

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A09O0073



IMPACT DE LA PARTIE ARRIÈRE DU FUSELAGE

**DU BOMBARDIER DHC-8-402 C-GLQD
EXPLOITÉ PAR PORTER AIRLINES INC.
À L'AÉROPORT INTERNATIONAL
D'OTTAWA/MACDONALD-CARTIER
À OTTAWA (ONTARIO)
LE 22 AVRIL 2009**

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête aéronautique

Impact de la partie arrière du fuselage

du Bombardier DHC-8-402 C-GLQD
exploité par Porter Airlines inc.
à l'aéroport international
d'Ottawa/Macdonald-Cartier
à Ottawa (Ontario)
le 22 avril 2009

Rapport numéro A09O0073

Sommaire

Le Bombardier DHC-8-402 (immatriculation C-GLQD, numéro de série 4138), exploité par Porter Airlines inc. et assurant le vol POE 263, quitte l'aéroport du centre-ville de Toronto pour un vol régulier à destination de l'aéroport international d'Ottawa/Macdonald-Cartier. À 22 h 14, heure avancée de l'Est, à l'atterrissage, la partie arrière du fuselage touche la piste. Après l'atterrissage, l'avion roule normalement jusqu'à la porte, et les passagers débarquent. Personne n'est blessé, mais l'avion est endommagé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Déroulement du vol

Le vol en question était le cinquième et dernier segment de vol de la journée pour l'avion et l'équipage de conduite. L'équipage avait commencé sa journée de travail à 13 h 30, heure avancée de l'Est (HAE)¹ à la base principale de Porter Airlines inc., située à l'aéroport du centre-ville de Toronto (CYTZ). Le programme de vol de la journée consistait en cinq segments de vol entre CYTZ et l'aéroport international d'Ottawa/Macdonald-Cartier (CYOW). Le commandant de bord était le pilote aux commandes lors des troisième et quatrième segments de vol, tandis que le copilote a pris les commandes pendant tous les autres segments de vol, y compris celui au cours duquel l'incident en question s'est produit. Ce dernier segment de vol a eu lieu de nuit.

Conditions météorologiques

À CYOW, le message d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR) de 22 h signalait les conditions météorologiques suivantes : vent du 070 degrés vrais (V) à 12 nœuds, visibilité de 4 milles terrestres (sm) dans de la bruine, ciel couvert à 300 pieds au-dessus du sol (agl)², température de 7 °C, point de rosée de 6 °C, calage altimétrique de 29,62 pouces de mercure. Une note indiquait que la couche nuageuse était composée de 8 octas³ de stratus et que la pression du moment, de 1003,4 millibars, était à la baisse.

À 21 h 48, l'équipage de conduite a reçu l'avis du service automatique d'information de région terminale (ATIS) India de CYOW, qui, à 21 h, indiquait un vent du 080 degrés magnétiques (M) à 12 nœuds. Lorsque l'équipage de conduite a reçu l'autorisation d'atterrir à 22 h 10, la tour de contrôle de CYOW l'a informé que le vent était du 090° M à 13 nœuds. À l'approche, l'équipage de conduite se trouvait dans des conditions météorologiques de vol aux instruments jusqu'à ce qu'il sorte des nuages, à environ 400 pieds.

Avion

Les dossiers indiquent que l'avion était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. La masse et le centrage respectaient les limites prescrites.

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

² Toutes les altitudes sont exprimées en agl à moins d'avis contraire.

³ Octa - Chiffrement de la nébulosité représentant une fraction égale à un huitième du ciel.

L'avion DHC-8-402 est le dernier modèle de DHC-8 que construit Bombardier; le premier modèle était le DHC-8-100. Le fuselage a été allongé graduellement; celui des séries 100/200 mesurait 73 pieds, celui de la série 300, 84 pieds 3 pouces et celui de la série 400, 107 pieds 9 pouces. En raison du fuselage allongé, la propension à ce que le fuselage arrière touche le sol a augmenté en proportion avec la diminution de l'angle de contact en tangage⁴ qui est passé de 9,5⁵ pour les avions des séries 100/200 à 7,5° pour ceux de la série 300. Même si la géométrie de la série 400 est différente, son angle de contact en tangage est toujours de 7,5° en raison de la longueur de son train d'atterrissage principal.

La probabilité que le fuselage arrière touche la piste est plus élevée pour un avion dont les volets sont sortis à 15° que pour un avion dont les volets sont sortis à 35°. Cela s'explique par la capacité réduite d'un avion à exécuter un arrondi à l'atterrissage lorsque ses volets sont sortis à 15°, l'assiette nominale en tangage étant de 2° à 3° en approche comparativement à une valeur de -2° à -1° lorsque les volets sont sortis à 35° à l'atterrissage.

Dans les statistiques de Bombardier, on indique que, à l'échelle mondiale, les avions DHC-8 ont été mêlés à vingt incidents au cours desquels le fuselage arrière de l'avion a touché la piste. Dix de ces incidents visaient la série 300 et les dix autres, la série 400. Après douze de ces incidents, Bombardier a créé une vidéo, *Dash 8 Q400 Pitch Awareness* (importance du tangage sur le Dash 8 Q400), à des fins de formation, et l'avionneur a recommandé aux exploitants d'élaborer des procédures d'utilisation normalisées (SOP) à cet égard.

Procédures

La partie du manuel d'utilisation de l'avion (AOM) traitant des procédures normales stipule que la vitesse d'approche normale est de 170 nœuds jusqu'à environ 5 milles marins (nm) de l'aéroport, point où l'on réduit ensuite graduellement la vitesse indiquée pour stabiliser l'avion à la Vref⁶ à au plus 500 pieds.

Les SOP de Porter Airlines inc. prescrivent aux équipages de respecter en tout temps un ensemble déterminé de critères d'approche stabilisée. Parmi ces critères, on indique que, à 500 pieds, la vitesse indiquée doit être au moins la Vref, à laquelle on peut ajouter au plus 10 nœuds. On permet ainsi d'augmenter la Vref de quelques nœuds, s'il y a lieu, pour tenir compte des rafales ou des conditions de givrage. Il n'était pas nécessaire d'augmenter la vitesse durant l'étape en question.

⁴ L'angle de contact en tangage est l'angle auquel le fuselage arrière de l'avion touchera ou heurtera probablement le sol.

⁵ Tous les angles de tangage mentionnés dans le présent rapport sont des angles positifs ou de cabré.

⁶ Vref signifie la vitesse de référence d'atterrissage, et elle est indiquée dans le manuel d'utilisation de l'avion comme étant la vitesse d'approche à une altitude de 50 pieds au-dessus de la piste lorsque l'avion est en configuration d'atterrissage. La Vref varie en fonction de la masse à l'atterrissage.

En outre, les SOP prescrivent aux pilotes de faire certains appels. Le pilote surveillant les paramètres doit annoncer si l'approche est « stabilisée » ou « non stabilisée », selon le cas. Si le pilote surveillant les paramètres lance l'appel « stabilisé », le pilote aux commandes doit répondre « compris ». Si le pilote surveillant les paramètres annonce que l'approche n'est pas stabilisée à plus de 500 pieds, le pilote aux commandes doit répondre par « correction » ou « remise des gaz et vérification puissance ». Dans le cas d'appels précisant que l'approche n'est pas stabilisée à moins de 500 pieds, le pilote aux commandes doit répondre par « remise des gaz et vérification puissance ».

Le paragraphe 2.17.2 des SOP traite de l'importance du tangage et des appels. Ces SOP énoncent l'ensemble des appels concernant le tangage que doit faire le pilote surveillant les paramètres, lequel doit notamment donner l'assiette en tangage à moins de 100 pieds d'altitude en approche, si le tangage est supérieur ou égal à 5°. Si l'assiette en tangage atteint 6°, le pilote aux commandes doit répondre « correction » avant de réduire le tangage ou de remettre les gaz.

Dans les SOP, une note à la fin du paragraphe en question précise que pour réduire la vitesse verticale de descente à l'atterrissage et maintenir une assiette en tangage d'au plus 6°, lorsque la vitesse verticale de descente à l'atterrissage est plus élevée que voulu, il faut accroître la puissance à l'arrondi jusqu'au toucher des roues. Une note semblable se trouve aussi dans l'AOM. Ce dernier comprend également une note indiquant que le tangage ne doit pas dépasser 6° lors de l'arrondi à l'atterrissage pour éviter que le fuselage touche la piste.

Équipage de conduite

Les membres de l'équipage de conduite possédaient les certifications et les qualifications requises pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

La nuit précédant le vol en question, chacun des membres de l'équipage de conduite avait eu une période de repos de plus de quinze heures, ainsi qu'une journée de congé complète deux jours avant l'incident.

Le commandant de bord travaillait pour Porter Airlines inc. depuis le 11 septembre 2006. Au moment de l'incident, il totalisait environ 8700 heures de vol, dont 4500 sur DHC-8. De ce dernier nombre, il totalisait 1500 heures de vol sur un DHC-8-400 au service de Porter Airlines inc. Il avait obtenu sa qualification de type initiale sur DHC-8-400 en octobre 2006, et c'est à ce moment-là qu'il avait suivi une séance informatisée soulignant l'importance du tangage. Il avait récemment obtenu une promotion comme commandant de bord instructeur, un poste qu'il n'avait jamais occupé chez ses autres employeurs, et c'était la 22^e fois qu'il assumait ce rôle lors du vol en question.

Le copilote avait été embauché par Porter Airlines inc. le 2 février 2009. Au moment de l'incident, il totalisait environ 2550 heures de vol, dont 17 sur DHC-8-400 de Porter Airlines inc. Il suivait alors un programme de préparation en vol et, à l'exception des atterrissages effectués au moyen d'un simulateur, il s'agissait de son premier atterrissage de nuit. L'expérience de pilotage que possédait le copilote se limitait à des avions de faible tonnage (Beechcraft KingAir),

et il n'avait jamais piloté un appareil aussi gros que le DHC-8. Il avait obtenu sa qualification de type initiale sur DHC-8 le 15 mars 2009 et, dans le cadre de ce programme, il avait suivi une séance informatisée soulignant l'importance du tangage.

Formation

La séance informatisée soulignant l'importance du tangage comprend une courte vidéo didactique et une série de six questions attirant l'attention sur la nécessité pour les équipages de conduite d'éliminer toute vitesse verticale de descente plus élevée qu'à la normale à moins de 100 pieds d'altitude en approche en augmentant la puissance plutôt qu'en augmentant l'angle de tangage. Ce tutoriel donne également les SOP relatives à l'importance du tangage.

Dans le programme initial ou périodique, le simulateur ne comprend aucun scénario d'instruction particulier enseignant la bonne procédure à suivre pour réduire une vitesse verticale de descente plus élevée qu'à la normale en approche.

Les SOP relatives à l'importance du tangage font partie des éléments à acquérir dans le cadre du programme de préparation en vol, et le copilote prévoyait achever cet élément à une date ultérieure. Au cours de trois vols de préparation en vol antérieurs, alors qu'il pilotait en compagnie de trois autres commandants de bord instructeurs, on avait remarqué que le copilote avait de la difficulté à déterminer le bon moment pour exécuter l'arrondi. Le jour de l'incident, à Ottawa, le copilote a effectué son premier arrondi trop tôt, son deuxième, trop tard, et le troisième a été celui au cours duquel le fuselage arrière a touché à la piste.

Approche

À son arrivée à Ottawa, l'équipage a reçu une autorisation d'approche au système d'atterrissage aux instruments (ILS) de la piste 07. L'approche a été exécutée au moyen du pilote automatique, lequel ne comprend pas une capacité de commande automatique des gaz. La Vref applicable au vol en question avait été bien sélectionnée à la vitesse indiquée de 116 nœuds, et le curseur avait été placé en conséquence.

Une fois l'exposé d'approche du copilote terminé, le commandant de bord (le pilote surveillant les paramètres), compte tenu des difficultés précédemment éprouvées par le copilote lors des arrondis, a indiqué à ce dernier qu'il aurait l'impression que le sol surgirait devant lui, mais qu'il devait résister à la tentation d'exécuter l'arrondi lorsque le GPWS⁷ signalerait la marque des 20 pieds; le copilote devait plutôt attendre l'appel signalant la marque des 10 pieds. Le copilote a confirmé qu'il comprenait la directive.

À plus de 1000 pieds et à environ 5 nm du seuil de piste, l'avion a été configuré en préparation de l'atterrissage; on a sorti le train d'atterrissage, et les volets ont été sortis à 15°.

À 1000 pieds, tous les critères des SOP en vue d'une approche stabilisée étaient remplis, mais la vitesse indiquée augmentait.

⁷ Dispositif avertisseur de proximité du sol.

Entre 1000 et 650 pieds, l'avion a accéléré, passant de 120 à 134 nœuds. Au même moment, on enregistrait une variation des valeurs de couple : de 20 % à 27 %, à 16 %, puis à 21 %. À 650 pieds, après que le commandant de bord a demandé de réduire la puissance à 10 %, la valeur de couple a été réduite à environ 9 %, valeur à laquelle le couple est resté pour le reste du vol. La vitesse indiquée a commencé à diminuer; elle était de 128 nœuds à 500 pieds.

À 500 pieds, le pilote surveillant les paramètres a fait l'appel prescrit indiquant que l'approche était stabilisée, et la vitesse indiquée continuait de diminuer.

À environ 400 pieds, le commandant de bord a demandé au pilote aux commandes d'augmenter légèrement la puissance. Outre une augmentation de puissance momentanée de 1 %, il n'y a pas eu de changement notable relativement au réglage moyen du couple. Il a ensuite donné une autre directive précisant de ne pas modifier la puissance à l'atterrissage.

À 200 pieds et 116 nœuds, alors que le compensateur de gouverne de profondeur se déplaçait, l'équipage a débrayé le pilote automatique. Peu après, l'angle de tangage de l'avion, qui était de 4,1°, a diminué pour atteindre 3,1° à environ 100 pieds. Ce changement en tangage a provoqué une augmentation de la vitesse verticale de descente, et l'avion est descendu sous la pente de descente, qu'il n'a plus été en mesure de regagner. Entre 200 pieds et dix pieds, la vitesse verticale de descente ainsi engendrée a augmenté, passant de 570 pieds par minute (pi/min) à une moyenne de 840 pi/min. Durant cette dernière partie du vol, la vitesse a lentement diminué jusqu'à 114 nœuds.

À environ 60 pieds, le commandant de bord a demandé au copilote d'augmenter légèrement la puissance, ce qui a entraîné un changement marqué d'environ 2 pour cent de la puissance.

À 50 pieds, alors que l'aiguille de la pente de descente était presque en butée, le GPWS a commencé à annoncer la perte d'altitude de l'avion par tranche de 10 pieds au-dessus du sol. L'équipage a remarqué que ces annonces se faisaient plus rapidement qu'à la normale, ce qui semblait indiquer une vitesse verticale de descente élevée.

Le commandant de bord a demandé au copilote d'effectuer l'arrondi immédiatement après l'annonce des 20 pieds du GPWS. À ce moment-là, l'angle de tangage qui était de 3,1° a rapidement augmenté pour atteindre une pointe de 7,5° en près d'une seconde. Durant cette pointe de tangage, l'avion a atterri durement, et la partie du fuselage arrière se trouvant à proximité du capteur indiquant le toucher des roues sur la piste⁸ a heurté la piste.

⁸ Le capteur indiquant le toucher des roues sur la piste est situé sur la partie inférieure arrière du fuselage. Si la partie du fuselage se trouvant près du capteur heurte le sol à quelque moment que ce soit, un voyant d'avertissement (*Touched runway*) s'allume dans le poste de pilotage pour alerter l'équipage de conduite du fait qu'il y a eu un contact entre le fuselage et le sol.

Analyse

Les conditions météorologiques ne sont pas considérées comme étant un facteur dans l'incident en question. Aucun vent fort ni aucune rafale n'ont été signalés. Par conséquent, la Vref n'a pas été augmentée.

Le commandant de bord en était plutôt à ses débuts comme instructeur d'un programme de préparation en vol, et il avait une expérience limitée de la formation donnée sur le DHC-8. Le copilote avait de la difficulté à exécuter l'arrondi au bon moment, il exécutait son premier atterrissage de nuit et il n'avait pas encore suivi la partie du programme de préparation en vol qui traitait des SOP relatives à l'importance du tangage. Si l'on tient compte de ces facteurs, il est probable que l'équipage de conduite a surtout porté son attention à une exécution réussie de l'arrondi pendant l'atterrissage en question, plutôt qu'à la surveillance des autres paramètres, comme la vitesse verticale de descente et l'écart par rapport à la pente de descente.

Lors du débrayage du pilote automatique, l'avion s'est mis en piqué. Bien que la cause directe de ce changement en tangage ne puisse être déterminée, le pilote aux commandes peut l'avoir produit ou il ne s'en est pas préoccupé, car il tentait de maintenir une vitesse indiquée sans avoir à augmenter la puissance, comme le lui avait demandé le commandant de bord. La vitesse verticale de descente a augmenté de 570 à 840 pi/min. L'augmentation de la vitesse verticale de descente, malgré une réduction de la vitesse indiquée, était la preuve que le réglage de la puissance ne suffisait pas à maintenir la pente de descente à une Vref de 116 nœuds.

À 60 pieds, le commandant de bord s'est probablement rendu compte que la vitesse verticale de descente n'était pas la bonne, et il a demandé au pilote aux commandes d'augmenter légèrement le couple. Cette demande, tout comme des directives données précédemment pour modifier le couple, n'était pas claire : le commandant de bord n'a pas donné au pilote aux commandes de directives précises concernant le réglage du couple, ce qui fait que les changements de couple étaient trop faibles pour avoir l'effet souhaité sur la vitesse verticale de descente.

Au moment où le GPWS a commencé à annoncer l'altitude, à 50 pieds, l'équipage s'est rendu compte que la vitesse verticale de descente était beaucoup trop élevée. Le pilote aux commandes n'a pas augmenté la puissance, probablement parce qu'il avait reçu plusieurs directives tout au long de l'approche lui indiquant d'éviter cette manœuvre. Immédiatement après l'annonce des 20 pieds du GPWS, contrairement à ce qui avait été précédemment établi dans l'exposé, le pilote aux commandes a reçu l'ordre d'exécuter l'arrondi, probablement à cause de la proximité du sol. Le pilote aux commandes a amorcé l'arrondi environ une seconde avant le toucher des roues, ce qui a provoqué un brusque changement en tangage.

Les SOP traitant de l'importance du tangage, lesquelles prescrivent l'appel de l'assiette en tangage en approche à moins de 100 pieds, si le tangage est de 5° ou plus, se sont avérées inefficaces dans le présent incident. Durant l'arrondi, le tangage est passé d'un angle de 3,1° à 7,5° en moins d'une seconde. Ce délai est trop court pour que l'on s'attende à ce que le pilote surveillant les paramètres se rende compte de l'assiette et en informe le pilote aux commandes, et à ce que ce dernier dispose de suffisamment de temps pour corriger l'écart.

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

LP 051/2009 – *Flight Data Recorder Download and Analysis – Bombardier DHC-8-400, C-GLQD* (Téléchargement et analyse du contenu de l'enregistreur de données de vol du Bombardier DHC-8-400, C-GLQD)

Ce rapport est disponible sur demande auprès du Bureau de la sécurité des transports du Canada.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Les membres de l'équipage de conduite ont probablement porté leur attention à la réussite de l'arrondi exécuté par le pilote aux commandes plutôt qu'à la surveillance des autres paramètres d'approche.
2. Le commandant de bord a donné de vagues directives sur la gestion de la puissance pendant l'approche et les réglages consécutifs n'ont pas été vérifiés, ce qui a mené à une vitesse verticale de descente excessive à proximité du sol.
3. La puissance des moteurs n'a pas été réglée comme il le fallait pour freiner la vitesse verticale de descente, et l'avion s'est incliné jusqu'à l'angle de contact en tangage pendant l'arrondi, ce qui fait que le fuselage arrière a heurté la piste.

Mesures de sécurité prises

Le 17 août 2009, Porter Airlines inc. a diffusé un bulletin d'opérations aériennes traitant d'une formation visant à souligner l'importance du tangage (*Pitch Awareness Training*), au cours de laquelle sont abordées plusieurs questions soulevées dans le présent rapport. Le bulletin donne notamment des précisions sur les SOP relatives aux appels qui doivent être faits pour signaler le tangage, et il réitère l'importance de freiner la vitesse verticale de descente au moyen de la puissance pour atteindre la normale.

En outre, l'entreprise a ajouté aux programmes de formation initiale et périodique en simulateur des scénarios permettant à l'utilisateur de s'exercer à la sortie d'une vitesse verticale de descente anormale. Toutefois, il est devenu évident que le simulateur ne reproduisait pas fidèlement le scénario voulu et qu'il ne suffisait pas à enseigner cette délicate manœuvre, ce qui rendait la formation inefficace. Ultérieurement, la question du tangage a de nouveau été enseignée en classe afin de souligner son importance et de signaler les mesures à prendre pour éviter l'apparition d'un tel scénario à basse puissance.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 26 janvier 2010.

Visitez le site Web du BST (www.bst-tsb.gc.ca) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.