboucher sur un accident identique à celui du C-GZCN. Ce genre d'incident, lié à une erreur ou des erreurs de maintenance, revêt le caractère d'un incident grave de maintenance. Il est dommage que les opérateurs ne puissent pas être informés de ce retour d'expérience via l'autorité de régulation et/ou de surveillance ou via le constructeur. Le BEA propose une recommandation dans ce sens.

10 – Page 9

- Au lieu de : *« Les TEA d'Héli-transport étaient au courant de cet événement et, conformément au MET, ils avaient contre-vérifié que le jonc était bien en place et ils avaient utilisé un endoscope pour s'assurer que tous les boulons laissaient voir un nombre de filets identique ».*

A la lecture du rapport et à notre connaissance, il apparaît que les TEA n'ont pas contre-vérifié que le jonc était bien en place tant au niveau de sa présence conformément au MET.63.10.16.403 qu'au niveau du moment de sa mise en place conformément à la CT.62.30.16.701.

L'opération d'endoscopie permet de vérifier que le système n'est pas monté de travers mais ne permet pas de s'assurer d'un montage correct.

En conséquence, le BEA propose d'écrire :

« Les TEA d'Héli-transport étaient au courant de cet événement. Ils avaient utilisé un endoscope pour s'assurer que tous les boulons laissaient voir un nombre de filets identique. Cependant, cette opération ne permettait pas de garantir que le montage était correct ».

11 – Page 9

- Au lieu de *« Le MET.63.10.16.403 avait servi de référence principale au moment de la pose du jonc. La CT.62.30.16.701 du MRR avait été jugée comme source de renseignements secondaires car la plupart des étapes qui s'y trouvaient ne s'appliquaient pas aux travaux de maintenance en train d'être effectués. On en était arrivé à cette conclusion, au moment des travaux de maintenance, en parcourant visuellement les titres des rubriques des 15 pages de la CT.62.30.16.701 du MRR. Aucun des titres n'avait été jugé pertinent, si bien que la lecture des rubriques n'avait pas été jugée nécessaire. Résultat, les TEA ont manqué l'occasion de lire de l'information importante sur l'ordre de montage, dont le moment de poser le jonc. Les instructions du MET laissent entendre que le jonc devrait déjà avoir été posé, mais elles n'indiquent pas exactement quand il doit être posé. Les instructions du MET ont amené les TEA à consulter la CT.62.30.16.701 pour s'assurer que le jonc avait été mis en place correctement. Ils ont estimé que ce point était redondant, puisque le*

jonc ne pouvait être placé que dans la rainure bien précise sur l'arbre du rotor principal ».

Le BEA propose d'écrire :

« Les TEA se sont servi du MET.63.10.16.403 comme référence principale au moment de la pose du jonc. Le MET ne précise pas le moment où il faut poser le jonc mais il demande de s'assurer de la présence du jonc. L'ordre des opérations de montage n'ayant pas été respectées, le jonc ne pouvait pas être visible. La vérification visuelle de cette présence était donc impossible.

Les TEA ont jugé que la CT.62.30.16.701 du MRR constituait une source de renseignements secondaires car toutes les étapes qui s'y trouvaient ne s'appliquaient pas aux travaux de maintenance en train d'être effectués. Seuls, les titres de la CT.62.30.16.701 ont été parcourus visuellement et aucun n'a été jugé pertinent, si bien que la lecture des instructions de montage n'a pas été jugée nécessaire par les TEA.

Pourtant, le MET avertit, en lettre majuscule, l'opérateur et lui demande de vérifier que le jonc est correctement monté en se reportant sur la CT.62.30.16.701. Cette instruction n'a pas été appliquée.

Les TEA ont consulté la CT.62.30.16.701 et ont estimé que le point relatif au montage du jonc était redondant car le jonc ne pouvait être placé que dans la rainure bien précise sur l'arbre du rotor principal. Pourtant, la CT.62.30.16.701 détaille toutes les opérations et le moment où il faut poser le jonc. Par ailleurs, un avertissement, en lettre majuscule sur la CT.62.30.16.701, demande de respecter la procédure de montage avant de mettre le jonc. Les opérations de montage du jonc, définies dans la CT.62.30.16.701 n'ont pas été appliquées ».

12 – Page 10 « Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs »

Au lieu de :

« 1. Au moment du remontage de l'arbre rotor principal et du réducteur épicycloïdal de la boîte de transmission principale (BTP), les techniciens d'entretien d'aéronef (TEA) n'ont pas consulté les rubriques pertinentes de la fiche de travail et le jonc a été posé au mauvais moment ».

Le BEA propose d'écrire :

« 1. Au moment du remontage de l'arbre rotor principal et du réducteur épicycloïdal de la boîte de transmission principale (BTP), les techniciens d'entretien d'aéronef (TEA) n'ont pas appliqué l'instruction, figurant dans le MET.63.10.16.403 de vérification de la présence du jonc. Ils n'ont pas également appliqué les instructions de montage du jonc figurant dans la CT.62.30.16.701. Le jonc a été posé au mauvais moment et, par conséquent, le montage de l'ensemble n'était pas correct. »

13 – Page 10 « Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs »

Au lieu de :

« 2. Du fait que le jonc a été posé au mauvais moment, les boulons de fixation du mât se sont desserrés et le mât s'est déplacé verticalement au point où mes pales du rotor sont venues percuter le fuselage avant »

Le BEA propose d'écrire :

« 2. Du fait que le jonc a été posé au mauvais moment, le montage de l'ensemble n'était donc pas correct, ceci a conduit au desserrement des boulons de fixation du mât. Ce dernier s'est déplacé verticalement au point où les pales du rotor sont venues percuter le fuselage avant. »

14 – Page 11 « Faits établis quant aux risques »

« 1. Les symptômesBTP. »

Le BEA propose de rajouter :

« Eurocopter a modifié la CT 05.53.00.614 relative à la recherche de panne en y intégrant ces phénomènes pour la détection d'un mauvais montage ».

Nota : cette CT 05.53.00.614 est jointe à ces commentaires

15 – Page 11 « Faits établis quant aux risques »

« 2. Demander à des TEA de consulter de longues instructions supplémentaires n'étant pas nécessairement pertinentes risque de se traduire par un processus de filtration faisant perdre des renseignements importants. »

A la lecture du MET.63.10.16.40 et de la CT.62.30.16.701 il n'apparaît pas que les instructions soient longues et non pertinentes. Très souvent lors d'opérations de maintenance, une documentation générale du type MET renvoie à une documentation plus précise du type CT.

Par ailleurs, dans le cas du C-GZCN, les TEA n'ont pas appliqué la première instruction du MET.63.10.16.40 qui consistait à vérifier la présence du jonc.

Le risque réside toujours dans la non exécution d'une ou de plusieurs instructions par l'opérateur. Quelque soit l'instruction, le risque de sa non exécution est lié au facteur humain que représente tout opérateur.

Il est proposé de supprimer cette phrase.

16 – Page 11 « Faits établis quant aux risques »

« 3. Le manuel d'entretien indique que, pendant l'inspection endoscopique, le même nombre de filets devrait être visible sur tous les boulons de fixation de l'arbre rotor principal, mais il ne précise pas le nombre de filets qui doivent être visibles pour confirmer qu'ils ont été posés correctement. Résultat, le montage peut sembler avoir été fait correctement alors que ce n'est pas le cas ».

Le BEA est d'accord sur ce point.

Cependant, ce facteur de risque n'existe plus avec la mise en place par Eurocopter d'une nouvelle procédure de vérification par le trou du capteur NR.

Cette nouvelle procédure figure sur le MET.63.10.16.40 et la CT.62.30.16.701 modifiés, ci-joints. Ces documents ont été approuvés et doivent faire l'objet d'une diffusion prochaine.

Par ailleurs, en plus de cette nouvelle procédure et de la modification des documents, Eurocopter a décidé l'adoption d'un joint élastomère en lieu et place du jonc métallique. La modification a été adoptée. Les opérateurs le recevront lorsque l'approvisionnement sera opérationnel. Ce nouveau matériau permettra, en cas d'un

non respect des instructions de montage et de la nouvelle procédure de vérification, au jonc de se rompre sous les efforts de cisaillement qui seront introduits par le couple de serrage des vis de fixation. Il en résultera un montage correct des pièces avec tous les appuis nécessaires.

Compte tenu de ces éléments, le BEA propose soit de supprimer le facteur de risque « 3 » soit d'indiquer qu'il n'existe plus en précisant les éléments ci-dessus.

17 – Page 11 « Mesures de sécurité »

Au lieu de :

« Eurocopter a l'intention de modifier son manuel d'entretien afin de tenir compte de ce point, le but étant d'offrir une meilleure solution face à ces symptômes. ».

Le BEA propose d'écrire :

« Eurocopter a modifié le MET.63.10.16.40 et la CT.62.30.16.701 et établi une nouvelle procédure de vérification par le trou du capteur NR.

Ces documents ont été approuvés et doivent faire l'objet d'une diffusion prochaine.

Par ailleurs, en plus de cette nouvelle procédure et de la modification des documents, Eurocopter a décidé l'adoption d'un joint élastomère en lieu et place du jonc métallique. La modification a été adoptée. Les opérateurs le recevront lorsque l'approvisionnement sera opérationnel. Ce nouveau matériau permettra, en cas d'un non respect des instructions de montage et de la nouvelle procédure de vérification, au jonc de se rompre sous les efforts de cisaillement qui seront introduits par le couple de serrage des vis de fixation. Il en résultera un montage correct des pièces avec tous les appuis nécessaires ».

18 – Page 11 « Mesures de sécurité »

Il apparaît que l'événement du Canada du mois de juin 2006 aurait pu déboucher sur un accident identique à celui du C-GZCN. Ce genre d'incident, lié à une erreur ou des erreurs de maintenance, revêt le caractère d'un incident grave de maintenance. Il est dommage que les opérateurs ne puissent pas être informés de ce retour d'expérience via l'autorité de régulation et/ou de surveillance ou via le constructeur.

Le BEA propose que tout incident grave de maintenance, survenu chez un opérateur au Canada, soit portée à la connaissance de l'autorité canadienne de surveillance ainsi qu'au constructeur.