Bureau de la sécurité des transports du Canada

Transportation Safety Board of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT AÉRONAUTIQUE
A98O0184

AFFAISSEMENT DU TRAIN D'ATTERRISSAGE PRINCIPAL

TRANSPORTS CANADA
BEECH A100 KING AIR C-FDOR
AÉROPORT INTERNATIONAL D'OTTAWA/
MacDONALD-CARTIER (ONTARIO)
LE 16 JUILLET 1998

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet accident 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 sur un accident aéronautique

Affaissement du train d'atterrissage principal

Transports Canada
Beech A100 King Air C-FDOR
Aéroport international d'Ottawa/ MacDonald-Cartier (Ontario)
Le 16 juillet 1998

Rapport numéro A98O0184

Résumé

À 8 h 30, heure avancée de l'Est, le Beech A100 King Air portant le numéro de série B-103 et ayant à son bord deux membres d'équipage décolle de l'aéroport international d'Ottawa/MacDonald-Cartier (Ontario) pour effectuer un vol d'entraînement selon les règles de vol aux instruments (IFR) à destination de North Bay (Ontario). À North Bay, l'équipage effectue sous guidage radar une approche alignement arrière de la piste 26, un posé-décollé suivi de deux posés-décollés selon les règles de vol à vue (VFR), puis un atterrissage avec arrêt complet. Les membres de l'équipage de conduite changent de siège et effectuent le vol de retour vers Ottawa en IFR. À Ottawa, l'équipage commande la sortie du train d'atterrissage et observe une indication train non verrouillé dans le poste de pilotage. Il demande alors au contrôle de la circulation aérienne l'autorisation de remettre les gaz, ce qui lui est accordé. Pendant la manoeuvre, une observation visuelle faite à partir du sol permet de confirmer que le train d'atterrissage n'est pas sorti. L'équipage de conduite suit la procédure de sortie d'urgence du train d'atterrissage et observe malgré tout une indication de train principal droit non verrouillé; cependant, vu du sol, le train d'atterrissage semble sorti. L'équipage de conduite discute de la façon dont il va atterrir et demande la présence des services d'intervention d'urgence (SIU) avant d'atterrir sur la piste 25. Pendant la course à l'atterrissage, le train principal droit s'affaisse et l'appareil sort du côté droit de la piste. L'accident est survenu de jour, dans des conditions météorologiques de vol à vue et n'a fait aucun blessé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Pendant la course à l'atterrissage, alors que l'appareil décélérait et que sa masse était transférée des ailes au train d'atterrissage, le train d'atterrissage droit a commencé à s'affaisser. L'hélice du moteur n° 2, le volet de bord de fuite de l'aile droite et l'extrémité de l'aile droite ont raclé le sol au moment où le train d'atterrissage s'affaissait complètement. L'appareil a viré à droite et est sorti sur le côté droit de la piste avant de s'immobiliser, cap au nord, dans la partie gazonnée de l'entrepiste de l'aérodrome, à 3 000 pieds du seuil de la piste 25. La piste mesure 8 000 pieds de longueur sur 200 pieds de largeur, et sa surface asphaltée était nue et sèche.

Au moment de l'accident, les conditions météorologiques étaient les suivantes : nuages épars à 25 000 pieds, visibilité de 5 milles dans la brume sèche, température de 29 degrés Celsius, point de rosée de 22 degrés Celsius, et vents du 210 degrés magnétique à 8 noeuds.

Les membres de l'équipage de conduite possédaient les licences et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur. Le commandant de bord et le copilote avaient effectué respectivement 20 heures et 15 heures sur type dans les 90 jours précédents.

Les dossiers de l'avion indiquent que l'appareil était certifié et équipé conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

À l'origine, l'appareil était équipé d'un système électrique d'escamotage du train. Le moteur électrique du système était protégé par un disjoncteur de 120 ampères. Des incendies d'origine électrique associés à ce moteur ayant été signalés, on a publié la consigne de navigabilité 95-13-03 demandant aux exploitants de l'appareil de remplacer le disjoncteur de 120 ampères par un disjoncteur de 60 ampères. L'entreprise américaine Aviadesign Incorporated avait élaboré et fait approuver le certificat de type supplémentaire (CTS) SA 4013WE permettant de modifier le train d'atterrissage du Beech A100 pour qu'il soit actionné de façon hydraulique plutôt qu'à l'aide d'un moteur électrique. En février 1996, l'avion avait été modifié conformément à ce CTS, avec le même type de moteur électrique et le même disjoncteur de 60 ampères pour le fonctionnement de la pompe hydraulique. Dans le cas d'un CTS, il n'est pas obligatoire de consulter l'avionneur ni que ce dernier accepte la modification en question.

En exploitation normale, les trains avant et principaux d'un appareil équipé du train d'atterrissage hydraulique mentionné dans le CTS d'Aviadesign sont actionnés grâce à des vérins hydrauliques alimentés en liquide hydraulique sous pression par une électropompe. Le moteur électrique de la pompe hydraulique est protégé par un disjoncteur de 60 ampères situé au niveau du plancher du poste de pilotage, entre les sièges des pilotes. Sur l'avion accidenté, le disjoncteur de 60 ampères se trouvait au niveau du plancher, à l'avant de la cabine passagers; encastré par mesure de protection, il était inaccessible aux pilotes à partir du poste de pilotage. (Les procédures d'utilisation normalisées (SOP) des Services des aéronefs de Transports Canada relatives au Beech A100 King Air ne permettent pas aux pilotes de réenclencher en vol des disjoncteurs ayant une valeur nominale de 60 ampères.) La pression du circuit est maintenue par un manocontacteur qui met en marche et arrête le moteur électrique au moyen d'un relais. Le circuit hydraulique comporte un accumulateur chargé

d'azote pour empêcher les pointes de pression et pour fournir un coussin hydraulique à l'intérieur du circuit. Un voyant ambre s'allume dans le poste de pilotage et reste allumé lorsque le moteur électrique de la pompe hydraulique est alimenté. Les trois trains d'atterrissage sont maintenus en position rentrée grâce à la pression hydraulique du circuit.

Un voyant rouge s'allume sur le levier de commande de train lorsque le train d'atterrissage est en mouvement. Si le levier de commande de train est en position rentrée et que le voyant rouge est éteint, cela signifie que le train d'atterrissage est complètement rentré. Le vérin hydraulique du train avant est muni d'un verrou interne permettant de verrouiller le train avant en position sortie. Des verrous d'arc-boutement se trouvant sur les contrefiches du train d'atterrissage principal permettent de verrouiller le train en position sortie. Des voyants verts, correspondant chacun à une jambe de train, s'allument dans le poste de pilotage pour indiquer que le train est complètement sorti et verrouillé. Si les trois voyants verts s'allument et que le voyant train en mouvement s'éteint lorsque le levier de commande de train est en position sortie, cela signifie que le train d'atterrissage est complètement sorti et verrouillé. Si le train d'atterrissage n'est pas sorti et verrouillé et que la position d'au moins l'une des deux manettes des gaz ne correspond pas à une puissance moteur suffisante pour maintenir l'avion en vol, un klaxon retentit alors de façon intermittente.

Si le train d'atterrissage ne peut être sorti en suivant la procédure normale, l'équipage de conduite le sort en suivant la procédure figurant sur la liste de vérifications de sortie d'urgence du train d'atterrissage. La procédure stipule que l'équipage doit ralentir jusqu'à ce que la vitesse indiquée (KIAS) soit de 120 noeuds, qu'il faut ouvrir manuellement le disjoncteur à relais du train d'atterrissage qui se trouve dans le poste de pilotage et qu'il faut placer le levier de commande train sur la position sortie. Les pilotes ouvrent complètement le robinet manuel de mise à l'air libre du circuit hydraulique et le robinet d'azote[1] de sortie d'urgence du train en les tournant, et ils vérifient si les trois voyants verts du train d'atterrissage s'allument.

Le robinet manuel de mise à l'air libre du circuit hydraulique et le robinet d'azote se trouvent au niveau du plancher du poste de pilotage de l'appareil, entre les deux sièges des pilotes. Pour ouvrir complètement les robinets, il faut les tourner plusieurs fois dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Les robinets offrent peu ou pas de résistance à la rotation. Lorsque le robinet manuel de mise à l'air libre du circuit hydraulique est ouvert complètement, les trois trains d'atterrissage sortent par gravité et demeurent en position sortie. Lorsque le robinet d'azote est complètement ouvert, la pression à l'intérieur de la bouteille d'azote pousse le train d'atterrissage principal au-delà des verrous d'arc-boutement et verrouille le train d'atterrissage en position sortie. La pression maximale à l'intérieur d'une bouteille d'azote pleine est de 1 500 livres par pouce carré (lb/po^2). Une fois que le système de sortie d'urgence du train a été

---

[1] La bouteille d'azote liée au système de sortie d'urgence du train d'atterrissage n'est pas liée à l'accumulateur du circuit hydraulique.

activé, le système normal de sortie du train d'atterrissage ne peut être utilisé avant que le personnel de maintenance au sol n'ait remis le système du train d'atterrissage dans son état normal.

Lors de l'examen de l'appareil sur les lieux de l'accident, le levier de commande du train d'atterrissage était à la position sortie, le disjoncteur à relais du train d'atterrissage était ouvert et le robinet manuel de mise à l'air libre du circuit hydraulique ainsi que le robinet d'azote étaient complètement ouverts. L'indicateur d'azote indiquait 800 lb/po^2, ce qui semble normal, compte tenu de l'utilisation de la bouteille. Le disjoncteur de 60 ampères du moteur électrique de la pompe hydraulique du train d'atterrissage était ouvert. Pendant la récupération de l'épave après l'accident, au moment où l'on soulevait l'aile droite de l'appareil, le train d'atterrissage principal droit est sorti et s'est verrouillé en position sortie. L'appareil a ensuite été remorqué jusqu'au hangar où il a été placé sur des vérins.

Le circuit hydraulique d'escamotage du train et le système d'urgence du train ont été remis dans leur état normal. Le disjoncteur de 60 ampères du moteur électrique de la pompe hydraulique ainsi que le disjoncteur à relais du train d'atterrissage ont été réenclenchés et le fonctionnement en mode normal du train d'atterrissage a été vérifié plusieurs fois. Aucune anomalie n'a été observée. Le disjoncteur de 60 ampères a ensuite été ouvert, et le train d'atterrissage a été sorti plusieurs fois sans problème en suivant la procédure d'urgence. Il a été établi que, pendant la procédure de sortie d'urgence, le train d'atterrissage ne pouvait pas sortir par gravité avant que le robinet manuel de mise à l'air libre ne soit complètement ouvert.

Après la sortie normale et la sortie d'urgence du train d'atterrissage dans le hangar, on a découvert que la charge d'azote de l'accumulateur du circuit hydraulique était nulle. L'accumulateur a été rechargé et, après deux jours, la charge d'azote était de nouveau nulle. L'accumulateur a été démonté et déclaré inutilisable. Aux deux extrémités de l'accumulateur, on a trouvé des joints toriques endommagés et usés qui fuyaient. Selon le CTS, la pression d'azote doit être vérifiée toutes les 1 000 heures de vol de l'appareil ou lors de chaque inspection majeure; néanmoins, l'exploitant la vérifiait systématiquement toutes les 200 heures. La charge d'azote de l'accumulateur n'est pas liée au système d'urgence du train d'atterrissage. Aucune autre anomalie n'a été décelée pendant l'examen du train d'atterrissage et de ses systèmes d'escamotage.

Analyse

Lorsque l'équipage de conduite a commandé la sortie du train avant l'atterrissage à Ottawa, le train n'est pas sorti parce que le disjoncteur du moteur électrique actionnant la pompe hydraulique s'était ouvert. Le train ne sort pas de façon normale sans que le moteur électrique actionne la pompe hydraulique.

L'absence de charge d'azote dans l'accumulateur du train d'atterrissage serait attribuable à l'utilisation plus fréquente du moteur de la pompe hydraulique pour maintenir la pression hydraulique du circuit. Il semble que l'utilisation répétée du train d'atterrissage à North Bay combinée à l'utilisation plus fréquente du moteur électrique de la pompe hydraulique à cause

de l'absence de charge d'azote dans l'accumulateur du circuit hydraulique aient provoqué la surchauffe et l'ouverture du disjoncteur de 60 ampères, ce qui a coupé l'alimentation électrique du moteur de la pompe hydraulique.

Les trois trains d'atterrissage ont été sortis grâce au système d'urgence du train d'atterrissage, mais le train d'atterrissage principal droit ne s'est pas verrouillé en position sortie et s'est affaissé sous le poids de l'appareil pendant la course à l'atterrissage. L'enquête n'a pas révélé pourquoi le train d'atterrissage principal droit ne s'est pas verrouillé en position sortie après que l'équipage eut commandé la sortie du train à l'aide du système d'urgence du train d'atterrissage.

Faits établis

1. L'équipage possédait les licences et les qualifications nécessaires au vol.

2. Les dossiers de l'avion indiquent que l'appareil était certifié et équipé conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

3. Le disjoncteur de 60 ampères du moteur électrique de la pompe hydraulique s'est ouvert, et le circuit hydraulique d'escamotage du train d'atterrissage est devenu inutilisable.

4. Après la sortie du train d'atterrissage de l'appareil effectuée conformément à la procédure d'urgence, rien n'indiquait que le train d'atterrissage principal droit de l'appareil était sorti et verrouillé.

5. Le train d'atterrissage principal droit de l'appareil s'est affaissé pendant la course à l'atterrissage.

6. L'enquête a révélé que l'accumulateur du circuit hydraulique du train d'atterrissage de l'appareil était défectueux et qu'il ne pouvait conserver la charge d'azote nécessaire.

7. L'absence de charge dans l'accumulateur du circuit hydraulique du train d'atterrissage ne devrait pas gêner le fonctionnement du système d'escamotage normal du train ni du système d'urgence du train.

Causes et facteurs contributifs

Pour une raison qui n'a pas été déterminée, le train d'atterrissage principal droit ne s'est pas verrouillé après avoir été sorti selon la procédure d'urgence et il s'est affaissé pendant la course à l'atterrissage. Le circuit hydraulique d'escamotage normal du train d'atterrissage est devenu inutilisable parce que le disjoncteur du moteur électrique de la pompe hydraulique s'est ouvert,

à cause, semble-t-il, de la surchauffe due à l'utilisation répétée du moteur électrique. Un accumulateur défectueux dans le circuit hydraulique du train d'atterrissage a contribué à l'utilisation répétée du moteur électrique de la pompe hydraulique
.

Mesures de sécurité

Mesures prises

Depuis cet incident, les Services des aéronefs de Transports Canada ont pris les mesures suivantes :

1. Les SOP relatives au Beech A100 King Air ont été modifiées afin de permettre un seul réenclenchement en vol du disjoncteur de 60 ampères du moteur électrique de la pompe hydraulique.

2. Le disjoncteur de 60 ampères de l'avion se trouve dorénavant dans le poste de pilotage de l'appareil, soit au même endroit que dans les autres Beech King Air de la flotte des Services des aéronefs qui sont équipés du train d'atterrissage hydraulique décrit dans le CTS d'Aviadesign.

3. Un miroir a été installé du côté intérieur des capots moteurs du Beech A100 King Air pour permettre aux pilotes de voir la position du train d'atterrissage avant à partir du poste de pilotage.

4. Le manuel d'exploitation des Services des aéronefs a été modifié et prévoit ce qui suit : il est recommandé, dans la mesure du possible, que le pilote communique avec le centre des opérations des Services des aéronefs concerné et qu'il mentionne la nature du problème, l'aide dont il a besoin et le temps qu'il lui reste avant d'être forcé d'atterrir.

Mesures à prendre

Les mesures de sécurité prises par les Services des aéronefs de Transports Canada peuvent avoir des répercussions sur le maintien de la navigabilité de la flotte des appareils semblables exploités ailleurs au Canada et à l'étranger. Les mesures en question sont les suivantes : il est maintenant permis de faire un seul réenclenchement en vol du disjoncteur de 60 ampères du moteur électrique de la pompe hydraulique; un disjoncteur a été installé dans le poste de pilotage et un miroir a été installé pour permettre au pilote de voir la position du train d'atterrissage avant à partir du poste de pilotage. La diffusion de cette information aux autres exploitants de King Air au Canada et à l'étranger pour qu'ils puissent prendre des mesures de sécurité semblables permettrait de réduire les risques d'accident de ce genre.

L'annexe 8 à la *Convention relative à l'aviation civile internationale*, intitulée *Certificats de navigabilité d'aéronefs*, renferme des dispositions obligeant l'État d'immatriculation d'un

appareil à mettre au courant l'État de conception des renseignements qui pourraient nuire au maintien de la navigabilité. Il semble de mise que les modifications apportées à la configuration et aux procédures d'exploitation de la flotte de King Air de Transports Canada soient signalées à la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis, qui est l'État de conception, pour que des mesures de sécurité puissent être prises au niveau de la flotte. En conséquence, le Bureau recommande que :

> le ministère des Transports s'assure que tous les exploitants canadiens de Beech King Air ayant exécuté la modification du train d'atterrissage suggérée par Aviadesign soient mis au courant des circonstances entourant cet accident et des mesures de sécurité qui ont été prises pour qu'ils puissent mettre en oeuvre des mesures de sécurité similaires pour éviter la récurrence de ce genre d'accident.

A00-07

et que

> le ministère des Transports, conformément à l'annexe 8 à la *Convention relative à l'aviation civile internationale*, intitulée *Certificats de navigabilité d'aéronefs*, mette la Federal Aviation Administration des États-Unis au courant des circonstances entourant cet accident et lui signale les mesures de sécurité qui ont été prises pour que ces mesures puissent être mises en oeuvre à plus grande échelle.

A00-08

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 1er mars 2000.