

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT AÉRONAUTIQUE

A9700077

INVERSION DE LA COMMANDE DE
COMPENSATION EN TANGAGE

KELOWNA FLIGHTCRAFT LTD.

CONVAIR 340/580 C-GKFO

HAMILTON (ONTARIO)

LE 14 MAI 1997

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

Inversion de la commande de compensation en tangage

Kelowna Flightcraft Ltd.
Convair 340/580 C-GKFO
Hamilton (Ontario)
Le 14 mai 1997

Rapport numéro A97O0077

Sommaire

Le Convair 340/580 portant le numéro de série 78 doit effectuer un vol régulier de transport de poste entre Hamilton (Ontario) et l'aéroport international de Montréal/Mirabel (Québec). Le vol, effectué de nuit selon un plan de vol aux instruments (IFR), décolle à 0 h 29, heure avancée de l'Est (HAE). Pendant la course au décollage, alors qu'il approche de la vitesse d'envol, l'appareil se met en cabré et quitte le sol sans que le commandant de bord ne touche pratiquement aux commandes. Le cabré de l'appareil devient de plus en plus prononcé malgré les efforts du commandant pour corriger la situation. Alors même que la commande de compensation en tangage est réglée à plein piqué et que les pilotes agissent de toutes leurs forces sur les commandes, le nez de l'appareil continue de s'élever. Les deux pilotes doivent pousser des deux pieds sur le manche pour garder la maîtrise de l'assiette en tangage de l'appareil. Après avoir essayé différentes configurations de puissance et de braquage des volets, ils finissent par se rendre compte qu'ils peuvent faire redescendre l'appareil en faisant des virages peu serrés. Après avoir averti le contrôle de la circulation aérienne (ATC) de Hamilton qu'ils ont des problèmes avec les commandes et avoir demandé la présence des véhicules de secours à l'atterrissage, les membres de l'équipage reviennent se poser à Hamilton. L'appareil se pose sans autre incident à 0 h 43 sur la piste 24 avant l'arrivée des véhicules de secours. L'incident n'a fait aucun blessé ni aucun dommage.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

L'équipage est arrivé à la base d'Ontario Flightcraft sur l'aéroport de Hamilton dans la soirée du 13 mai 1997 pour planifier un vol régulier de transport de poste entre Hamilton et Halifax (Nouvelle-Écosse) via Montréal (Québec). La charge se trouvait déjà à bord de l'appareil. L'équipage a vérifié la documentation de vol, y compris la masse et le centrage, le carnet de route de l'avion et le plan de vol avant d'embarquer à bord de l'appareil. L'équipage a remarqué que l'appareil avait subi d'importants travaux de maintenance dont certains sur la gouverne de profondeur et le compensateur de profondeur.

Les pilotes en général estiment que le Convair a des commandes très dures. La première anomalie est survenue durant la course au décollage, quand l'appareil, ayant atteint V_r (vitesse de rotation), a presque quitté le sol de lui-même. Le commandant, qui était le pilote aux commandes, a immédiatement augmenté la compensation en piqué de l'appareil. Alors que l'appareil prenait son envol et gagnait de la vitesse, le cabré s'est accentué avec une force telle que le pilote a dû exercer une forte pression sur le manche pour maintenir une assiette en tangage de montée normale. Le pilote, qui continuait d'augmenter la compensation en piqué, a alors remarqué que la tendance à cabrer s'accroissait à mesure que l'appareil accélétait. Étant arrivé au maximum de la compensation en piqué, il a demandé au copilote de lui prêter main-forte. Les deux membres d'équipage ont conclu qu'il s'agissait d'un problème de centrage dû à une mauvaise répartition de la charge ou à un déplacement de la charge durant le décollage.

Le copilote (un commandant de bord instructeur qualifié) a immédiatement détaché sa ceinture de sécurité et a calé ses deux pieds sur le manche en vue d'exercer une plus grande pression vers l'avant sur le manche. Le commandant de bord a également appuyé sur le manche avec ses pieds. L'appareil a atteint une altitude d'environ 6 700 pieds au-dessus du niveau de la mer (6 000 pieds au-dessus du sol). En appuyant sur le manche avec ses pieds, le commandant a été capable de faire effectuer plusieurs virages à l'appareil. L'équipage a essayé diverses configurations de puissance des moteurs et il a rentré et sorti le train d'atterrissage et les volets, mais cela n'a pas eu d'effet sur le cabré de l'appareil. Finalement, le train d'atterrissage a été laissé en position sortie et les volets ont été braqués à 10 degrés.

Étant donné que l'avion ne suivait pas l'itinéraire de départ normalisé aux instruments (SID), l'ATC a demandé à l'équipage quelles étaient ses intentions. L'équipage a mis du temps à répondre mais a finalement indiqué qu'il avait des problèmes avec les commandes de vol et que l'avion revenait se poser sur la piste 30R. Quand le contrôleur a demandé aux pilotes quels types de problème ils avaient, le copilote a répondu qu'ils étaient trop occupés pour expliquer la situation. Alors que l'appareil tournait au-dessus de l'aéroport, le commandant s'est aperçu qu'il ne voyait pas les gyrophares des véhicules de secours au sol. Le contrôleur l'a informé que le service 911 avait été appelé et que les véhicules de secours étaient en route.

Pendant qu'il faisait virer l'appareil, l'équipage s'est aperçu que le nez de l'appareil s'abaissait et que l'appareil descendait quand l'angle d'inclinaison latérale était supérieur à 10 degrés. Grâce à cette technique, l'équipage a réussi à ramener l'avion et à l'aligner sur la piste 24 pour l'atterrissage. En courte finale, alors que l'appareil s'apprêtait à franchir le seuil de piste, le commandant a retiré ses pieds du manche pour assurer le contrôle de l'avion avec ses mains durant l'atterrissage. Cette manoeuvre a réduit la pression exercée sur le manche et le pilote a pu faire l'arrondi en vue de l'atterrissage. Le toucher des roues a été dur, mais l'équipage a réussi à immobiliser l'avion sur la piste 24. Les véhicules de secours n'étaient pas encore arrivés à l'aéroport. Une fois au sol, l'appareil a roulé normalement jusqu'au hangar de la compagnie Ontario Flightcraft.

Au hangar, on a inspecté la charge, on a refait les calculs de masse et centrage et le chargement a été pesé de nouveau. Les calculs ont révélé que la masse et le centrage de l'appareil étaient dans les limites prescrites. Un examen plus poussé de l'avion a révélé que le tab de profondeur était en position plein cabré et qu'il se déplaçait dans le sens inverse du volant de trim et de l'indicateur de compensation du poste de pilotage. Ni la structure ni aucun autre composant de l'appareil n'ont été endommagés.

Le commandant travaillait pour cette compagnie depuis environ deux ans. Il totalisait quelque 8 000 heures de vol, dont 25 sur des Convair 580 et 5800. Il avait acquis la plus grande partie de son expérience comme premier et second officier sur Boeing 727. Il venait de passer commandant de bord sur Convair. Pour lui, le vol était une vérification de compétence en route.

Le copilote était un commandant de bord instructeur sur Convair. Il totalisait 16 500 heures de vol, dont 5 500 sur Convair.

Kelowna Flightcraft Ltd. exploitait une base de maintenance à Hamilton depuis trois ans. La base de maintenance venait d'être agrandie parce que la compagnie effectuait des travaux pour le compte de Greyhound Air et en raison de la croissance rapide du transport de poste. Cette croissance demandait l'embauche de personnel; cependant, la compagnie avait constaté qu'il n'y avait pas beaucoup de techniciens d'entretien d'aéronef (TEA) brevetés disponibles et elle avait décidé d'embaucher des apprentis. Aucun règlement ne stipule le nombre de techniciens brevetés que peut compter une compagnie par rapport au nombre d'apprentis. Plus de la moitié des employés de la base de Hamilton était des apprentis techniciens. Au moment de l'incident, le service de maintenance de la base de Hamilton comptait environ 110 employés, dont 36 participaient directement à la maintenance en ligne des aéronefs. Le personnel de la maintenance en ligne comprenait 4 équipes de 9 personnes qui devaient assurer le service 24 heures sur 24. Pour ce faire, les équipes effectuaient à tour de rôle des quarts de 10 heures. Les travaux de maintenance liés à l'incident ont été effectués durant la deuxième et la troisième nuit d'un cycle de travail s'étendant sur quatre nuits. L'équipe effectuait le quart de nuit depuis cinq semaines. L'équipe avait été en congé du 6 au 8 mai et avait recommencé à travailler de nuit le 9 mai. Il s'agissait de son dernier cycle de nuit avant de retourner à un cycle de jour.

L'appareil en cause dans l'incident est un Convair 440 qui a été converti en Convair 580 en vertu d'un certificat de type supplémentaire. Il s'agit d'un appareil ancien pour lequel la compagnie n'avait pas encore élaboré un jeu complet de fiches de tâches ni de fiches de travail. Au 10 mai 1997, l'appareil totalisait 70 883,3 heures de vol (110 707 cycles). Il était arrivé à la base de maintenance de Hamilton cinq jours avant le jour de l'incident pour faire l'objet de divers travaux de maintenance. Il devait, entre autres, faire l'objet d'essais non destructifs à la recherche de corrosion et de criques. Ces essais non destructifs faisaient partie d'un programme continu d'inspection des appareils vieillissants. Dans le cadre de l'inspection, les ferrures d'attache des stabilisateurs de l'avion devaient faire l'objet d'une inspection aux ultrasons et d'une inspection radiographique. L'inspection radiographique n'a révélé rien d'anormal, mais l'inspection aux ultrasons a révélé qu'une des ferrures d'attache présentait une anomalie. La gouverne de profondeur et le stabilisateur droits ont alors été enlevés de l'appareil pour faire un examen visuel des ferrures. La gouverne de profondeur et le stabilisateur ont été retirés en bloc, ce qui signifie que seuls les boulons de fixation de la gouverne de profondeur et du stabilisateur ainsi que les câbles de commande du compensateur de profondeur ont été défaits. Les câbles du compensateur de profondeur n'ont pas été marqués lors du démontage. La procédure de marquage ne figure pas dans le manuel de maintenance, mais l'industrie estime que c'est une bonne méthode de travail. Une fois le stabilisateur enlevé, on a constaté que la patte de fixation de la ferrure était légèrement corrodée. La ferrure a été réparée, et le stabilisateur et la gouverne de profondeur ont été réinstallés dans l'avion.

Le moment venu de faire l'installation du stabilisateur, l'équipe de maintenance qui avait enlevé le stabilisateur n'était pas disponible. L'équipe qui était de quart au moment de terminer l'opération comprenait habituellement un chef d'équipe, deux TEA principaux et six apprentis. Toutefois, au début des travaux de réinstallation du stabilisateur, un des techniciens principaux était absent parce qu'il avait demandé un jour de congé et le second était absent, ayant appelé plus tôt pour signaler qu'il était malade. L'équipe était donc réduite à un chef d'équipe et à six apprentis. Le chef d'équipe, un type énergique, paternaliste et prêt à participer aux travaux, a surveillé étroitement l'opération. Il a pris deux des apprentis et leur a montré comment installer le stabilisateur et la gouverne de profondeur. Il a ensuite emmené un autre apprenti dans la queue de l'appareil pour raccorder les câbles du compensateur de profondeur. Le chef d'équipe a sélectionné les câbles, et l'apprenti a installé les tendeurs. Puis le chef d'équipe a expliqué aux apprentis comment régler le couple des boulons et la tension des câbles et les a laissés s'acquitter de ces tâches. Le chef d'équipe croyait qu'il devait aider les apprentis à installer et à inspecter le stabilisateur, la gouverne de profondeur et le compensateur de profondeur, ce qui est une tâche de routine bien qu'elle soit importante. Les apprentis, au contraire, croyaient que leur tâche consistait à prêter main-forte au chef d'équipe qui était responsable de l'opération. Les travaux de réinstallation de la gouverne de profondeur et du stabilisateur ont été achevés durant le quart de nuit du dimanche 11 mai 1997. La nuit suivante, les deux TEA principaux étaient de retour au travail, et l'équipe était de nouveau au complet. Durant ce quart, le chef d'équipe a ordonné à l'un des TEA de faire une « inspection indépendante » des travaux effectués. Après s'être acquitté de cette tâche, le TEA a signalé aux apprentis certains points qui devaient être corrigés, entre autres, il y avait des goupilles fendues et des brides de fixation manquantes, un écrou n'était pas suffisamment serré sur son boulon et il y avait un fil frein d'un diamètre insuffisant. Les apprentis ont corrigé ces erreurs et ont demandé qu'on vérifie leur travail. Toutefois, le TEA était occupé à d'autres tâches et n'a pas pu vérifier le travail effectué avant la fin du quart; de plus, il n'a bénéficié d'aucune aide pour faire l'inspection. Les points signalés ayant été corrigés de façon satisfaisante, le TEA a tourné le volant de compensation à fond, en piqué puis en cabré pour s'assurer que le dispositif n'était pas coincé. Il a alors remarqué que le compensateur de profondeur était en compensation maximale quand il tournait la commande de compensation à plein piqué ou à plein cabré et qu'il revenait au point neutre quand il mettait la commande au point neutre. Le tab de profondeur ne peut être vu du poste de pilotage. Il lui fallait donc régler la commande dans le poste de pilotage, puis sortir de l'avion et faire le tour de l'appareil pour vérifier la position du tab.

Les câbles du tab de profondeur courent, côte à côte, sous le plancher, le long du fuselage jusqu'à la queue de l'appareil où ils se dirigent alors vers le haut en direction de la cloison arrière. Au niveau de cette cloison, les câbles partent ensuite sur la droite et sont désormais l'un au-dessus de l'autre (le câble intérieur devenant le câble supérieur) le long du longeron jusque dans le stabilisateur droit. Ce changement de configuration (côte à côte puis l'un au-dessus de l'autre), qui fait que les câbles ne sont pas parallèles au moment où ils se dirigent vers le haut en direction de la cloison arrière, se traduit sur les schémas du manuel de maintenance de l'appareil par le fait que les deux câbles semblent converger vers un point situé au niveau des poulies de la cloison arrière. Deux tendeurs situés à mi-chemin de la section ascendante du câblage se trouvent à l'arrière de l'appareil et permettent de défaire ces câbles si le débranchement de la commande de compensation s'avère nécessaire. Le schéma de pose du câblage dans le manuel de maintenance de l'appareil est en deux dimensions et ne montre pas clairement que les câbles ne doivent pas se croiser s'ils sont correctement installés.

À la fin du quart, le technicien principal a aidé le chef d'équipe à remplir le carnet de route de l'appareil. D'après le carnet de route de l'appareil, le stabilisateur et la gouverne de profondeur ont été installés et leur réglage vérifié en se référant au manuel de maintenance alors que personne n'avait, en fait, vérifié le réglage. Le chef d'équipe avait demandé à un apprenti de suivre la procédure de réglage précisée dans le manuel de maintenance et avait insisté sur deux points particuliers : faire attention au réglage de la tension des câbles et ne pas oublier le contrôle dimensionnel. L'apprenti avait compris qu'on lui demandait de vérifier la tension et la dimension des câbles, ce qu'il a fait. Le réglage n'a donc pas été effectué de façon satisfaisante.

L'enquête a révélé que le TEA a contresigné l'opération de maintenance alors qu'il avait, en fait, effectué l'« inspection indépendante » tandis que le chef d'équipe, qui avait surveillé l'opération, a contresigné l'« inspection indépendante ». Cette inversion s'est produite en fin de quart alors que les deux TEA remplissaient et contresignaient les carnets de nombreux appareils. Ces deux TEA, qui avaient une confiance réciproque dans leur travail, ont simplement contresigné les travaux effectués par l'équipe sans se préoccuper de savoir s'ils y avaient participé. L'ancien article 571.209 du *Manuel de navigabilité* stipulait que l'inspection indépendante devait être effectuée par une personne qui n'avait, en aucune façon, participé à l'opération inspectée.

L'incident s'est produit à un moment où la base de Hamilton connaissait des changements de direction. La nature et la complexité des travaux effectués à Hamilton ayant changé, Kelowna Flightcraft Ltd. avait senti le besoin de nommer un nouveau directeur. L'une des premières initiatives du nouveau directeur avait été de modifier l'horaire des quarts. Néanmoins, l'ancien horaire de quart, généralement peu apprécié des employés, était toujours en vigueur au moment de l'incident. Cet ancien horaire de quart complexe se déroulait sur huit semaines et comprenait des périodes de travail de 4 à 7 jours consécutifs suivies de périodes de congé de 3 à 6 jours. Chaque quart durait 10 heures. Dans le cas de l'incident qui nous intéresse, le compensateur de profondeur avait été réinstallé par une équipe qui effectuait son dernier quart de nuit après avoir assuré le quart de nuit pendant cinq semaines. (Le raccordement du câble de commande a été effectué entre 3 h et 5 h¹, ce qui correspond à un creux du cycle circadien normal.)

Kelowna Flightcraft Ltd. possède de nombreuses bases au Canada et toutes font des travaux de maintenance en ligne. La compagnie a adopté un système de contrôle de la maintenance centralisé qui fait que la planification de la maintenance est organisée au siège social de la compagnie à Kelowna (Colombie-Britannique). Une liste détaillant les travaux devant être faits sur un aéronef était envoyée par télécopieur à la base où se trouvait l'appareil. À la fin du quart, la base devait renvoyer, par télécopieur, au bureau de contrôle de la maintenance, une liste détaillée des travaux effectués. Des fiches étaient utilisées pour préciser le travail à effectuer dans le cadre des vérifications planifiées régulières. La maintenance non planifiée était accomplie en se référant au manuel de maintenance de la compagnie. Le stabilisateur de l'avion en cause dans l'incident avait été enlevé et réinstallé cette nuit-là en se référant à ce manuel.

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

La formation initiale des nouveaux apprentis se réduisait à l'étude individuelle de la politique et du manuel de procédures de la compagnie. Le chef d'équipe et le technicien principal étaient responsables de la formation en cours d'emploi et devaient s'assurer que les apprentis apprenaient les différentes tâches que l'on pouvait leur demander d'effectuer. Les techniciens brevetés recevaient de la formation sur type qui leur permettait de se qualifier sur les divers types d'aéronefs exploités par la compagnie. Le chef d'équipe n'avait reçu aucune formation pour l'aider à s'acquitter de ses tâches de supervision et de formation.

Une « inspection indépendante » est obligatoire en vertu du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) en raison des conséquences graves que peut avoir une intervention de maintenance sur les commandes de vol ou sur les commandes moteur. L'article 571.10 des Normes du RAC stipule que tout travail qui déranger les commandes du moteur ou les commandes de vol doit être inspecté par au moins deux personnes pour en vérifier l'assemblage, le verrouillage et le sens de fonctionnement, et que le dossier technique contient les signatures des deux personnes en cause. Note d'information : *L'une de ces deux personnes peut être la personne qui signe la certification après maintenance.*

L'« inspection indépendante » exige de vérifier que les déplacements se font bien dans le bon sens (c'est-à-dire que le compensateur se déplace dans la direction désirée) mais non de vérifier la plage de déplacement. Il n'est pas possible, sur cet appareil, d'observer du poste de pilotage le déplacement du tab de profondeur. Pour faire l'« inspection indépendante », le TEA a donc placé la commande du compensateur dans différentes positions, à savoir plein cabré, plein piqué et point neutre, et, à trois reprises, il a dû aller à l'arrière de l'appareil observer la position du tab de profondeur. Le tab de profondeur se déplace dans le sens inverse de la gouverne de profondeur. Déplacer la commande de compensation en piqué tend à relever le bord de fuite du tab tandis que déplacer la commande de compensation en cabré tend à abaisser le bord de fuite du tab. Aucune des personnes qui a travaillé sur ce dispositif n'a utilisé le compensateur de profondeur pour vérifier s'il était bien réglé.

L'équipage de conduite savait que la gouverne de profondeur et le compensateur de profondeur avaient fait l'objet de travaux de maintenance mais, comme il s'agissait d'un vol de transport de fret, la tendance au cabré de l'appareil a rapidement été attribuée à un problème de répartition de la charge plutôt qu'à un problème de commande de vol.

Les véhicules de secours ne sont pas arrivés immédiatement sur les lieux, car l'aéroport ne dispose pas de personnel d'intervention d'urgence (SIU) la nuit. L'aéroport de Hamilton dispose d'un service SIU de 7 h à 23 h 30, après quoi il doit faire appel au Service des incendies de Glanford.

L'appareil était équipé d'un interphone avec micro pour faciliter les communications de l'équipage. Pour communiquer sur les ondes VHF (très hautes fréquences), le pilote devait appuyer sur un bouton commutateur « parole » (PTT) et le maintenir enfoncé. Le bouton PTT se trouve généralement sur le volant du pilote mais, sur cet appareil, il se trouve sur un boîtier d'interphone qui est monté sur un panneau du poste de pilotage à côté des sièges des pilotes. Pour utiliser le bouton PTT, les pilotes doivent donc enlever une main, la gauche pour le pilote, la droite pour le copilote, du manche.

Analyse

Les professionnels de la maintenance aéronautique doivent posséder de très nombreuses compétences et ils sont soumis à diverses pressions; ils doivent entre autres maintenir les avions en état de navigabilité et de générer des revenus, travailler en soirée avec des délais serrés, assurer la maintenance d'une flotte vieillissante et composer avec d'autres facteurs de stress qui affectent leur rendement. La hantise de tout professionnel de la maintenance (surveillant, TEA, apprenti ou inspecteur) est qu'une erreur ne soit pas décelée avant de causer un accident. Les conséquences graves d'une erreur d'installation ou de réglage des commandes de vol ou des commandes moteur sont bien connues de l'industrie et de Transports Canada; c'est pourquoi la maintenance des commandes moteur et des commandes de vol fait l'objet d'un traitement différent des autres travaux de maintenance. L'obligation, pour une seconde personne, d'inspecter, en bonne et due forme, le travail accompli a pour objet d'empêcher qu'un appareil ne soit remis en service avec des commandes défectueuses. Dans le cas qui nous intéresse, cinq personnes avaient participé à l'installation, au réglage et à la vérification du système de compensation de l'appareil et, pourtant, l'avion a été remis en service avec le compensateur de profondeur inversé.

La tâche consistant à raccorder les câbles de commande est, en soi, très simple. Il n'y a que deux câbles et il ne faut pas une formation très poussée pour comprendre le fonctionnement du dispositif et les conséquences malheureuses que peut avoir le fait d'inverser ces câbles. L'analyse s'intéressera donc aux circonstances qui ont fait que l'appareil a été remis en service avec le compensateur de profondeur inversé bien que cinq professionnels de la maintenance aéronautique (avec des niveaux d'expérience différents) aient travaillé sur le dispositif.

Ce que l'équipe de maintenance devait faire pour réinstaller le stabilisateur et la gouverne de profondeur n'était pas compliqué sur le plan technique. Il s'agissait de remettre en place le stabilisateur et la gouverne de profondeur ainsi que les boulons de fixation puis de raccorder et de tendre les câbles du compensateur de profondeur. Ce travail était suffisamment simple pour que le chef d'équipe se permette de le confier à deux apprentis sans les surveiller constamment. Néanmoins, des facteurs apparemment insignifiants se sont réunis et ont fait que des erreurs étaient plus susceptibles de se produire lors des travaux.

En premier lieu, l'équipe assurait le quart de nuit depuis plusieurs semaines. Les employés reprenant l'horaire de jour régulier durant leurs jours de congé. Ils avaient changé de rythme de sommeil à cinq reprises dans les cinq dernières semaines, passant sans cesse de l'horaire de jour à l'horaire de nuit. La vérification des ferrures a été faite durant un creux du cycle circadien, alors que le niveau de vigilance des personnes concernées était affaiblie, ce qui permet de penser que la fatigue a pu jouer un rôle dans l'incident.² Aucun des membres de l'équipe n'était conscient des effets négatifs du travail de quart sur le rendement. Le chef d'équipe devait, cette nuit-là, s'occuper de la répartition du travail de six apprentis et devait surveiller leur travail, ce qui lui demandait de redoubler de vigilance et d'attention. Les apprentis, malgré leur peu d'expérience, devaient effectuer des tâches précises. Il était plus difficile pour eux, en raison de la fatigue, d'envisager le projet dans son ensemble que de comprendre et de s'acquitter d'une tâche unique. Mais, même durant l'exécution de ces tâches individuelles, la fatigue et/ou un certain laisser-aller avait donné lieu à quelques erreurs d'installation relativement mineures que le technicien principal avait décelé lors de sa première inspection.

² M. Moore-Ede, *The Twenty-Four-Hour-Society*, New York, Addison-Wesley Publishing Company, 1993.

R.M. Coleman, *Wide Awake at 3:00 a.m., By Choice or by Chance?*, New York, W.H. Freeman & Company, 1986.

La compagnie n'avait pas encore élaboré de jeu complet de fiches de travail ni de fiches de tâches pour l'avion qui était un modèle ancien. Tous les travaux de maintenance étaient effectués en se référant au manuel de maintenance de l'appareil. Le manuel de maintenance renferme des instructions détaillées sur la façon d'enlever et d'installer la gouverne de profondeur de même que sur la façon d'enlever et d'installer le stabilisateur, mais il ne contient aucune instruction sur la façon d'enlever et d'installer le stabilisateur et la gouverne de profondeur en bloc. Il faut donc faire preuve d'une certaine capacité d'interprétation. Quand il a raccordé les câbles de commande, le chef d'équipe ne disposait d'aucune aide concrète lui permettant de savoir quels câbles il devait raccorder ensemble. Les câbles étaient identiques; les tendeurs n'étaient pas suffisamment décalés pour empêcher un mauvais raccordement, et les câbles n'avaient pas été marqués lors du démontage. Le chef d'équipe a donc dû se fier à son intuition, et il a cru qu'il avait bien raccordé les câbles. S'il avait examiné le schéma, en deux dimensions, de l'installation du câblage dans le manuel de maintenance de l'appareil, cela ne lui aurait pas permis de voir au premier coup d'oeil que les câbles, quand ils sont bien montés, ne se croisent pas. D'ailleurs, après l'incident, certains ont cru que les câbles étaient inversés alors qu'ils ne l'étaient pas et vice versa. À ce faux sentiment de sécurité s'est ajouté le fait qu'il savait que, une fois les câbles raccordés, le réglage des câbles ferait l'objet d'une « inspection indépendante ». Et il est vrai qu'il a demandé à deux personnes, au TEA puis plus tard à un apprenti, de vérifier le dispositif.

Le fait que le chef d'équipe a participé aux travaux dans le cadre de ses fonctions de surveillant a peut-être accéléré le travail mais il a empêché les apprentis qui travaillaient sur le dispositif d'avoir une vue d'ensemble des tâches qu'ils accomplissaient. Bien qu'ils étaient en formation, les apprentis n'ont pas bénéficié d'instructions techniques formelles et n'ont reçu que peu de conseils techniques informels. Dans le cas qui nous intéresse, on ne leur a pas expliqué comment faire pour savoir quelles extrémités de câble il fallait raccorder ensemble ou comment s'assurer, après coup, que les câbles étaient bien raccordés. Le chef d'équipe a commencé le travail puis a demandé aux apprentis de le terminer. Les deux apprentis ont fait le travail comme ils pensaient qu'il devait être fait, mais ils ne se considéraient pas responsables de l'installation dans son ensemble. Le même type de malentendu s'est également produit quand on a confié la vérification du réglage à un troisième apprenti. L'apprenti n'a pas bien compris ce qu'il devait faire et ne comprenait pas bien l'importance de faire le réglage des commandes. Il ne s'est préoccupé que de deux tâches qui ne constituaient qu'une petite partie de la procédure de réglage en tant que telle.

Un autre facteur important ayant joué un rôle dans l'incident est la qualité et l'étendue de la formation du personnel. Les apprentis qui ont effectué la plus grande partie du travail d'installation n'avaient jamais effectué ce type de travail, chose que le chef d'équipe ne savait pas. La formation continue et progressive des apprentis n'était pas un processus officiel, et il aurait fallu que les apprentis lui disent qu'ils n'avaient jamais fait ce type de travail. Le chef d'équipe qui devait surveiller et former les apprentis n'avait jamais reçu de formation à la supervision. La formation sur les questions non techniques, comme les qualités que doit posséder un surveillant et les communications inter-personnelles, sont encore choses rares dans le milieu de la maintenance aéronautique.

Le RAC stipule que deux personnes doivent inspecter l'assemblage, le verrouillage et le sens de déplacement de la commande puis signer le carnet de route de l'aéronef. Rien ne stipule que ces deux personnes ne doivent pas avoir participé au travail vérifié. Le TEA qui a effectué l'« inspection indépendante » n'a pas remarqué l'inversion. Deux problèmes se posent au regard de cette vérification : l'un concerne son caractère indépendant et l'autre sa portée. L'ancien article 571.209 du *Manuel de navigabilité* stipulait que la vérification indépendante devait être effectuée par une personne qui n'avait, en aucune façon, participé à l'opération inspectée. Cette personne, abordant ainsi la vérification avec un regard neuf, était donc plus à même de déceler des choses négligées par la personne qui s'était acquittée de la tâche. Elle était aussi incitée à s'assurer que le travail avait été bien fait car sa signature dans le carnet de route de l'aéronef indiquait qu'elle devait assumer la responsabilité d'un travail qu'elle n'avait pas accompli. Dans les faits, le travail accompli est souvent contresigné par l'un des TEA qui s'acquitte de la tâche et l'« inspection indépendante » est contresignée par une autre personne ayant participé à la tâche. Le laisser-faire, en matière de signature de l'« inspection indépendante », est évident dans le cas de cet incident. Les deux TEA se sont souciés surtout du fait que leurs signatures devaient figurer dans le carnet de route et ont accordé peu d'importance aux tâches que chacun contresignait. Chaque TEA s'est contenté de signer l'une des cases vides du carnet de route, sans se soucier de savoir qui avait effectué le travail ou qui l'avait inspecté. Toutefois, l'inspection est aussi en cause. L'inspection était censée permettre de vérifier l'assemblage, le verrouillage et le sens de déplacement du dispositif. Le TEA a bien vérifié l'assemblage et le verrouillage et, après avoir décelé quelques anomalies, il les a corrigées. Il savait que les travaux avaient été faits par des apprentis. Il a alors effectué une inspection très sommaire du système, en vérifiant visuellement que le tab pouvait être mis en compensation maximale et en s'assurant que les tendeurs ne se prenaient pas dans les poulies. Néanmoins, comme il n'avait personne pour l'aider, il lui a été plus difficile de vérifier de façon satisfaisante le sens et la plage de déplacement du compensateur de profondeur de l'appareil.

Le commandant possédait la licence et les qualifications nécessaires au vol, mais il avait très peu d'expérience sur Convair. En vérifiant le carnet de route de l'avion avant le vol, il a remarqué l'envergure des travaux de maintenance faits sur l'appareil, mais au lieu de redouter d'éventuels problèmes, il s'est senti rassuré de constater que l'appareil était maintenu en si bon état. Quand l'appareil a commencé à se cabrer durant la course au décollage, l'équipage a cru à tort qu'il s'agissait d'un problème de centrage et non d'un problème de réglage de compensation.

Faits établis

1. Quatre équipes assuraient la maintenance, 24 heures sur 24, en fonction d'un système de quarts compliqué. L'équipe de maintenance en cause dans l'incident assurait le quart de nuit depuis cinq semaines. Elle en était à sa deuxième et à sa troisième nuit d'une série de quatre.
2. L'équipe de maintenance comprenait trois TEA brevetés et six apprentis. La nuit où les câbles ont été raccordés, deux des TEA brevetés n'étaient pas au travail.
- 3.
4. Le stabilisateur et la gouverne de profondeur de l'avion ont été enlevés par une équipe de maintenance, et la réinstallation a été faite par une autre équipe.
5. Les câbles du compensateur de profondeur n'ont pas été marqués lors du démontage de sorte qu'il était difficile de les identifier au moment de les remonter.

6. Les câbles du compensateur de profondeur ont été croisés lors du remontage car le chef d'équipe ne les a pas marqués pour permettre de les distinguer.
7. Le TEA qui a fait l'inspection finale du dispositif a fait l'inspection seul. Pour cette raison, il s'est contenté de déplacer le volant de compensation et d'observer le déplacement des surfaces. Il n'a pas remarqué que le tab se déplaçait dans le sens inverse à celui indiqué dans le poste de pilotage.
8. Le TEA qui a inspecté le dispositif a signé le carnet de route de l'avion en tant que personne qui s'était acquittée de la tâche, et le chef d'équipe a signé le carnet de route en tant que personne qui avait inspecté le travail accompli.
9. Le carnet de route de l'avion indiquait que le système de compensation en tangage avait été réglé alors qu'il n'avait été que raccordé.
10. La compagnie ne disposait pas d'un jeu complet de fiches pour tous les travaux de maintenance pouvant se présenter. Pour s'acquitter de cette tâche de maintenance, l'équipe devait se référer au manuel de maintenance de l'appareil.
11. Le schéma du câblage de la commande de compensation en tangage figurant dans le manuel de maintenance de l'appareil est ambigu, et l'on peut être porté à croire que les câbles du compensateur de profondeur doivent être croisés.
12. La compagnie donnait une formation technique adéquate aux TEA brevetés, mais les apprentis ne recevaient pas de formation. Les chefs d'équipe ne recevaient pas de formation sur les facteurs humains ni de formation à la supervision. Aucun règlement ne stipule que cette formation est obligatoire.
13. L'article 571.10 du RAC stipule que deux personnes doivent inspecter tout travail qui peut avoir dérangé les commandes moteur ou les commandes de vol (ce que l'on appelle couramment l'inspection indépendante ou l'inspection double). Aucun critère ne définit qui peuvent être, ou ne pas être, ces personnes.
14. L'article 571.10 du RAC ne stipule pas que la plage de déplacement des commandes doit être vérifiée.
15. Les services d'intervention d'urgence de l'aéroport n'étaient pas disponibles car, après minuit, l'aéroport fait appel au service municipal des incendies en cas de risque d'écrasement avec incendie.
16. Pour émettre sur la radio VHF à deux voies, les membres de l'équipage devaient enlever une main du manche pour enfoncer le bouton PTT.
17. Le commandant avait peu d'expérience sur type; de plus, l'équipage croyait qu'il s'agissait d'un problème de centrage dû au déplacement de la charge. Résultat : l'équipage s'est trompé dans son diagnostic et n'a pas identifié la cause véritable du problème de compensation.

Causes et facteurs contributifs

L'appareil a été remis en service avec un compensateur de profondeur dont les commandes avaient été inversées à la suite de plusieurs erreurs de maintenance. Facteurs contributifs : le chef d'équipe a inversé les câbles de commande du compensateur de profondeur; le TEA qui a été chargé d'inspecter le travail par la suite n'a pas bien vérifié le sens de déplacement des commandes et du tab de profondeur.

Mesures de sécurité

À la suite de l'incident, Kelowna Flightcraft Ltd. a changé l'horaire de ses quarts de travail et a adopté un horaire plus pratique qui s'échelonne sur deux semaines.

Kelowna Flightcraft Ltd. a modifié son programme de formation de sorte qu'il comprend dorénavant de la formation à la supervision pour ses chefs d'équipe et de la formation sur les facteurs humains à l'intention de tous les TEA.

Kelowna Flightcraft Ltd. a modifié l'inspection indépendante des commandes de vol; l'inspection comprend maintenant une inspection par un membre d'équipage qualifié qui doit contresigner le carnet de route de l'aéronef.

À la suite de l'incident, Kelowna Flightcraft Ltd. a modifié l'appareil de sorte que le bouton PTT se trouve dorénavant sur le manche.

Kelowna Flightcraft Ltd. a pris conscience du risque d'inverser les câbles du compensateur de profondeur. C'est pourquoi elle s'assurera que, lors des prochains développements du modèle 5800, les câbles du compensateur de profondeur sont suffisamment décalés pour qu'il soit impossible de les inverser au moment du raccordement.

Kelowna Flightcraft Ltd. est en train de rédiger des fiches de tâches à exécuter dans le cadre de l'enlèvement des dispositifs. Ces fiches comporteront un avertissement relatif au raccordement des câbles du compensateur de profondeur.

Transports Canada a publié l'Avis de navigabilité N° C010, 1^{re} édition, daté du 10 octobre 1997, intitulé *Inspections des systèmes de commande*, qui définit la réglementation applicable à la maintenance des commandes moteur et des commandes de vol et rappelle les normes applicables à la maintenance des systèmes de commande. L'avis insiste sur le fait que la personne qui s'acquitte de la vérification double (ou indépendante) ne doit pas avoir participé au travail vérifié et que l'inspection doit comprendre une vérification de la plage de déplacement des commandes.

Dans le numéro 4/97 du bulletin *Sécurité aérienne - Mainteneur* de Transports Canada, l'article intitulé « Au pays des commandes mal raccordées » relate les circonstances d'un autre accident dû à des commandes inversées (Rapport n° A97C0089 du BST) et cherche à savoir pourquoi tant de gens n'accordent pas plus d'importance à l'intégrité des commandes de vol. L'article invite le lecteur à élaborer une méthode qui permettrait de tirer profit de tous les outils disponibles et permettrait d'éviter toute négligence pouvant se traduire par un mauvais réglage des commandes.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet incident. La publication de ce rapport a été autorisée le 13 janvier 2000 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Jonathan Seymour, Charles Simpson, W.A. Tadros et Henry Wright.