

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A02O0131



DÉFAILLANCE DU VÉRIN DE COMMANDE DU TRAIN AVANT

DU BEEHCRAFT KING AIR A100 (BE-10) C-GISH

EXPLOITÉ PAR VOYAGEUR AIRWAYS

À L'AÉROPORT DE NORTH BAY (ONTARIO)

LE 18 MAI 2002

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 vérin de commande du train avant

du Beechcraft King Air A100 (BE-10) C-GISH
exploité par Voyageur Airways
à l'aéroport de North Bay (Ontario)
le 18 mai 2002

Rapport numéro A02O0131

Sommaire

À 12 h 16, heure avancée de l'Est, le Beechcraft King Air A100 (BE-10) de la compagnie Voyageur Airways, immatriculé C-GISH et portant le numéro de série B152, décolle pour effectuer un vol de convoyage selon les règles de vol aux instruments (IFR) entre l'aéroport municipal d'Oshawa (Ontario) et North Bay avec deux pilotes et un passager non payant à bord. Peu après le décollage, au moment de mettre le levier du train d'atterrissage sur UP, l'équipage de conduite entend un violent bruit de grincement qui semble provenir du train avant et observe que le voyant rouge du levier de train d'atterrissage est allumé. L'équipage de conduite observe également la réflexion du train avant sur la nacelle du moteur confirmant ainsi que le train n'est pas totalement rentré dans son logement.

Le commandant de bord décide de monter à l'altitude de croisière prévue, soit 15 000 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl), et de poursuivre le vol jusqu'à North Bay. Une fois en route, l'équipage de conduite commande la sortie du train d'atterrissage. Le voyant rouge du levier de train d'atterrissage demeure allumé, et le voyant vert de verrouillage du train avant ne s'allume pas. L'équipage de conduite commande alors la rentrée du train, mais sans succès. Le vol se poursuit jusqu'à North Bay où l'appareil se pose sur la piste 08 avec le train avant partiellement sorti. Le train avant s'affaisse au toucher des roues. Les trappes du train avant et les deux hélices quadripales raclent la piste et sont lourdement endommagées. L'équipage de conduite et le passager s'en sortent indemnes.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le commandant de bord était titulaire d'une licence canadienne de pilote de ligne - avion et d'une qualification sur type pour le BE-10. Il totalisait 2 350 heures de vol sur avion, dont 1 400 sur BE-10.

Le copilote était titulaire d'une licence canadienne de pilote professionnel - avion et était un pilote d'hélicoptère des Forces canadiennes. Il était titulaire d'une qualification sur type pour le BE-10 et totalisait plus de 3 000 heures de vol.

À 12 h, heure avancée de l'Est (HAE)¹, les conditions météorologiques signalées à l'aéroport de North Bay (Ontario) étaient les suivantes : couvert nuageux à 2 800 pieds au-dessus du sol, visibilité supérieure à 15 milles terrestres, température de 2 °C, point de rosée de -6 °C, vents variables entre le 070° et le 360° magnétique à 9 noeuds avec des rafales pouvant atteindre les 16 noeuds et calage altimétrique de 30,02 pouces de mercure.

L'avion a été construit en 1973. Il totalisait 18 789 heures au moment de l'accident. Il était équipé pour effectuer des vols selon les règles de vol aux instruments (IFR). Il était utilisé par l'exploitant surtout pour effectuer des vols d'affrètement général. Les dossiers indiquent que l'avion était équipé et certifié conformément à la réglementation en vigueur. L'avion ne présentait aucune anomalie connue avant le vol. La masse et le centrage de l'avion se trouvaient dans les limites prescrites.

L'équipage de conduite a tenté d'exécuter toutes les procédures approuvées figurant dans le manuel d'exploitation de la compagnie et sur la liste de vérifications de l'avionneur relatives aux situations d'urgence et anormales, dans l'espoir de sortir le train avant et de le verrouiller en vue de l'atterrissage. L'index des procédures (QRH) de Voyageur Airways décrit la situation que l'équipage de conduite a rencontré comme une défaillance de train d'atterrissage de type 3, train principal sorti, train avant rentré (TYPE 3 MAIN GEAR DOWN - NOSE GEAR UP).

La sortie d'urgence du train d'atterrissage s'effectue par l'entremise d'un système distinct d'entraînement manuel à chaîne. L'équipage de conduite utilisait la liste de vérifications appropriée pour la situation d'urgence, mais le commandant de bord a tout de même tenté de sortir le train avant en actionnant le levier manuel d'urgence du train d'atterrissage. Il n'a pas été capable de déplacer le levier parce que celui-ci peut seulement servir à la sortie des trois trains en même temps. Puisque le train principal était déjà sorti et verrouillé, le système de sortie d'urgence du train ne pouvait servir à sortir le train avant sans que le train principal soit poussé au-delà de ses butées d'arrêt. Le levier d'urgence du train d'atterrissage se déplace librement jusqu'à ce que le train atteigne ses butées d'arrêt. Par la suite, il est impossible de déplacer le levier, ce qui fournit une indication secondaire comme quoi le train est complètement sorti. L'équipage de conduite a assumé que le levier d'urgence du train d'atterrissage était grippé alors qu'en fait, le système d'urgence fonctionnait parfaitement bien. Puisque le problème de vérin de commande du train avant se trouvait en aval du point d'entrée du système d'urgence, ce dernier ne pouvait servir à sortir le train avant.

L'équipage a déclaré une situation d'urgence après la deuxième tentative infructueuse de sortie du train avant. De plus, l'équipage a tenté quelques accélérations positives et négatives dans

¹ Les heures sont exprimées en HAE (temps universel coordonné [UTC] moins quatre heures.)

l'espoir de verrouiller le train avant. L'avion a survolé la station d'information de vol (FSS) de North Bay, et le personnel au sol a pu confirmer visuellement que le train avant n'était pas complètement sorti. Afin d'alléger le plus possible le poids sur le train avant pendant la course à l'atterrissage, le copilote a retiré plusieurs sièges de passagers, ce qui a déplacé le centre de gravité vers l'arrière. Les sièges ont été placés en sécurité derrière le filet d'arrimage du fret dans le compartiment à fret arrière. L'équipage a discuté en détail de l'approche, du réglage des manettes des gaz, des hélices et de la position des manettes de commande avant et après le toucher des roues. Le passager a reçu des consignes de sécurité relatives à l'évacuation de l'avion et aux ordres de circonstance.

L'avion a touché des roues sur l'axe de piste dans les 2 000 premiers pieds de la piste. Après le toucher des roues du train principal, les manettes de commande ont été placées sur CUT OFF (arrêt), et les deux hélices ont été mises en drapeau. Le commandant de bord a retardé le toucher du train avant le plus longtemps possible; ce train s'est affaissé dès qu'il a touché le revêtement de la piste. L'avion a ensuite parcouru une distance d'environ 1 800 pieds avant de s'immobiliser à environ 6 200 pieds de l'extrémité de piste. Le passager, le copilote et le commandant de bord ont immédiatement évacué l'avion. Les services d'urgence présents sur le site n'ont pas eu à intervenir. Il n'y a pas eu d'incendie.

L'avion a ensuite été remorqué au hangar de maintenance de l'exploitant et placé sur des vérins. Il a été établi que le vérin de commande du train avant avait subi une défaillance. Avant la dépose du vérin de commande, il a été possible de déterminer que le train avant n'avait pas été déformé. Les hélices ont été lourdement endommagées. Les moteurs ayant subi un arrêt accidentel brusque, la section motrice des deux moteurs PT6A-28 a été envoyée pour inspection et réparations au besoin.

Le BE-10 est équipé d'un train tricycle escamotable entraîné par un moteur de 28 volts situé en avant du longeron principal. Les vérins de commande du train principal sont entraînés à partir de la boîte d'engrenages du moteur par l'entremise d'arbres de torsion. Le vérin de commande du train avant est entraîné par une chaîne double à partir d'un pignon sur la boîte d'engrenages du moteur. L'arbre d'entrée du vérin de commande du train avant entraîne une série d'engrenages rotatifs se trouvant à l'intérieur du vérin. Ces engrenages déplacent une vis à l'intérieur d'un écrou lubrifié en alliage d'aluminium-bronze. Le mouvement de la vis dans l'écrou lubrifié fait sortir et rentrer le train avant.

Le vérin de commande défaillant du train avant portait la référence 50-820208-5 et le numéro de série ALG 4413, selon la plaque d'identification. Le vérin totalisait 2 013 cycles depuis sa dernière révision. L'intervalle entre les révisions est de 7 500 cycles. Aucune anomalie n'a été notée dans le circuit du train d'atterrissage, mis à part le vérin de commande du train avant.

Tous les 1 000 cycles, le vérin de commande du train avant doit être déposé de l'avion pour un essai appelé « vérification du jeu axial total ». Cet essai est décrit dans le manuel de maintenance du Beech King Air 100.

La rubrique 35 (Vérins de commande du train d'atterrissage) du chapitre 5-20-00, page 302, stipule ce qui suit :

[Traduction]

Effectuer une vérification du jeu axial de la vis (dépose obligatoire). Se référer au chapitre 32-30-00.

Le chapitre 32-30-00, page 201, décrit la vérification du jeu axial total comme suit (en partie) :

[Traduction]

Chaque vérin de commande devrait faire l'objet d'un essai au banc dans le but d'en vérifier le jeu axial total. Se référer au chapitre 5 pour les intervalles d'inspection.

À l'aide d'une allonge de tige parallèle à l'écrou, [...] fixer à l'aide d'un serre-joint un comparateur à cadran à l'arbre de l'écrou de manière à ce que le levier de déflexion du comparateur à cadran repose contre la boîte d'engrenages du vérin de commande. Aplatir l'allonge de tige là où elle entre en contact avec l'écrou afin d'assurer une fixation solide.

Appliquer une force d'environ 100 livres dans chaque direction. Tirer sur l'écrou et le pousser à plusieurs reprises en mesurant à l'aide du comparateur à cadran la distance de rentrée et de sortie de l'écrou par rapport au boîtier.

Vérifier le jeu axial du vérin de commande lorsque l'écrou du vérin est complètement rentré et sorti d'un tour, lorsque l'écrou est à moitié sorti, [...] et lorsque le vérin de commande du train avant est sorti de 11,25 pouces.

Cet essai a pour objet de mesurer la distance ou le « jeu » entre l'écrou lubrifié en alliage d'aluminium-bronze et la vis d'acier. Le jeu permis est de 0,018 pouce ou moins. Si le jeu axial atteint 0,018 pouce, le vérin doit faire l'objet d'une révision ou il doit être remplacé.

Le vérin de commande du train avant défaillant n'a été déposé qu'après l'arrivée des enquêteurs du BST. La partie extérieure du vérin de commande n'était pas endommagée, mais il y avait une petite accumulation de poussières et de débris. L'examen du vérin a révélé qu'il était possible de faire tourner la vis dans l'écrou, mais que la vis ne rentrait ni ne sortait des filets de l'écrou. La vis a été déposée de l'écrou en alliage d'aluminium-bronze, et l'écrou a été coupé longitudinalement. On a découvert que les filets de l'écrou étaient manquants. Il y avait de la graisse collée à la paroi de l'écrou, mais aucune graisse n'a été trouvée dans la zone de déplacement des filets eux-mêmes. Les autres filets de l'écrou ont été trouvés sur les filets de la vis. Ils étaient cassés en plusieurs morceaux. À certains endroits, des morceaux de filets s'étaient dédoublés. Les morceaux pris séparément mesuraient 0,031 pouce d'épaisseur. Selon les mesures, la distance entre les filets de la vis était de 0,069 pouce. Les filets dont la défaillance est dû à une surcharge demeurent généralement en place et gardent leur apparence de spirale. Les filets usés ont tendance à se briser en plusieurs morceaux, comme dans le cas qui nous occupe. L'écrou défaillant a été envoyé à la section de l'analyse des matériaux du Laboratoire technique du BST en vue de déterminer si la composition de l'écrou respectait les spécifications du constructeur. Il a été établi que l'écrou était fait de l'alliage d'aluminium-bronze spécifié par le constructeur.

Le 3 décembre 1997, le vérin en question avait atteint son nombre de cycles maximal avant révision et avait été déposé d'un Beech King Air de Voyager Airways, le C-FAPP. Il avait été renvoyé à la compagnie Global Aerospace Corporation pour révision. Après la révision, soit le 19 décembre 1997, le vérin avait été retourné à Voyager Airways et remonté sur un autre Beech King Air, le C-GIND. Le 28 octobre 1998, le vérin avait échoué à la vérification de jeu axial à 994 cycles après révision. Le vérin avait été déposé du C-GIND et retourné à Global Aerospace pour y être réparé. Le vérin avait ensuite été retourné à Voyager Airways, et le personnel de maintenance avait découvert qu'il manquait deux bagues. Le vérin avait alors été retourné à Global Aerospace pour rectification. Les bagues manquantes avaient été montées sur le vérin qui

avait alors été ajouté à l'inventaire de pièces de Voyageur Airways pour utilisation ultérieure. Le 27 janvier 2000, le vérin avait été remonté sur l'avion en cause dans l'accident, le C-GISH. La vérification obligatoire du jeu axial suivante avait été effectuée le 19 mars 2002, et toutes les mesures prises étaient dans les limites prescrites. Cependant, 89 cycles plus tard, soit le 18 mai 2002, lors du vol de l'accident, le vérin a subi une défaillance au moment de la rentrée du train.

La compagnie Voyageur exploite des King Air 100 et des King Air 200. Ces deux types d'avion possèdent tous les deux le même vérin de commande de train avant (réf. 50-820208-5). Les procédures pour effectuer une vérification de jeu axial qui figurent dans le manuel de maintenance du King Air 200 au chapitre 32-30-00, pages 210 et 211, sont identiques à celles qui figurent dans le manuel de maintenance du King Air 100 à quelques détails près. La procédure figurant dans le manuel de maintenance du King Air 200 est précédée de la mention suivante : [Traduction] « S'assurer que chaque vérin fait l'objet d'un essai au banc afin d'en vérifier le jeu axial total. Vérifier chaque vérin selon la procédure suivante avant le démontage en vue de la lubrification. » De plus, la dernière étape figurant dans le manuel de maintenance du King Air 200 ne figure pas dans le manuel de maintenance du King Air 100. Cette étape est rédigée ainsi : [Traduction] « Après la lubrification du vérin de commande, vérifier de nouveau le jeu axial total pour vous assurer que le composant a été bien remonté après la lubrification. »

Lorsqu'on a demandé pourquoi il existait différentes procédures pour des vérins qui portent la même référence, le personnel de Raytheon Aircraft nous a répondu que les procédures devraient être les mêmes et qu'elles ne devraient pas comprendre le démontage et la lubrification. Raytheon a publié deux communiqués en 1989 et en 1990 concernant la lubrification interne et le regarnissage des vérins de commande du train d'atterrissage des avions King Air 200 et 300 et des King Air 90 et 100, respectivement. Les deux communiqués stipulaient ceci :

[Traduction]

La lubrification des vérins de commande d'engrenages mécaniques n'est plus nécessaire selon l'ATA 05 (rubrique 05 du système ATA [Air Transportation Association]). Nous avons abandonné la lubrification interne (regarnissage du vérin) en raison de l'incapacité de la majorité des ateliers de procéder adéquatement à des essais après le remontage du composant. Les ATA 12 et 32 font toujours référence à la lubrification des vérins. Ces derniers ne devraient pas être regarnis à moins d'une fuite. Si une inspection visuelle indique qu'il n'y a aucune fuite, ne pas démonter et ne pas regarnir!

Le 28 juin 2002, Global Aerospace Corporation a envoyé une lettre à Voyageur Airways indiquant que l'écrou du vérin de commande du train avant (réf. 50-820208-5) était usé au-delà des limites acceptables, après environ 1 200 cycles, et que le manque de graisse à l'intérieur du vérin pouvait avoir contribué à l'usure de l'écrou. Global Aerospace a fait remarquer que le manque de graisse pouvait résulter de la dépose de l'écrou pour nettoyer la graisse durant une inspection sur le terrain, d'une fuite de graisse à partir de l'écrou ou du regarnissage inadéquat de l'écrou avec de la graisse durant une révision. Global Aerospace a demandé à Voyageur Airways de retourner les vérins pour qu'ils soient nettoyés et regarnis avec de la graisse et que leur jeu axial soit vérifié, et ce sans frais.

Dans une lettre à Voyageur Airways en date du 28 janvier 2003, Global Aerospace note qu'un seul vérin de train principal a été retourné pour inspection dans les premières semaines suivant la lettre du 28 juin 2002. Six mois plus tard, trois vérins de train avant ont été déposés en raison de problème de déformation ou de bruit de grincement. Deux vérins ont été envoyés à un autre atelier de révision et l'autre a été envoyé à Global Aerospace pour inspection. Il a été déterminé que les écrous de chaque composant étaient usés. Puisque les vérins n'ont pas été retournés à Global Aerospace pour une inspection gratuite, il n'a pas été possible de déterminer si les dommages avaient été causés par le manque de lubrification dû à un regarnissage incorrect de l'écrou durant la dernière révision effectuée par Global Aerospace.

Analyse

Le vérin de commande du train avant a subi une défaillance 89 cycles après une vérification du jeu axial, lequel se trouvait dans les limites. On a découvert pendant le démontage du vérin qu'il y avait relativement peu de graisse sur l'écrou en alliage d'aluminium-bronze et sur la vis en acier. Sans lubrification, la vis d'acier, qui subit une charge et qui se déplace dans l'écrou en alliage d'aluminium-bronze, entraînerait un taux élevé d'usure qui provoquerait une défaillance prématurée. Il a été conclu que le manque de lubrification avait entraîné une usure excessive de l'écrou et une défaillance prématurée. Il n'a pas été possible de déterminer si le manque de lubrification était dû à la dépose de l'écrou et au nettoyage de la graisse pendant une inspection sur le terrain, à une fuite de graisse de l'écrou ou à un regarnissage inadéquat de l'écrou avec de la graisse durant la révision. Même si Voyageur Airways utilisait des procédures approuvées pour faire la maintenance du vérin de commande du train avant, les différences entre les manuels de maintenance du King Air 100 et du King Air 200 peuvent avoir donné lieu à des pratiques de maintenance incompatibles.

Même si Raytheon Aircraft a publié des communiqués en 1989 et en 1990 stipulant que l'ATA 05 n'exigeait plus la lubrification interne (regarnissage du vérin), les manuels de maintenance du King Air 100 et du King Air 200 n'ont pas été modifiés. Par conséquent, la procédure figurant dans le manuel de maintenance du King Air 200, qui fait référence au démontage et à la lubrification, pourrait faire en sorte que le personnel de maintenance suive une procédure qu'il n'est plus nécessaire d'exécuter ou qui n'est plus recommandée.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le vérin de commande du train avant a subi une défaillance prématurée attribuable à une usure excessive de l'écrou résultant d'un manque de lubrification. L'enquête n'a pas permis d'établir la cause du manque de lubrification.

Autres faits établis

1. Les vérins de commande de train avant des avions King Air 100 et 200 portent la même référence, mais les procédures relatives à la vérification du jeu axial qui figurent dans les deux manuels de maintenance sont légèrement différentes. Cette situation pourrait donner lieu à des pratiques de maintenance incompatibles, malgré la publication par Raytheon de communiqués en 1989 et en 1990 stipulant que la lubrification interne des vérins n'étaient plus exigées.

Mesures de sécurité prises

Voyageur Airways a conçu et fabriqué un outil de vérification du jeu axial qui dépasse les exigences du constructeur. Cet outil fournit un moyen de mesurer précisément le jeu axial des vérins de commande de train avant. De plus, Voyageur Airways effectue les vérifications de jeu axial dans son atelier de composants.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 3 mai 2004.