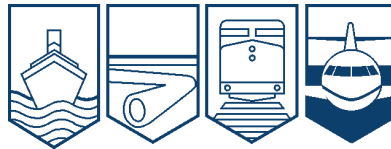


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A07P0123



DÉFAILLANCE DU RÉDUCTEUR ET PERTE DE PUISSANCE

DE L'HÉLICOPTÈRE BELL 212 C-GPWX
EXPLOITÉ PAR PACIFIC WESTERN HELICOPTERS
À PRINCE GEORGE (COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 26 AVRIL 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

Défaillance du réducteur et perte de puissance

de l'hélicoptère Bell 212 C-GPWX
exploité par Pacific Western Helicopters
à Prince George (Colombie-Britannique)
le 26 avril 2007

Rapport numéro A07P0123

Sommaire

L'hélicoptère Bell 212 (immatriculation C-GPWX, numéro de série 30535) est convoyé de Grande Prairie (Alberta) jusqu'à une base de maintenance de la compagnie à Prince George (Colombie-Britannique) après l'allumage à plusieurs reprises du voyant lumineux du détecteur de particules. Un peu avant d'atteindre Prince George, le moteur numéro un décélère et expulse des morceaux de moteur par son échappement. L'hélicoptère est en mesure de poursuivre le vol au moyen de l'autre moteur et il se pose en toute sécurité à Prince George.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Déroulement du vol

L'hélicoptère était utilisé pour l'entraînement au pilotage en fonction des règles de vol à vue dans le secteur de Grande Cache. Au cours des 6,7 heures d'exploitation précédant le vol en question, l'équipage de conduite a signalé que le voyant du détecteur de particules s'était allumé¹ à quatre reprises distinctes. À chaque occasion, on a découvert par la suite une pâte noire et un petit nombre de particules métalliques sur le bouchon du détecteur numéro un dans le boîtier réducteur. À la troisième reprise, de fines particules métalliques ont aussi été découvertes dans le filtre à huile. Après que le voyant s'est allumé une quatrième fois, la compagnie a temporairement interdit de vol l'hélicoptère, puis a délivré un permis de convoyage, conformément à son manuel de contrôle de la maintenance pour que l'hélicoptère soit convoyé à une base de maintenance située à Prince George (C.-B.), à environ 135 milles marins de là.

Environ 48 minutes après le début du vol de 70 minutes, le voyant du détecteur de particules a commencé à clignoter. Environ neuf minutes plus tard, le voyant est demeuré allumé et, à peu près cinq minutes plus tard, l'hélicoptère est parti en lacet, et le moteur numéro un a décéléré. Le vol s'est poursuivi sur un moteur pendant encore six minutes jusqu'à la base de maintenance de Prince George, où l'hélicoptère s'est posé sans problème. Personne n'a été blessé, et il n'y a pas eu d'incendie. Le voyant du détecteur de particules s'est allumé à cinq reprises, y compris lors du vol en question, sur une période de 7,5 heures.

Après le vol en question, le personnel de maintenance de la compagnie a effectué une inspection de l'hélicoptère qui a permis de déterminer que l'échappement du moteur numéro un avait éjecté des débris qui avaient atteint les pales du rotor principal et du rotor de queue. Les pales de ce dernier ont été irrémédiablement endommagées. Le bouchon du détecteur numéro un du boîtier réducteur a fait l'objet d'un examen, et on a découvert qu'il était recouvert de la pâte noire relevée précédemment ainsi que de petites particules métalliques.

Instructions de maintenance

Le manuel de maintenance de Pratt & Whitney Canada indique, en partie, que si le matériau découvert sur le bouchon du détecteur de particules du boîtier réducteur ou dans le filtre à huile se présente sous la forme de paillettes ou de particules qui ne sont pas de la poussière métallique ni de fins copeaux, il y a alors usure excessive qui appelle le remplacement du boîtier réducteur.

¹ Un voyant d'avertissement s'allume dans l'habitacle si des particules métalliques adhèrent à un bouchon magnétique de particules dans le circuit de lubrification. Il indique alors que des composants sont en train de se dégrader.

Inspection de la chaîne dynamique

L'hélicoptère était motorisé par un « Twin-Pac® », qui comprenait deux turbomoteurs PT6T-3B de Pratt & Whitney Canada (que le motoriste désigne groupes moteurs) accouplés à un boîtier réducteur (aussi appelé boîte de transmission transfert). Les arbres d'accouplement entre les groupes moteurs et le boîtier réducteur relient les turbines de travail aux arbres d'entraînement d'entrée principaux numéro un et numéro deux. Chaque arbre d'entraînement d'entrée principal est supporté à son extrémité avant par le roulement à billes à double rangée numéro cinq, et à son

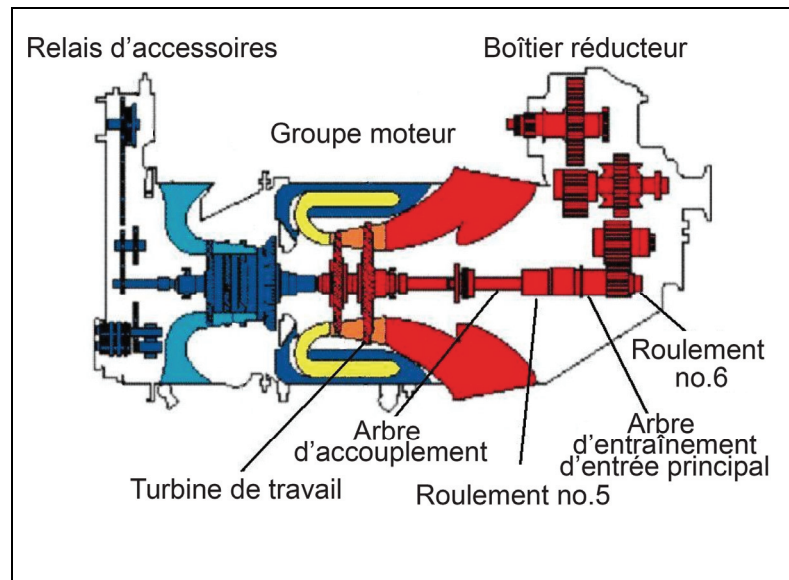


Figure 1. Vue en coupe du moteur PT6T-3B

extrémité arrière, par le roulement à rouleaux numéro six. Les turbines de travail, les arbres d'accouplement, les arbres d'entraînement d'entrée principaux et leurs roulements connexes tournent à environ 33 000 tours par minute.

Un examen du boîtier réducteur après l'incident a révélé que les éléments de rotation (billes) et les voies de roulement du roulement numéro cinq (référence 3021467, numéros de série F619A et F619B) monté sur l'arbre d'entraînement d'entrée principal s'étaient détériorés au point de déplacer vers l'arrière cet arbre d'entraînement jusqu'à ce que l'arbre d'accouplement se désaccouple de la turbine de travail. La turbine de travail a alors tourné à une vitesse excessive, le support de son roulement s'est rompu, et des aubes de cette turbine ont touché le carter. L'extrémité de toutes les aubes mobiles a été gravement endommagée, et plusieurs aubes se sont rompues près de leur plateau.

L'examen qui a eu lieu après l'incident a aussi permis de découvrir deux zones d'écaillage localisé (aussi appelé fatigue des surfaces de contact) sur la bague intérieure arrière (la plus éloignée du groupe moteur) du roulement endommagé. Les 38 billes ont été retrouvées diversement endommagées, les plus fortement atteintes étant celles de la coquille arrière du roulement. Les billes étaient très usées, certaines n'ayant plus que la moitié de la taille des autres. L'examen a permis de déterminer que la précharge² du roulement, la lubrification et les matériaux n'avaient probablement pas contribué à la défaillance du roulement. La cause de l'écaillage des surfaces n'a pas été déterminée.

² La précharge est la suppression du jeu interne dans un roulement par l'application d'une poussée permanente sur ce dernier. Une précharge correcte assure que les éléments roulants ne patinent pas sur les bagues, surtout lors d'une accélération rapide du roulement, comme au démarrage du deuxième moteur.

Boîtier réducteur

Le boîtier réducteur (modèle PT6-3-6, numéro d'assemblage 4780, numéro de série CPG 1288) avait été révisé le 26 juin 1995 par Consolidated Heliflight, Inc. (maintenant connue sous le nom de Northstar Aerospace), et il totalisait environ 2331 heures de vol au moment de l'incident. Les roulements numéro cinq montés sur les arbres d'entraînement d'entrée principaux durant cette révision avaient été remis en état en septembre 1994 par Bearing Inspection, Inc (BII). En partie, la remise en état effectuée chez BII comprenait le démontage du roulement, le polissage des voies de roulement intérieure et extérieure, et le remontage du roulement au moyen de billes d'un diamètre supérieur à celles qui avaient été montées à l'origine. Même si elle était toujours agréée par la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis pour exécuter ce travail, BII avait cessé de remettre en état des roulements numéro cinq après des cas de défaillances touchant autant des roulements neufs que des roulements remis en état. Les éléments qui auraient contribué aux défaillances des roulements numéro cinq remis en état précédemment comprenaient l'absence de précharge et des cages à billes inappropriées.

Les bases de données des rapports de difficultés en service de Transports Canada et de la FAA renferment plusieurs rapports de défaillance de roulements numéro cinq dans les hélicoptères Bell 212. Au moins un important atelier de révision de boîtiers réducteurs a découvert plusieurs autres cas d'usure prématurée et de défaillance de roulements numéro cinq neufs et remis en état. Cet atelier de révision a rappelé tous les boîtiers réducteurs dans lesquels il avait installé des roulements numéro cinq remis en état. Il a retiré ces roulements et les a remplacés par des roulements neufs.

Le manuel de révision de Pratt & Whitney Canada précise que les roulements ne doivent faire l'objet d'aucune réparation, exception faite de celles qui figurent dans les manuels approuvés de Pratt & Whitney Canada ou dans la norme d'inspection visuelle pour la révision des roulements, réf. 3039731. Aucun des manuels référencés n'approuve la procédure de remise en état de BII. Le manuel des pratiques standard pour la révision des aéronefs de Pratt & Whitney, à la section sur l'inspection des roulements, précise qu'aucun travail n'est autorisé sur les surfaces internes d'un roulement qui encaissent des charges.

Analyse

Le roulement numéro cinq de l'arbre d'entraînement d'entrée principal a subi une défaillance, probablement à la suite du coincement des billes dans la cage à cause des débris produits par l'écaillage. Une fois que les billes se sont coincées, elles ont cessé de rouler et ont commencé à patiner sur les bagues du roulement, ce qui a rapidement usé les billes. La réduction de la taille des billes a permis à l'arbre d'entraînement d'entrée principal de se déplacer vers l'arrière jusqu'à ce que l'arbre se désaccouple. Dès que le groupe moteur a cessé d'entraîner le boîtier réducteur, les turbines de travail ont tourné à une vitesse excessive, le support du roulement de la turbine de travail s'est rompu, les aubes mobiles de cette turbine ont touché le carter, et le moteur a décéléré. La défaillance progressive du roulement s'est échelonnée sur de nombreuses heures, comme en a témoigné l'allumage à cinq reprises du voyant du détecteur de particules sur une période de 7,5 heures.

Pratt & Whitney Canada affirme que les réparations au roulement, comme celles effectuées lors de la remise en état du roulement, ne sont pas autorisées. On ne sait pas si la remise en état du roulement a contribué à sa défaillance.

Les bases de données des rapports de difficultés en service de Transports Canada et de la Federal Aviation Administration renferment plusieurs rapports de défaillance du roulement numéro cinq. D'autres sources, dont l'atelier de révision du boîtier réducteur, signalent également de nombreux cas d'usure prématurée et de défaillance des roulements numéro cinq, surtout des roulements numéro cinq remis en état.

Dans les cas où le voyant du détecteur de particules s'allume à plusieurs reprises et que des particules métalliques sont découvertes, on interdit habituellement de vol l'aéronef jusqu'à ce qu'on ait déterminé la source des particules métalliques.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le roulement numéro cinq de l'arbre d'entraînement d'entrée principal numéro un a subi une défaillance à cause d'un écaillage. La cause de l'écaillage n'a pas été déterminée.
2. L'hélicoptère a continué à être exploité, même après l'allumage à plusieurs reprises du voyant du détecteur de particules, ce qui a mené à la défaillance du moteur.

Fait établi quant aux risques

1. On ne sait si la remise en état a contribué à la défaillance de ce roulement. Toutefois, il y a eu de nombreux cas d'usure prématurée et de défaillance des roulements numéros cinq.

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 8 juillet 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.