

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT AÉRONAUTIQUE
A00Q0133

SORTIE DE PISTE

CONVAIR LINER 340 (580) C-GFHH
EXPLOITÉ PAR HYDRO-QUÉBEC
LA GRANDE 4 (QUÉBEC)
LE 27 SEPTEMBRE 2000

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

Sortie de piste

Convair Liner 340 (580) C-GFHH
exploité par Hydro-Québec La Grande 4 (Québec)
Le 27 septembre 2000

Rapport numéro A00Q0133

Sommaire

Le Convair 340 (580) d'Hydro-Québec, immatriculé C-GFHH, numéro de série 109, à bord duquel se trouvent 18 passagers et 4 membres d'équipage, effectue un vol selon les règles de vol aux instruments entre La Grande 3 et La Grande 4 (Québec). L'avion se pose sur la piste enneigée de La Grande 4 à environ 800 pieds au-delà du seuil de piste. Peu de temps après que la roue de nez a touché le sol et que le pilote a mis les hélices au pas inverse, l'appareil dévie vers la droite. Malgré les efforts du pilote aux commandes (le commandant de bord) pour ramener l'appareil, celui-ci poursuit sa course et sort du côté sud de la piste 09 à une vitesse avoisinant les 50 noeuds. L'appareil parcourt 350 pieds sur un sol mou et rocailleux avant de s'immobiliser à environ 120 pieds à l'extérieur du bord de piste, à une distance approximative de 2 500 pieds du seuil de piste. L'équipage de conduite coupe les moteurs comme l'exige la procédure, mais le moteur gauche ne s'arrête pas. Sous l'ordre du commandant de bord, le premier officier se rend dans la cabine des passagers et ordonne l'évacuation. Tous les passagers sortent de l'appareil en utilisant les hublots de secours situés au-dessus de l'aile droite. Le moteur gauche finit par s'arrêter de lui-même après environ 15 minutes. Cinq personnes subissent des blessures légères. L'appareil subit des dommages importants, mais ne prend pas feu.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Déroulement du vol

Hydro-Québec est un producteur et un distributeur d'électricité. Ses activités exigent le déplacement constant de son personnel, particulièrement les travailleurs affectés à l'entretien des barrages de la baie James. Vers 7 h 30, heure avancée de l'Est (HAE)¹, le 27 septembre 2000, le Convair 340 (580), exploité par Hydro-Québec, a décollé de l'aéroport international de Montréal / Dorval (Québec). Ce jour-là, l'avion (sous l'indicatif de vol Ampères 180) devait se rendre à Rouyn, à La Grande Rivière, à La Grande 3 (LG-3) et à La Grande 4 (LG-4), puis retourner à Dorval en effectuant le trajet inverse.

Au cours de la circulation au sol à Dorval, le commandant de bord a éprouvé plus de difficulté que la normale à tourner le volant d'orientation de la roue de nez vers la gauche. Toutefois, en exerçant plus de force sur le volant et en l'utilisant de façon saccadée, tout en utilisant le freinage différentiel, il parvenait à diriger l'appareil au sol. L'équipage de conduite a donc décidé de poursuivre le vol. Le problème existait toujours lors des différentes escales, mais la technique utilisée pour diriger l'appareil au sol permettait au pilote aux commandes (PF) de manoeuvrer l'appareil. Lors d'une escale, le premier officier a effectué une inspection visuelle du puits de la roue de nez et n'a constaté aucune anomalie. L'équipage de conduite a décidé de poursuivre l'itinéraire prévu et a convenu de signaler le problème au personnel d'entretien de la compagnie dès leur retour à Dorval.

Lors de l'approche à LG-4, le ciel était obscurci à 800 pieds, la visibilité était de 1 mille terrestre dans des averses de neige légère et les vents au sol soufflaient de l'ouest de 5 à 7 noeuds. Puisque l'atterrissage sur la piste 09 permettait de réduire le temps de vol et que la limite maximale de vent arrière permise pour l'atterrissage spécifiée dans le manuel de vol (*Prop-jet Convair Flight Manual*) n'était pas excédée, l'équipage de conduite a décidé d'atterrir dos au vent sur la piste 09.

L'approche sur la piste 09 s'est effectuée normalement et l'appareil s'est posé à environ 800 pieds au-delà du seuil de la piste. Dès que la roue de nez eut touché le sol, le PF a mis les hélices au pas inverse. Peu de temps après, l'appareil s'est mis à dévier vers la droite. Le PF a tenté de ramener l'appareil par l'utilisation des freins, tout en braquant à fond le gouvernail de direction vers la gauche et en mettant les hélices au pas inverse de façon asymétrique, mais l'appareil a poursuivi sa trajectoire et est sorti sur le côté sud de la piste 09. L'appareil a quitté la piste à environ 50 noeuds et à un angle d'environ 25 degrés par rapport à l'axe de la piste. L'appareil est ensuite descendu suivant une dénivellation de près de sept pieds par rapport à la surface de la piste. Il a poursuivi sa trajectoire sur une distance de 350 pieds sur un sol très mou et rocailleux avant de s'immobiliser.

Avant l'immobilisation de l'appareil, le commandant de bord a tiré sur les deux poignées de secours. Ces poignées servent en outre à couper l'alimentation d'essence aux moteurs pour les arrêter. Toutefois, la poignée de gauche n'a pu être tirée complètement. Une fois l'appareil immobilisé, le commandant de bord a immédiatement abaissé la barre des interrupteurs jumelés et a aussi fermé l'interrupteur de la batterie. À ce moment l'équipage de conduite entendait un bruit inhabituel qu'il n'arrivait pas à identifier. À la demande du commandant, le premier officier s'est dirigé vers la cabine des passagers pour ordonner l'évacuation. Quatre

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

hublots de secours, deux de chaque côté situés au-dessus des ailes, et la porte de service à l'arrière ont été ouverts. Un des passagers est sorti du côté gauche et s'est retrouvé sur l'aile près du moteur qui fonctionnait toujours. Constatant que le moteur était en marche et qu'il y avait danger de feu ou d'explosion, on lui a ordonné de revenir à l'intérieur de l'appareil et de sortir du côté droit avec les autres passagers. C'est au moment de l'ouverture des hublots de secours que le premier officier a réalisé que le bruit inhabituel que l'équipage entendait provenait du moteur gauche. Le premier officier en a informé le commandant qui à ce moment arrivait dans la cabine. Le commandant de bord est retourné dans le poste de pilotage pour tenter à nouveau de tirer sur la poignée de secours de gauche, mais celle-ci est restée coincée. Il a essayé d'arrêter le moteur de la façon normalement utilisée, soit en plaçant la commande de démarrage à la position *OFF* mais le moteur a continué de tourner. Les 18 passagers et les 4 membres d'équipage sont sortis sur l'aile droite et se sont rendus sur le bord de la piste, d'où ils ont été conduits à l'aérogare. Cinq passagers ont été traités pour des blessures légères.

L'appareil a subi des dommages importants mais n'a pas pris feu. Une fois sorti de piste, le train d'atterrissage de l'appareil s'est enfoncé dans le sol mou, provoquant le contact des hélices avec le sol. Les hélices se sont détachées des moteurs, entraînant l'ensemble réducteur avec elles. Une fois détachées du moteur, les pales de l'hélice gauche ont pénétré dans le fuselage et ont endommagé un siège inoccupé. Le train d'atterrissage de l'appareil s'est affaissé vers l'arrière, et l'appareil s'est immobilisé à environ 2 500 pieds du seuil de la piste, près de 120 pieds au sud de la piste 09. Le moteur gauche a surchauffé et s'est arrêté faute d'huile, environ 15 minutes après l'accident.

Renseignements sur l'équipage de conduite

L'équipage de conduite possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Le commandant de bord comptait environ 15 500 heures de vol, dont un peu plus de 6 000 heures à titre de commandant sur le Convair. Le premier officier avait un peu plus de 11 000 heures de vol à son actif, dont près de 4 000 heures sur le Convair.

Malgré la difficulté d'utiliser le volant d'orientation vers la gauche, l'équipage de conduite a décidé d'entreprendre le vol au départ de Dorval, sans aviser le personnel d'entretien. La décision était basée sur le fait qu'il était quand même possible de diriger l'appareil au sol. L'équipage de conduite ne prévoyait pas de problème directionnel de l'appareil pendant le décollage ou l'atterrissage, puisque durant ces phases, la direction de l'appareil est normalement maintenue uniquement par l'utilisation du gouvernail de direction. L'équipage de conduite avait déjà rencontré des situations similaires dans le passé, mais n'avait pas eu de difficulté lors des atterrissages et des décollages. De plus, il est courant de constater différentes résistances lors de l'utilisation du volant d'orientation des appareils de type Convair; toutefois, ces différentes résistances ne justifient pas pour autant qu'un vol soit annulé ou retardé.

Renseignements sur l'aérodrome

LG-4 est un aérodrome enregistré qui est la propriété d'Hydro-Québec. Il possède une piste d'une longueur de 5 000 pieds et d'une largeur de 150 pieds revêtue de gravier. Le déneigement de la piste se fait à l'aide de charrues et de souffleuses opérées par Hydro-Québec. Selon le manuel d'entretien d'aérodrome, l'accumulation de neige tolérée sur la piste est de 5 centimètres (environ 2 pouces), mais peut varier selon les conditions atmosphériques et le type d'aéronef.

Le déneigement de la piste avait été complété environ 30 minutes avant que l'appareil se pose. Au moment de l'atterrissage, le centre de la piste était dégagé sur une largeur de 130 pieds et l'accumulation de neige était inférieure à 5 centimètres. Toutefois, la charrue avait laissé des ondins de neige d'une hauteur de 6 à 10 pouces de chaque côté de la piste, 10 pieds à l'intérieur des feux de bord de piste. Les ondins n'ont pas affecté l'aspect directionnel de l'appareil puisque l'angle des traces de pneu de l'appareil (25 degrés par rapport à l'axe de la piste) a débuté avant d'entrer en contact avec les ondins. Après l'accident, le coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI) a été mesuré à l'aide d'un décéléromètre monté sur un véhicule. Cet appareil mesure les forces de freinage agissant sur le véhicule lorsque les freins sont actionnés. L'échelle de lecture du décéléromètre est graduée de 0 à 1; la valeur 1 correspond à la décélération maximale du véhicule. Lors de l'accident, le CRFI était de 0,45; il répondait ainsi à l'objectif du manuel d'entretien d'aérodrome, soit de maintenir un indice de freinage minimal de 0,35. Selon le manuel des spécifications, un CRFI de 0,45 permettait à l'appareil de se poser par vent traversier de 90 degrés soufflant à une vitesse de 20 noeuds, sans affecter le contrôle directionnel.

Les services de protection et de lutte contre les incendies à l'aérodrome de LG-4 sont assurés par une équipe de pompiers qui travaillent à temps partiel pour Hydro-Québec. Le poste des pompiers est situé dans un bâtiment intégré à l'aérogare. Puisque le service de protection est disponible lorsqu'il y a des opérations aériennes à l'aérodrome de LG-4, les pompiers étaient présents et ont pu se rendre sur le site de l'accident très rapidement afin de porter assistance aux passagers et être prêts à intervenir en cas de feu ou d'explosion.

Renseignements sur l'évacuation

Le manuel de vol indique qu'en cas d'urgence les moteurs doivent être arrêtés en tirant sur les poignées de secours. Il est également spécifié que si un atterrissage brutal est imminent, tous les dispositifs d'alimentation électrique doivent être placés à la position *OFF* pour réduire les risques de feu. Dans ce cas, le pilote doit abaisser la barre des interrupteurs jumelés et placer l'interrupteur de la batterie à la position *OFF*, coupant ainsi toute alimentation électrique.

La cabine des passagers est équipée de six sorties de secours : quatre hublots au-dessus des ailes, un cinquième hublot derrière l'aile droite et une porte de service munie d'une glissière d'évacuation à l'arrière du côté gauche. Lorsqu'une évacuation est nécessaire, le commandant de bord utilise le système de sonorisation pour ordonner l'évacuation, et il utilise une sonnerie si le système de sonorisation ne fonctionne pas. Selon les circonstances, le commandant de bord signale aux agents de bord et aux passagers s'il est nécessaire d'évacuer par une ou des sorties de secours spécifiques, ou si toutes les sorties peuvent être utilisées.

Le commandant de bord n'a pu transmettre l'ordre d'évacuer par le biais du système de sonorisation, ni par l'utilisation de la sonnerie, car il avait coupé la source d'alimentation électrique nécessaire à leur fonctionnement. Il a donc demandé au premier officier de se rendre dans la cabine pour ordonner l'évacuation. Ce dernier a eu de la difficulté à ouvrir la porte séparant le poste de pilotage et la cabine des passagers parce que celle-ci était bloquée par un objet qui s'est probablement déplacé durant la sortie de piste. Une fois rendu dans la cabine des passagers, le premier officier a ordonné l'évacuation sans toutefois spécifier de quel côté, ce qui permettait aux agents de bord de croire que les deux côtés de l'appareil étaient disponibles pour l'évacuation.

L'agent de bord assise à l'arrière de l'appareil a ouvert la porte de service du côté gauche. Toutefois, par inadvertance, elle a désactivé le système de déploiement automatique de la glissière d'évacuation, l'empêchant ainsi d'être déployée par l'ouverture de la porte. En ouvrant la porte, l'agent de bord a constaté que le moteur gauche était toujours en marche. Jugeant qu'il y avait risque de feu ou d'explosion, elle a décidé de ne pas utiliser cette sortie et a dirigé les passagers vers les hublots de secours du côté droit. Pendant ce temps, l'autre agent de bord, assise près d'une des sorties de secours au-dessus de l'aile gauche, a ouvert le hublot et a constaté qu'un des passagers était déjà sorti sur l'aile gauche par l'autre hublot du même côté. Constatant que le moteur gauche était toujours en marche, elle a ordonné au passager de revenir à l'intérieur de l'appareil et d'évacuer l'aéronef avec les autres passagers par les deux hublots menant sur l'aile droite. L'évacuation s'est déroulée rapidement et dans le calme. Le commandant a été le dernier à sortir de l'appareil.

Différentes possibilités d'arrêter les moteurs

Les moteurs du Convair peuvent être coupés par trois méthodes différentes; l'une d'entre elles est de tirer sur les poignées de secours, ce que fit le PF. Cependant, les liens mécaniques reliant la poignée de secours au moteur gauche ont été endommagés lors de l'accident, empêchant l'arrêt du moteur. Les deux autres possibilités sont, soit de placer les commandes de démarrage à la position *OFF* ou de fermer les robinets d'arrêt de carburant. Ces deux dernières possibilités nécessitent cependant une alimentation électrique.

Les circuits essentiels alimentés par les batteries de l'appareil étaient fonctionnels. Le PF avait donc la possibilité de couper le moteur par l'entremise de la commande de démarrage, ou en coupant le contact du robinet d'arrêt de carburant. Toutefois, en abaissant la barre des interrupteurs jumelés et en coupant le contact de l'interrupteur de la batterie, comme l'exige la procédure en cas d'atterrissage brutal, il devenait impossible pour le PF de couper le moteur par l'une ou l'autre de ces deux méthodes.

Renseignements sur le transporteur

Hydro-Québec, unité Transport aérien, exploite et exerce les privilèges d'une entreprise de transport aérien en vertu du certificat numéro 9243 en plus d'être titulaire d'un certificat d'exploitation privée portant le numéro P-8958. L'unité exerce également les privilèges d'un organisme de maintenance agréé (OMA) et effectue la maintenance des appareils selon le *Manuel de politiques de maintenance* approuvé en février 2000 par Transports Canada.

Renseignements sur l'appareil

Le certificat de type de l'appareil a été délivré en 1952 par la Federal Aviation Administration. Au fil des années, le certificat de type a appartenu à différentes compagnies. À ce jour, c'est la compagnie Tracor Flight Systems Inc. qui le détient. Bien qu'elle soit titulaire du certificat de type, cette compagnie n'offre pas le support technique que les constructeurs d'aéronefs offrent habituellement aux exploitants. Au cours de leur service, les Convair 340 et 440 ont subi plusieurs modifications, dont le remplacement des moteurs à pistons par des turbopropulseurs. À la suite de cette modification, les appareils sont devenus des Convair 340 (580) ou 440 (580). La production des Convair a cessé en 1969.

L'appareil C-GFHH a été construit en 1953 et avait accumulé 78 438 heures de vol depuis sa construction. L'appareil était certifié et équipé conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. L'inspection la plus récente de l'appareil avait été accomplie le 16 septembre 2000. Rien n'indique dans le carnet de route de l'appareil qu'il restait des anomalies à corriger associées aux circonstances de l'événement. Néanmoins, le 19 septembre 2000, une défectuosité reliée à la roue de nez avait été rapportée par l'équipage de conduite de ce vol, indiquant que le volant était difficile à tourner. Le personnel d'entretien d'Hydro-Québec a corrigé l'anomalie en nettoyant et en lubrifiant le système de direction de la roue de nez. L'appareil a été remis en service.

Contrôle directionnel de l'appareil au sol

Les facteurs pouvant contribuer à faire dévier l'appareil ont été examinés, y compris le système de direction du train avant, le pas des hélices, les freins, l'état des pneus, le gouvernail de direction, les techniques de pilotage, les conditions météorologiques ainsi que l'état de la surface de la piste. Puisque l'information initiale permettait de croire que le contrôle de la direction du train avant pouvait être en cause, le BST a analysé plus spécifiquement le système de direction de l'appareil sans toutefois négliger les autres facteurs mentionnés précédemment, ceux-ci n'ayant d'ailleurs révélé aucun indice permettant de croire qu'ils auraient pu jouer un rôle dans cet accident.

Pour diriger l'appareil au sol, le pilote assis à gauche utilise le volant d'orientation de la roue de nez localisé sur la console à sa gauche. Lors du décollage et de l'atterrissage, le contrôle directionnel de l'appareil est maintenu uniquement par le gouvernail de direction.

Le système de contrôle de la direction de l'appareil au sol (voir la Figure 1) est constitué de différentes composantes, dont le volant d'orientation de la roue de nez, un système de câbles et poulies, et un robinet de commande d'orientation monté sur un vérin hydraulique de direction du train avant, relié à la jambe de la roue avant.

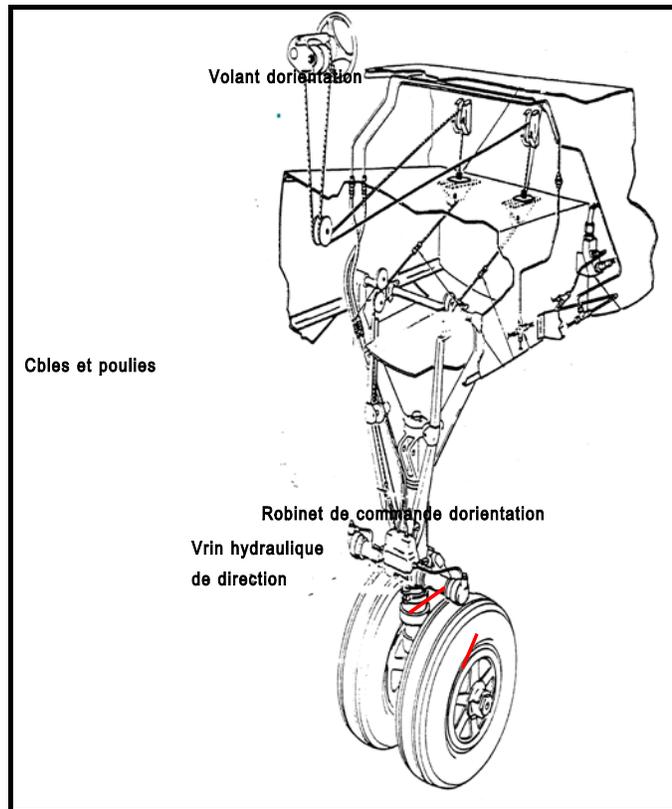
Le système de câbles et poulies relie le volant au robinet de commande. Lorsque le pilote tourne le volant vers la gauche ou la droite, une tension est appliquée sur les câbles reliés à la poulie du robinet de commande d'orientation. Cette action contrôle le taux de braquage et la direction de la roue de nez en permettant au fluide hydraulique de circuler d'un côté ou de l'autre du vérin hydraulique de direction du train avant; ce dernier fait tourner la roue de nez par le biais d'un système d'engrenage.

La pression hydraulique est régularisée par le volant d'orientation de la roue de nez permettant à celle-ci de pivoter sur un arc de 62,5 degrés de chaque côté. Lorsque le vérin hydraulique de direction du train avant se déplace, la tension exercée sur les câbles est relâchée, ce qui permet au clapet sélecteur du robinet de commande d'orientation de retourner au centre lorsque le taux de braquage désiré est atteint. Si le pilote désire réduire ou augmenter le rayon de virage, il n'a qu'à tourner le volant dans la direction désirée, et le clapet sélecteur se déplacera à nouveau, permettant au fluide hydraulique de circuler vers le vérin qui fera tourner la roue de nez. Lorsqu'il n'y a aucune force exercée sur le volant, le clapet sélecteur retourne au centre et permet à la roue de nez de pivoter librement par l'utilisation du freinage différentiel ou de se centrer par l'action du came de centrage.

Le came de centrage monté sur l'amortisseur du train avant sert à centrer la roue de nez lorsque l'amortisseur n'est pas compressé. Cette action assure que la roue de nez est bien centrée lorsque le train est sorti pour l'atterrissage, ou avant d'être rentré. Un index gradué de 0 à 62 degrés situé sur le volant d'orientation permet au pilote de connaître l'angle de braquage de la roue de nez. Selon les informations recueillies, l'index gradué indiquait que la roue de nez était centrée avant l'atterrissage, indiquant ainsi le bon fonctionnement du came de centrage.

Entretien du robinet de commande d'orientation

Le personnel d'entretien d'Hydro-Québec n'est pas autorisé à effectuer la réparation ou la révision de certaines pièces, comme le robinet de commande d'orientation et le vérin hydraulique de direction. Celles-ci doivent être expédiées à un organisme spécialisé lorsqu'il est temps de les réparer ou d'en faire la révision. Le robinet de commande d'orientation portant le numéro de pièce 10156 et le numéro de série 93291A, en place sur



l'appareil au moment de l'accident, a été fabriqué par Weston Hydraulics Ltd. Les informations recueillies indiquent que cette pièce doit faire l'objet d'une révision dès qu'elle a accumulé 6 000 heures de vol. Au mois d'août 1997, le robinet a été expédié à la compagnie Precision Aero Components Inc. pour être révisé.

Cette compagnie exerce les privilèges d'un OMA depuis près de huit ans, et compte environ dix employés. Elle est spécialisée dans l'entretien, la réparation et la révision de composantes d'aéronef. Seulement trois des employés sont en mesure d'effectuer des travaux sur des composantes hydrauliques comme le robinet de commande d'orientation. Aucune formation formelle n'est fournie par le fabricant du robinet concernant la révision ou la réparation de cette composante. La formation se fait à l'interne et en cours d'emploi. Depuis sa fondation, Precision Aero Components Inc. a effectué des travaux sur seulement deux autres robinets de commande d'orientation.

Dû à la difficulté d'obtenir certaines composantes du robinet de commande d'orientation, la révision du robinet installé sur le C-GFHH n'a pu être complétée qu'au mois de juin 1998. Environ six mois après la révision, le personnel d'entretien d'Hydro-Québec a réinstallé le robinet de commande d'orientation et le vérin hydraulique de direction sur un de leurs appareils et a constaté que le système de direction de la roue de nez ne fonctionnait pas normalement. Ces composantes ont donc été retournées à Precision Aero Components Inc.

Lors de la réception du robinet chez Precision Aero Components Inc., on a constaté que le robinet était endommagé. La cause des dommages n'a pu être déterminée. Afin de le réparer, les écrous auto-bloquants en nylon (élément 24, Annexe A) ont dû être enlevés et ont été réinstallés une fois la réparation complétée.² Ce type d'écrou est conçu avec un dispositif de blocage en nylon afin de l'empêcher de se desserrer à l'usage. Lors de la première utilisation, la bague de nylon interne de l'écrou se forme aux filets en métal de la vis et procure ainsi un dispositif de blocage de l'écrou. Il n'est pas recommandé d'utiliser plus d'une fois ce type d'écrou puisque le système de blocage en nylon perd de son efficacité et l'écrou risque de se desserrer par la suite. Lors de la révision et de la réparation du robinet de commande d'orientation, la compagnie a utilisé le manuel d'entretien du Convair qui, tout comme le manuel de révision (*Kelowna Flightcraft Convair 580 Overhaul Manual*), fournit les instructions de remontage. Toutefois, le manuel d'entretien ne fournit pas toutes les précisions nécessaires à la révision ou à la réparation du robinet de commande d'orientation.

Après avoir été réparés en janvier 1999, le robinet de commande d'orientation et le vérin ont été retournés à Hydro-Québec. Ils ont par la suite été installés sur le C-GFHH le 20 juillet 2000 conformément aux instructions du manuel d'entretien. L'enquête a permis de constater que ces deux composantes avaient accumulé 250 heures de vol depuis leur remise en service.

² L'annexe A présente un schéma du robinet de commande d'orientation avec tous les éléments numérotés.

Essai du robinet de commande d'orientation

Après l'accident, le robinet de commande d'orientation du train avant (Annexe A), a été envoyé chez Kelowna Flightcraft Inc. pour fin d'essai. Cette compagnie est le plus important exploitant de Convair au Canada avec une flotte de 13 Convair et il exerce les privilèges d'un OMA. Son expertise au niveau de l'entretien et de la révision de certaines composantes aéronautiques est souvent sollicitée par d'autres exploitants puisqu'aucun support technique n'est fourni par le détenteur actuel du certificat de type de l'appareil.

Le robinet ne présentait aucun dommage, aucune corrosion ni aucune usure de frottement. Sous la supervision d'un enquêteur du BST, l'essai a été effectué à l'aide d'un vérin hydraulique de direction utilisé sur les Convair et d'un gabarit spécialement conçu pour ce genre d'essai. Lors de l'essai, dès que la pression hydraulique a été appliquée, le vérin hydraulique de direction s'est déplacé vers la droite, ce qui correspond à une commande de virage à droite avec l'aide du volant de direction.

L'enquête a permis de constater que le levier (élément 13, Annexe A) du robinet de commande d'orientation n'était pas muni d'un raccord graisseur et que le pourtour de la bague (élément 7, Annexe A) n'avait pas de rainure permettant d'assurer une lubrification convenable, comparativement à d'autres leviers de robinet de commande d'orientation utilisés sur les Convair.

La Weston Hydraulics Ltd. (le fabricant du robinet de commande d'orientation) a apporté une modification au levier du robinet en installant un raccord graisseur et en munissant le pourtour de la bague d'une rainure. Cette modification a été apportée à la demande de la Consolidated Vultee Aircraft Ltd. à la suite de plusieurs rapports faits par des exploitants de Convair 340 et 440, signalant la présence de corrosion et le grippage de la bague à l'intérieur du levier. La Consolidated Vultee Aircraft Ltd. a publié l'information concernant la modification en 1957 dans le bulletin numéro 413. Dans ce bulletin, la compagnie signalait que cette modification serait incorporée lors de la production future du Convair 440, soit vers 1958. Le bulletin ne mentionne pas que la modification est obligatoire. Il est donc fort possible que le robinet de commande d'orientation installé sur le C-GFHH est le modèle installé à l'origine sur les Convair et qu'il n'a pas fait l'objet de la modification.

Les bulletins sont normalement distribués à tous les exploitants du type d'appareil et à tous les OMA concernés, et servent à les aviser de toute modification apportée à un produit aéronautique sans toutefois les obliger à s'y conformer. Lorsqu'une modification est obligatoire pour tous les exploitants ou tous les OMA, une consigne de navigabilité (CN) ou un bulletin de service du constructeur est émis et transmis aux exploitants et aux OMA concernés. Rien n'indique qu'une CN ou qu'un bulletin de service ait été émis à cet égard.

Malgré la modification apportée au levier du robinet de commande d'orientation par le fabricant, il semble qu'aucun amendement démontrant cette modification n'ait été apporté au manuel d'entretien, ni au manuel de révision par la suite. Les schémas du robinet de commande d'orientation présentés dans le manuel d'entretien et dans le manuel de révision ne montrent pas l'emplacement du raccord graisseur sur le levier. Seul le bulletin numéro 413 présente un schéma du raccord graisseur. De plus, les deux manuels ne fournissent aucune instruction écrite sur l'entretien de ce raccord graisseur.

Quatre des cinq Convair exploités par Hydro-Québec étaient équipés d'un robinet de commande d'orientation dont le levier était pourvu d'un raccord graisseur. Le personnel d'entretien d'Hydro-Québec n'a jamais remarqué que le levier du robinet de commande d'orientation installé sur le C-GFHH était différent de ceux

installés sur les quatre autres appareils. De plus, les formulaires d'inspection utilisés par le personnel d'entretien d'Hydro-Québec ne font aucunement mention de l'emplacement ni de l'entretien du raccord graisseur. Même s'il n'y avait aucune instruction précise au sujet de l'entretien du raccord graisseur du levier, le personnel d'entretien a quand même lubrifié les appareils ainsi équipés, puisque la présence du raccord graisseur les incitait automatiquement à le faire.

L'examen du robinet de commande d'orientation a permis de constater les anomalies suivantes :

- il y avait deux rondelles (élément 6, Annexe A) en place plutôt qu'une seule tel que démontré dans le manuel de révision et dans le manuel d'entretien, ce qui avait pour effet d'exercer une résistance supplémentaire sur la bague (élément 7, Annexe A) et sur le levier (élément 13, Annexe A); ce remontage non conforme nuisait au pivotement du levier autour de la bague;
- normalement, lorsqu'une force de 30 à 60 livres est appliquée sur les câbles, le levier doit être en mesure de pivoter librement autour de la bague. Lors de l'essai, il a été impossible de faire pivoter le levier autour de la bague malgré l'application d'une force de 150 livres. Selon le manuel de révision, l'espace libre entre la bague et le levier doit être de 0,001 à 0,003 pouce. De plus, des mesures prises à l'aide d'un vernier ont permis de constater que la bague avait une circonférence supérieure de 0,0005 pouce à celle du trou du levier. C'est donc dire que la bague était plus serrée que la norme à l'intérieur du levier, empêchant ce dernier de pivoter librement;
- les écrous auto-bloquants en nylon (élément 24, Annexe A), à chaque extrémité du piston coulissant (élément 30, Annexe A), montraient des signes d'usure et étaient desserrés au point qu'on pouvait les tourner à l'aide des doigts; le jeu ainsi créé affectait la réaction du piston coulissant au déplacement de la fourchette (élément 12, Annexe A).

Chacune de ces anomalies nuisait au fonctionnement du robinet de commande d'orientation et exerçait une influence défavorable sur le contrôle directionnel de l'appareil au sol.

Analyse

La décision de l'équipage de conduite d'entreprendre le vol au départ de Dorval tout en étant conscient d'un problème de contrôle de direction du train avant au sol est discutable. Vu que le volant d'orientation de la roue de nez n'est utilisé qu'à très basse vitesse lors de la circulation au sol, l'équipage ne s'attendait pas à avoir des problèmes directionnels à l'atterrissage ni au décollage. En effet, pendant ces deux phases, le contrôle directionnel de l'appareil est normalement effectué uniquement à l'aide du gouvernail de direction. De plus, la circulation au sol pourrait être effectuée uniquement à l'aide du freinage différentiel. Toutefois, il ne faut pas qu'il y ait de défektivité mécanique reliée au système directionnel de l'appareil.

Le pilote qui fait face à une situation problématique doit évaluer les risques de chaque solution de rechange afin de pouvoir faire un choix approprié. Dans le cas de cet accident, l'équipage de conduite était conscient du problème avant même de décoller de Dorval et a décidé d'exécuter le vol sans signaler l'anomalie au personnel d'entretien. La base d'entretien des appareils d'Hydro-Québec étant située à Dorval, il aurait été préférable que

l'équipage signale l'anomalie avant le départ. Ceci aurait permis au personnel d'entretien d'examiner la situation et de prendre les mesures nécessaires pour corriger l'anomalie, ou de trouver une solution de rechange acceptable. Il était impossible pour l'équipage de conduite de déceler les anomalies observées sur le robinet de commande d'orientation. Ce fait, combiné aux expériences antérieures au niveau de la difficulté d'utilisation du volant d'orientation de la roue de nez, ne permettait pas à l'équipage de conduite de faire une analyse éclairée du problème et des risques associés.

La communication entre les membres de l'équipage de conduite et le personnel de cabine est essentielle en cas d'urgence afin d'être en mesure d'échanger des informations cruciales sur la sécurité. Le pilote commandant de bord peut exiger que les passagers demeurent assis ou qu'ils évacuent l'appareil. Par ailleurs, le personnel de cabine peut être en mesure d'observer une situation d'urgence qui ne peut être décelée par l'équipage de conduite. Le personnel de cabine doit être capable d'aviser l'équipage de conduite de la situation et de la nécessité d'évacuer l'appareil. En suivant la procédure en cas d'atterrissage brutal, l'équipage a abaissé la barre des interrupteurs jumelés avant d'ordonner l'évacuation; en conséquence, le système de sonorisation et la sonnerie ne pouvaient plus être utilisés, ce qui a retardé le début de l'évacuation par les agents de bord. De plus, la désactivation par inadvertance du système de déploiement automatique de la glissière d'évacuation aurait pu, dans une autre situation, retarder l'évacuation et compromettre la sécurité des passagers.

Le moteur gauche fonctionnait sans hélice. Il émettait un bruit inhabituel, ce qui a créé une certaine confusion lors de l'évacuation. En effet, ce n'est qu'une fois les sorties de secours du côté gauche ouvertes que les membres d'équipage ont constaté que le moteur était en marche et qu'il pouvait être dangereux d'évacuer de ce côté. Malgré l'exécution de la procédure d'urgence publiée dans le manuel de vol pour arrêter les moteurs, il a été impossible d'arrêter le moteur gauche par l'utilisation de la poignée de secours puisque le mécanisme avait été endommagé lors de l'impact. Lorsque le PF a réalisé que le moteur gauche tournait toujours, la tentative d'arrêter le moteur par le biais de la commande de démarrage a été infructueuse parce que l'alimentation électrique avait été interrompue.

Le personnel d'entretien de Precision Aero Components Inc. n'a pas noté l'absence du raccord graisseur sur le levier. Le faible nombre de révisions ou de réparations effectuées par la compagnie dans le passé sur ce genre de robinet offrait donc peu d'opportunités au personnel de faire des comparaisons avec d'autres robinets. De plus, aucun schéma du robinet présenté soit dans le manuel de révision, soit dans le manuel d'entretien, ne démontre l'emplacement d'un raccord graisseur. Puisque le bulletin numéro 413 date de plus de 40 ans, il est possible que celui-ci n'ait pu atteindre tous les OMA ou exploitants de Convair au fil des années. En effet, les changements fréquents de titulaire du certificat de type, en plus de l'absence de support technique de la part du titulaire actuel du certificat de type, ne permettent pas aux OMA, plus spécifiquement les OMA formés depuis peu, d'être mis à jour sur des modifications qui datent parfois de très longtemps.

Le fait que le levier du robinet de commande d'orientation n'était pas muni d'un raccord graisseur n'est pas une anomalie en soi puisqu'il n'existe aucune CN ni aucun bulletin de service exigeant sa présence. Toutefois, l'espace libre entre la bague et le levier n'était pas conforme aux normes spécifiées dans le manuel de révision. Cette anomalie, ainsi que l'absence de lubrification, rendait encore plus difficile le pivotement du levier autour de la bague, nuisant ainsi au fonctionnement du robinet de commande d'orientation. Vu qu'aucun support technique n'est offert par le titulaire du certificat de type du Convair, la compagnie Precision Aero Components Inc. a été privée de renseignements précis au sujet de la réparation et de la révision du robinet de commande d'orientation comme ceux indiqués dans le manuel de révision. L'utilisation du manuel d'entretien au lieu du manuel de révision, lors de la révision et de la réparation, ne permettait pas au personnel d'entretien de

Precision Aero Components Inc. de prendre connaissance d'instructions précises comme l'espace libre entre la bague et le levier, essentiel à son bon fonctionnement.

Les anomalies constatées lors de l'examen du robinet de commande d'orientation démontrent clairement qu'il n'a pas été remonté tel que présenté par les schémas du manuel de révision ou du manuel d'entretien. Le personnel d'entretien de la compagnie Precision Aero Components Inc. a fait très peu de réparations et de révisions de cette pièce en particulier. L'expérience limitée et le manque de formation formelle du personnel d'entretien à l'égard de la réparation ou de la révision du robinet de commande d'orientation ont pu contribuer au remontage non conforme du robinet de commande d'orientation.

Chacune des anomalies constatées lors de l'analyse du robinet de commande d'orientation nuisait à son fonctionnement et exerçait une influence défavorable sur le contrôle directionnel de l'appareil au sol. En effet, la présence de deux rondelles plutôt qu'une seule ainsi que la friction entre la bague et le levier empêchaient le levier de pivoter librement autour de la bague, nuisant ainsi au fonctionnement du robinet de commande d'orientation. De plus, la réutilisation des écrous auto-bloquants en nylon, lors de la réparation, a réduit leur efficacité; ils ont fini par se desserrer, créant un jeu lors du déplacement du robinet de commande d'orientation.

L'enquête a donné lieu au rapport de laboratoire suivant :

LP 106/00 - *Nose-Gear Assembly Examination* (Vérification de l'assemblage de la roue de nez).

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

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le levier du robinet de commande d'orientation n'a pas été remonté selon les normes et les schémas du manuel de révision et du manuel d'entretien : le levier était muni de deux rondelles plutôt qu'une; la bague avait une circonférence supérieure de 0,0005 pouce à celle du trou du levier. Ces deux anomalies ont occasionné une résistance supplémentaire qui nuisait au pivotement du volant d'orientation de l'appareil.
2. Les écrous auto-bloquants en nylon ont été réinstallés lors de la réparation du robinet de commande d'orientation, contrairement à la recommandation qui spécifiait de ne les utiliser qu'une seule fois; ils se sont desserrés à l'usage, causant un jeu dans l'action des pièces du robinet.
3. L'interprétation erronée du problème, ainsi que l'influence des expériences antérieures quant à l'utilisation du volant d'orientation de la roue de nez, a incité l'équipage à effectuer la mission malgré leur souci concernant le contrôle de la direction du train avant de l'aéronef.

Faits établis quant aux risques

1. Le personnel d'entretien de Precision Aero Components Inc. a utilisé le manuel d'entretien (manuel incomplet) pour réviser et réparer le robinet de commande d'orientation plutôt que le manuel de révision, ce qui a contribué au remontage non conforme du robinet.
2. Le levier du robinet de commande d'orientation n'était pas muni d'un raccord graisseur et le pourtour de la bague n'avait pas de rainure permettant d'assurer une lubrification convenable, risquant d'occasionner de la corrosion et le grippage de la bague à l'intérieur du levier.
3. L'expérience limitée et le manque de formation formelle du personnel d'entretien à l'égard de la réparation et de la révision du robinet de commande d'orientation peuvent avoir contribué au remontage non conforme du robinet de commande d'orientation.
4. Le pilote aux commandes a coupé l'alimentation électrique comme l'exige la procédure en cas d'atterrissage brutal; le moteur gauche ne pouvait donc plus être fermé, occasionnant un risque de blessures lors de l'évacuation des passagers.
5. En coupant l'alimentation électrique après la sortie de piste, comme l'exige la procédure en cas d'atterrissage brutal, le pilote aux commandes a coupé l'alimentation nécessaire à l'utilisation du système de sonorisation et de la sonnerie, et l'évacuation n'a pu être annoncée promptement.

6. Le système de déploiement automatique de la glissière d'évacuation a été désactivé par inadvertance, ce qui aurait pu retarder l'évacuation et compromettre la sécurité des passagers.
7. Une fois détachées du moteur, les pales de l'hélice gauche ont pénétré dans le fuselage et ont endommagé un siège inoccupé.

Autres faits établis

1. Les nombreux changements de titulaire du certificat de type du Convair et le manque de support technique de la part du titulaire actuel ont causé des difficultés de maintenance aux exploitants de Convair et aux organismes de maintenance agréés (OMA), plus spécifiquement les OMA formés depuis peu.

Mesures de sécurité

Après l'accident, Hydro-Québec a retiré tous les vérins hydrauliques de direction de ses appareils ainsi que les robinets de commande d'orientation afin de les faire vérifier.

Le certificat de type a été transféré à la compagnie Kelowna Flightcraft Inc. au mois de janvier 2001. De cette façon, les propriétaires et/ou exploitants d'appareils Convair auront accès à un support technique qui était devenu inexistant depuis quelques années.

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 12 février 2002.

Annexe A - Schéma du robinet de commande d'orientation

