

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A03O0302



DÉBATTEMENT LIMITÉ DE LA GOUVERNE DE PROFONDEUR
AU DÉCOLLAGE

DU de HAVILLAND DHC-8-102 C-GONJ
EXPLOITÉ PAR AIR CANADA JAZZ
À L'AÉROPORT INTERNATIONAL D'OTTAWA /
MACDONALD-CARTIER
À OTTAWA (ONTARIO)
LE 4 NOVEMBRE 2003

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

Débattement limité de la gouverne de profondeur au décollage

du de Havilland DHC-8-102 C-GONJ
exploité par Air Canada Jazz
à l'aéroport international d'Ottawa /
Macdonald-Cartier
à Ottawa (Ontario)
le 4 novembre 2003

Rapport numéro A03O0302

Sommaire

Le 4 novembre 2003, le de Havilland DHC-8-102 (portant l'immatriculation C-GONJ et le numéro de série 095), assurant le vol 8946 d'Air Canada Jazz et ayant à son bord 19 passagers et 3 membres d'équipage, effectue un vol régulier de l'aéroport international d'Ottawa / Macdonald-Cartier (Ontario) à destination de l'aéroport international de Montréal (Dorval) (Québec). L'appareil quitte la porte d'embarquement et se dirige vers le poste de dégivrage, où on le débarrasse du givre qui s'est accumulé au cours du vol précédent et de la pluie verglaçante qui s'est accumulée pendant que l'appareil se trouvait au sol, à Ottawa. L'appareil roule ensuite jusqu'à la piste 07 et il est autorisé à décoller. L'équipage effectue les vérifications normales avant décollage et, à 14 h 12, heure normale de l'Est, il commence la course au décollage. Au moment du cabrage, le pilote éprouve quelques difficultés à déplacer les commandes en tangage et interrompt donc le décollage.

Après avoir dégagé la piste, l'équipage fait bouger les commandes des gouvernes de profondeur dans toute la plage de leur débattement et établit que les commandes se déplacent normalement. L'appareil retourne à la porte d'embarquement, où du personnel de maintenance l'inspecte et établit que les commandes fonctionnent correctement et librement. On retrouve des gouttes de pluie verglaçante et des résidus de liquide de dégivrage sur les surfaces du stabilisateur et des gouvernes de profondeur, mais il n'y a aucun gros morceau de givre. L'appareil est de nouveau dégivré et s'envole vers Montréal.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

L'appareil et l'équipage de conduite avaient passé la nuit à Ottawa et, plus tôt le jour de l'événement, ils avaient effectué un aller-retour à l'aéroport du centre-ville de Toronto (Ontario). Au retour, l'avion avait atterri à Ottawa vers 10 h 53, heure normale de l'Est¹. L'appareil s'était retrouvé dans de la pluie verglaçante au-dessous de 5000 pieds pendant l'approche, et il y avait eu accumulation de givre sur ce dernier. L'appareil est resté au sol, stationné à l'extérieur, pendant environ 2 heures 30 minutes avant de quitter la porte d'embarquement pour effectuer le vol suivant, période au cours de laquelle il y avait eu des précipitations sous forme de grésil de faible et de moyenne intensité, de pluie verglaçante de faible intensité et de pluie de faible intensité.

Avant de monter à bord du vol 8946, l'équipage a inspecté l'appareil et constaté la présence de givre sur les surfaces critiques, sur le nez et sur les hélices ainsi que des glaçons sur les bords de fuite des ailes et de l'empennage horizontal. Il y avait alors du grésil de faible intensité et de la pluie verglaçante de faible intensité qui tombaient. Avant le démarrage des moteurs, les hélices ont été dégivrées au moyen d'un liquide cryoscopique de type I. Les moteurs ont démarré à 13 h 18, et l'appareil a quitté la porte d'embarquement à 13 h 20, pour arriver au poste de dégivrage à 13 h 24. À cause d'un appareil qui se trouvait devant et d'un changement de quart à l'installation de dégivrage, il y a eu un délai d'environ 30 minutes avant le début du dégivrage.

Le dégivrage au moyen d'un liquide de type I a été effectué entre 13 h 53 et 14 h 8. L'appareil était stationné à un cap magnétique de 140 degrés. Pendant le dégivrage, un vent de travers soufflait du 070° à 15 noeuds avec des rafales à 20 noeuds, du côté gauche de l'appareil. Deux camions ont été utilisés. Ils ont d'abord été placés de part et d'autre du fuselage, derrière les ailes et devant la queue. Le camion placé du côté gauche a dégivré l'aile gauche, et le camion placé du côté droit a dégivré l'aile droite. Le camion de gauche s'est ensuite déplacé jusqu'au nez de l'appareil pour retirer le givre accumulé au cours du vol précédent, alors que le camion de droite est demeuré derrière l'aile droite pour dégivrer les deux côtés du stabilisateur horizontal et des gouvernes de profondeur. À la fin du dégivrage, le personnel affecté au dégivrage n'a décelé aucune trace de givre sur aucune des surfaces de l'appareil. L'équipage savait qu'une reprise des précipitations verglaçantes avant le décollage nécessiterait d'autres opérations de dégivrage, mais il n'y a eu aucune précipitation pendant le dégivrage et la circulation au sol précédant le décollage.

Une fois le dégivrage terminé, le chef des opérations de dégivrage a avisé l'équipage de conduite, lequel a quitté le poste de dégivrage vers 14 h 8 et s'est dirigé vers la piste 07 pour décoller. L'équipage a effectué les vérifications normales avant le décollage, notamment une vérification des commandes, laquelle a été effectuée par le pilote qui n'était pas aux commandes (PNF). La course au décollage a commencé à 14 h 12. Au moment de la tentative de rotation, le pilote aux commandes (PF) a senti un débattement limité des commandes en tirant sur le manche et il a interrompu le décollage. Après avoir dégagé la piste, on a procédé à une vérification des commandes, laquelle n'a permis de déceler aucun débattement limité.

¹ Toutes les heures sont exprimées en heure normale de l'Est (temps universel coordonné moins cinq heures).

L'appareil est retourné sur l'aire de trafic. Il y a eu un délai de 30 minutes avant qu'on affecte à l'appareil un poste de stationnement et qu'un arrêt complet soit effectué. Pendant ce temps, la pluie verglaçante avait recommencé à tomber. Un technicien d'entretien a vérifié si les commandes des gouvernes de profondeur avaient un débattement normal et pouvaient se déplacer correctement, puis il a inspecté l'extrados du stabilisateur. Le technicien a trouvé des gouttes de pluie verglaçante et des résidus de liquide de dégivrage, mais aucun gros morceau de givre. Autorisé à partir par la maintenance et dégivré, l'appareil s'est ensuite rendu à Montréal (Québec).

Les rapports météorologiques de l'aéroport d'Ottawa indiquaient qu'il y avait eu des précipitations sous forme de grésil, de pluie et de pluie verglaçante de faible intensité pendant la période au cours de laquelle l'appareil s'était trouvé au sol, entre les vols. Il n'y avait eu aucune précipitation entre 13 h 39 et 14 h 53, puis la pluie verglaçante de faible intensité avait recommencé à tomber. Les conditions météorologiques enregistrées au moment de l'interruption du décollage étaient les suivantes : vent du 070° vrai à 15 noeuds avec des rafales à 20 noeuds; température de -2 °C et aucune précipitation.

Le dégivrage a été effectué par Air Canada au moyen de deux camions Global de modèle 2110TE-EC-AP équipés d'une flèche télescopique et d'une cabine étanche articulée pouvant atteindre une hauteur de 28 pieds. Chaque camion possédait son conducteur et son opérateur de flèche, et l'ensemble de l'opération était dirigé par un chef de dégivrage. Le chef pouvait communiquer avec l'équipage de conduite et avec les conducteurs des camions, et les conducteurs des camions pouvaient communiquer avec leur opérateur de flèche respectif. Les effectifs, les qualifications, la formation et les procédures étaient conformes au manuel *Programme des conditions de givrage au sol*² d'Air Canada Jazz ainsi qu'au manuel d'exploitation de la compagnie³. Au total, 503 litres de liquide de type I ont été utilisés pour le dégivrage des ailes, de la queue et du nez, quantité qui, paraît-il, est supérieure à la moyenne, mais non incompatible avec l'exposition de l'appareil aux précipitations verglaçantes.

Les deux pilotes étaient titulaires d'une licence de pilote de ligne et ils possédaient les qualifications nécessaires pour effectuer le vol. Ils avaient suivi une formation sur la contamination des surfaces conforme aux exigences de la compagnie et ils s'étaient suffisamment reposés la nuit précédente. Il n'y a eu aucun problème lié à la fatigue ni aux heures de service.

D'après les dossiers, l'appareil était entretenu conformément à la réglementation en vigueur. Il n'y avait aucun problème de maintenance en suspens, aucun signe d'anomalie mécanique préexistante, ni aucune autre condition ayant pu contribuer à cet incident. L'aéronef était équipé d'un enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) et d'un enregistreur de données de vol (FDR), comme l'exige le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC). Les données recueillies par le CVR ont été effacées au cours du vol suivant et elles n'étaient donc pas disponibles aux fins de l'enquête.

² Programme des conditions de givrage au sol d'Air Canada Jazz en date du 31 octobre 2003

³ Modification 6 du manuel d'exploitation d'Air Canada Jazz en date du 31 octobre 2003

Les données recueillies par le FDR sont présentées à l'annexe A. Le taux d'échantillonnage du FDR était d'un échantillon par seconde. On a tiré les renseignements suivants du FDR :

1. Pendant la vérification des commandes, le FDR a enregistré un déplacement des gouvernes de profondeur de la position à laquelle le bord de fuite est complètement abaissé jusqu'à la position à laquelle il est presque complètement relevé, puis un retour à la position neutre en moins de trois secondes, délai au cours duquel les deux gouvernes de profondeur ont été déplacées en même temps. Une plage complète du débattement consiste à abaisser le bord de fuite de 20° puis à le relever de 20°. Les bords de fuite des gouvernes de profondeur étaient probablement complètement relevés, mais ce renseignement n'a pas été enregistré en raison du débattement des commandes par rapport à l'échantillonnage du FDR. Les gouvernes de profondeur ont ensuite été maintenues presque à la position neutre pendant la vérification des commandes latérales, au cours de laquelle un écart d'environ 4° s'est créé entre les deux gouvernes de profondeur et est demeuré jusqu'à ce que les gouvernes de profondeur soient replacées à la position à laquelle le bord de fuite est complètement abaissé, à la fin de la vérification des commandes.
2. Au début de la course au décollage, les bords de fuite des deux gouvernes de profondeur ont été abaissés en même temps d'environ 7,5°, alors que l'appareil avançait à une vitesse indiquée en noeuds (KIAS) de 45. À mesure que l'appareil a accéléré, un écart s'est créé du fait que la gouverne de profondeur de gauche n'a pratiquement pas bougé, alors que le bord de fuite de celle de droite a continué à se relever jusqu'à un maximum de 2,2°. L'écart maximal était de 8° à 107 KIAS.
3. Après l'interruption du décollage, alors que l'appareil est passé à 65 KIAS en décélération (la vitesse à laquelle le PF relâche habituellement le manche pour utiliser la barre), le bord de fuite de la gouverne de profondeur de droite s'est complètement abaissé, alors que celui de la gouverne de profondeur de gauche est resté abaissé à environ 10° pendant 10 secondes. À 50 KIAS, les bords de fuite des deux gouvernes de profondeur se sont relevés brusquement jusqu'à environ 15°, avant de s'abaisser complètement une nouvelle fois, ce qui concorde avec un verrouillage des commandes effectué par le PNF conformément aux procédures normales en cas de décollage interrompu.
4. Les deux gouvernes de profondeur se sont déplacées en même temps sans présenter de signe de grippage lorsque les commandes avaient été utilisées dans toute la plage de leur débattement, une fois que l'appareil a eu dégagé la piste.
5. Pendant le décollage suivant, au cours duquel il n'y a eu aucun débattement limité des gouvernes de profondeur, les bords de fuite des deux gouvernes de profondeur se sont abaissés progressivement jusqu'à environ 1,5° alors que l'appareil avançait à 45 KIAS et se sont relevés jusqu'à 1,5° lorsque la vitesse de l'appareil a atteint 65 KIAS. Ils sont demeurés dans cette position jusqu'à ce que l'appareil atteigne 98 KIAS, vitesse à laquelle le pilote a amorcé le cabrage en vue du décollage. Les bords de fuite des deux gouvernes de profondeur se sont relevés à plus de 10°. Ces positions

normales des gouvernes de profondeur sont indiquées à l'annexe A, à titre de comparaison par rapport aux positions des gouvernes de profondeur pendant le décollage interrompu.

La commande en tangage du Dash 8 fait appel à des gouvernes de profondeur à compensateur à ressort actionnées manuellement. Les gouvernes de profondeur sont fixées derrière le stabilisateur avec un espacement de 0,15 à 0,25 pouce entre leurs bords d'attaque et le carénage du bord de fuite du stabilisateur. Les gouvernes de profondeur de gauche et de droite sont actionnées au moyen de circuits de commande mécanique indépendants normalement interconnectés aux manches. Un système de déconnexion permet à l'un ou l'autre des côtés de fonctionner indépendamment de l'autre en cas de défaillance. Les déplacements du manche sont transmis à la gouverne de profondeur et au compensateur à ressort, lequel fournit l'assistance aérodynamique nécessaire au déplacement de la gouverne de profondeur, grâce à un ensemble de câbles, de poulies, de guignols, de bielles de poussée, de tubes de conjugaison et de ressorts de torsion. Il n'y a aucune indication dans le poste de pilotage quant à la position des gouvernes de profondeur ou aux écarts entre ces dernières.

Le Dash 8 est homologué⁴ conformément à la Federal Aviation Regulation (FAR) 25.1419 pour le vol dans des conditions de givrage en autant que l'avion est exploité conformément au manuel de vol de l'avion⁵ du constructeur. Le manuel de vol de l'avion renferme un avertissement quant aux conditions susceptibles de dépasser les capacités du système de protection contre le givre et de réduire les performances ainsi que la manoeuvrabilité de l'avion. Le manuel de vol de l'avion comporte des directives d'orientation en matière de reconnaissance des conditions de fort givrage ainsi qu'une procédure en cas de fort givrage. Le libellé du manuel de vol de l'avion correspond à ce qu'exige une consigne de navigabilité⁶ de la Federal Aviation Administration (FAA) transmise aux exploitants des États-Unis concernant le vol dans des conditions de givrage.

Une lettre de service⁷ publiée par l'avionneur fait état de la nécessité que les surfaces critiques de l'avion soient exemptes de contaminants. Elle mentionne également la possibilité que des résidus déshydratés du liquide d'antigivrage s'accumulent dans la zone à l'abri de tout écoulement aérodynamique située entre la gouverne et le carénage se trouvant juste devant cette dernière. La lettre de service indique que des coincements peuvent être provoqués par le

⁴ Fiche de données de certificat de type A-142 de Transports Canada

⁵ Manuel de vol de l'avion, PSM 1-81-1A

⁶ Consigne de navigabilité 96-09-25, portant sur les avions DHC-7 et DHC-8 de Havilland, en vigueur le 11 juin 1996

⁷ Lettre de service DH8-SL-12-006I des Avions régionaux de Bombardier, « Icing Precautions and Procedures », en date du 8 juillet 2003

gel de résidus réhydratés. Un supplément au manuel des données d'exploitation⁸ traite des précautions relatives au givrage ainsi que des procédures de dégivrage et fournit les performances corrigées en cas d'application de liquides de dégivrage et d'antigivrage.

L'article 602.11 du RAC, concernant le givrage d'un aéronef, interdit d'effectuer le décollage d'un aéronef si du givre, de la glace ou de la neige adhèrent à toute surface critique, et exige que les exploitants visés à la partie 705 établissent un programme conforme à la norme 622.11, Opérations dans des conditions de givrage au sol, du RAC et volent conformément à ce programme. Air Canada Jazz se conforme à l'exigence du RAC grâce à son programme des conditions de givrage au sol présenté dans son manuel d'exploitation et à son manuel *Programme des conditions de givrage au sol*.

L'article 7 de la norme 622.11 du RAC stipule que le programme de l'exploitant doit fournir les directives et les procédures spécifiques à l'aéronef que doivent suivre les membres de l'équipage de conduite et les autres employés afin de déterminer si les surfaces critiques de l'aéronef sont contaminées. Deux types d'inspection conformes aux exigences réglementaires sont mentionnés, soit :

« inspection des surfaces critiques » – Inspection externe avant vol effectuée par une personne qualifiée [. . .] visant à déterminer si les surfaces critiques sont contaminées par le givre, la glace ou la neige. Cette inspection est obligatoire dans des conditions de givrage au sol.

« inspection de contamination avant le décollage » – Inspection effectuée par une personne qualifiée, immédiatement avant le décollage, afin de déterminer si les surfaces critiques de l'aéronef sont contaminées par le givre, la glace ou la neige. Dans certains cas, cette inspection est obligatoire [selon le programme de l'exploitant].

La rubrique 7.1.3 de la norme 622.11 du RAC comporte des directives d'orientation additionnelles concernant l'inspection de contamination avant le décollage qui peut être effectuée de l'intérieur ou de l'extérieur de l'aéronef, et au cours de laquelle on peut utiliser les surfaces représentatives de l'aéronef afin d'évaluer l'étendue de la contamination. Cette inspection peut être visuelle ou tactile, mais, sur tous les avions dépourvus de dispositifs de bord d'attaque, elle doit être tactile à moins que d'autres procédures aient été approuvées à cette fin particulière. Si l'on effectue uniquement une inspection visuelle, le programme de l'exploitant doit préciser les conditions, comme les conditions météorologiques, l'éclairage et la visibilité des surfaces critiques, qui permettent une telle inspection.

Le manuel approuvé *Programme des conditions de givrage au sol* et le manuel d'exploitation d'Air Canada Jazz comportent des procédures de dégivrage du Dash 8. Il existe une directive spécifique exigeant que la neige et la glace logées entre les bords d'attaque des gouvernes de profondeur et tous les compensateurs et carénages soient retirées. Le manuel *Programme des*

⁸ Supplément 24 au manuel des données d'exploitation, « Icing Precautions and Procedures and Performance Adjustment for Ground Deicing/Anti-icing Fluid », en date du 5 septembre 2003

conditions de givrage au sol stipule que l'inspection d'une surface critique est obligatoire dans des conditions de givrage au sol et que « certains aéronefs » nécessitent une « inspection tactile des surfaces critiques ». Dans le cas du Dash 8, le manuel *Programme des conditions de givrage au sol* nécessite une inspection tactile visant à vérifier si de la neige sèche n'aurait pas collé à l'appareil pendant ses périodes d'immobilisation au sol ainsi qu'à vérifier la présence de givre dans l'entrée d'air des moteurs avant le démarrage de ces derniers. Le manuel d'exploitation de la compagnie exige une inspection de contamination avant le décollage lorsque la durée de protection est dépassée. Dans le cas du Dash 8, l'inspection de contamination avant le décollage consiste en l'inspection visuelle par le pilote prenant place dans le siège de gauche d'une surface représentative, soit le déporteur de roulis extérieur de l'aile gauche. On considère que cette inspection respecte l'intention de l'inspection tactile exigée en vertu de la norme 622.11 du RAC dans le cas d'avions dépourvus de dispositifs de bord d'attaque.

L'article 705.124 du RAC exige que les exploitants établissent et maintiennent un programme de formation incluant une formation sur la contamination des surfaces des aéronefs qui, selon la norme 725.124 du RAC, englobe la formation sur la détection du givrage en vol et sur les opérations dans des conditions de givrage. Les publications TP 14052F⁹ (la lettre F fait référence à la publication en français, tandis que la lettre E, à celle en anglais) et TP 10643F¹⁰ de Transports Canada comportent des directives d'orientation additionnelles concernant les programmes de givrage au sol et la formation sur la contamination des surfaces critiques.

Les publications TP 14052 et TP 10643 stipulent toutes deux que les aéronefs ne sont pas homologués pour voler dans des conditions de pluie verglaçante. La publication TP 10643 mentionne que le RAC, le manuel d'exploitation de la compagnie et le manuel de vol de l'avion prévalent en cas de conflit. La publication TP 14052 mentionne qu'elle remplace toutes les circulaires d'information de l'Aviation commerciale et d'affaires (CIACA) antérieures portant sur ce même sujet et qu'elle doit être incluse dans le programme de formation de la compagnie. Deux CIACA¹¹ portant sur le givrage en vol demeurent disponibles sur le site Web de Transports Canada. La CIACA 0130R atteste qu'il se peut qu'un aéronef se retrouve dans des conditions qui ne font pas partie du domaine d'homologation et elle comporte des procédures appropriées à de telles conditions, notamment des procédures pouvant avoir priorité sur les directives d'orientation que renferment les manuels de vol des avions. À part la mention selon laquelle les aéronefs ne sont pas homologués pour voler dans des conditions de pluie verglaçante, la publication TP 10643 ne comporte aucune directive d'orientation concernant le vol dans des conditions de fort givrage et elle ne fait aucune allusion à ces circulaires d'information.

⁹ Publication TP 14052 de Transports Canada, *Mise à jour sur le givrage au sol des aéronefs*, en date de septembre 2003

¹⁰ Publication TP 10643 de Transports Canada, *Dans le doute... Programme de formation pour petits et gros aéronefs, Formation sur la contamination des surfaces critiques des aéronefs*, sixième édition, en date de décembre 2003

¹¹ Circulaire d'information de l'Aviation commerciale et d'affaires (CIACA) 0130R, *Document de référence modifié concernant les opérations dans des conditions de givrage en vol*, en date du 15 juin 1999, et CIACA 0147, *Mise à jour sur les opérations dans des conditions de givrage en vol*, en date du 2 novembre 1998

En 1996, dans une série de 18 consignes de navigabilité, incluant la consigne de navigabilité 96-09-25, concernant les avions de la catégorie transport munis de gaines de dégivrage pneumatiques et de systèmes non assistés de commande en roulis, la FAA a exigé que l'on modifie les manuels de vol des avions pour traiter du vol dans des conditions de fort givrage. Le préambule de ces consignes de navigabilité mentionne que le vol dans des conditions de givrage qui ne font pas partie du domaine d'homologation survient pendant la durée de vie normale d'un avion; par conséquent, les équipages de conduite ont besoin de directives d'orientation. Le rapport technique DOT/FAA/AR-01/91, *A History and Interpretation of Aircraft Icing Definitions and FAA Rules for Operating in Icing Conditions*, que la FAA a publié en novembre 2001, ne mentionne aucun lien entre les règles d'exploitation et les critères d'homologation, mais il fait état de confusion due aux différences qui existent entre les définitions de l'intensité du givrage et les règles d'exploitation concernant le vol dans des conditions de givrage. La circulaire d'information 25.1419-1¹² de la FAA comporte des directives d'orientation concernant l'homologation d'aéronefs pour le vol dans des conditions de givrage connues, notamment concernant le contenu du manuel de vol de l'avion. Elle cite spécifiquement la consigne de navigabilité 96-09-25 comme moyen approprié de fournir des renseignements sur le vol dans des conditions de fort givrage. Au Canada, la norme d'homologation applicable au vol dans des conditions de givrage connues¹³ est identique à celle des États-Unis.

À part la règle 602.07 du RAC qui exige que les aéronefs soient exploités conformément aux limites mentionnées dans le manuel de vol de l'avion, le RAC n'interdit pas le vol à l'extérieur des domaines ou des limites de la norme d'homologation de l'aéronef. Les normes d'homologation¹⁴ n'exigent pas que les conditions de givrage associées à l'homologation de l'équipement de protection contre le givrage soient présentées dans le manuel de vol de l'avion comme une limite ou autre. Le manuel d'exploitation d'Air Canada Jazz comporte des directives d'orientation et des limites d'exploitation concernant le vol dans des conditions de givrage. Il est permis de décoller dans des précipitations verglaçantes si l'on se conforme au programme de givrage au sol. On dit que la pluie verglaçante « est à éviter ». La limite d'exploitation consiste à ne pas voler dans des conditions de fort givrage connues. Lorsque des conditions de givrage de moyenne ou de forte intensité sont prévues, Air Canada Jazz obtient des rapports météorologiques de pilote ainsi que des SIGMET et des AIRMET pour vérifier les conditions réelles. En cas de doute concernant la capacité d'éviter de telles conditions, le régulateur de vol consulte le commandant de bord.

¹² Circulaire d'information 25.1419-1 de la FAA, *Certification of Transport Category Airplanes for Flight in Icing Conditions*, en date du 18 août 1999

¹³ Manuel de navigabilité de Transports Canada, chapitre 525, section 1419 et appendice C

¹⁴ Manuel de navigabilité de Transports Canada, chapitre 525, sous-chapitre G, « Limitations d'utilisation et informations »

L'étude des dossiers a permis de relever trois incidents antérieurs intéressants mettant en cause des Dash 8 : un dans lequel les gouvernes de profondeur ont grippé en vol à cause du gel de neige mouillée dans l'espace situé entre les gouvernes de profondeur et le stabilisateur¹⁵; un dans lequel le déplacement du compensateur à ressort d'une gouverne de profondeur a été limité en vol, probablement en raison d'une accumulation de glace ou de neige glacée dans l'espace situé entre le compensateur à ressort et la gouverne de profondeur¹⁶; et un dans lequel le débattement limité du compensateur à ressort d'une gouverne de profondeur a peut-être été causé par le gel de résidus réhydratés de liquides d'antigivrage appliqués antérieurement¹⁷. Le gel de résidus réhydratés a également été relevé dans un événement mettant en cause un BAe 146, lequel possède un système semblable de commande des gouvernes de profondeur¹⁸.

Analyse

Dans le cadre de la présente analyse, on examinera la nature et l'origine du débattement limité des commandes, y compris l'influence possible de la pluie verglaçante et le risque résiduel quant aux limites inhérentes aux procédures et à la réglementation visant à réduire les dangers du givrage des aéronefs.

Les données du FDR indiquaient que quelque chose avait physiquement nui au déplacement de la gouverne de profondeur de gauche. Vu l'absence de problème mécanique et de corps étranger dans le système des commandes de vol, l'enquête a été axée sur le givrage. D'après la disposition mécanique des commandes des gouvernes de profondeur et les événements antérieurs, il se peut que le givrage ait eu les effets suivants sur les commandes :

- Il se peut que le déplacement du compensateur à ressort de la gouverne de profondeur de gauche ait été limité par de la neige, de la glace ou des résidus gelés de liquide d'antigivrage réhydraté. Cette hypothèse a été écartée, car le FDR avait déjà démontré qu'il y avait eu un écart dans le déplacement des gouvernes de profondeur pendant la vérification des commandes, à la vitesse de circulation au sol, laquelle n'est pas assez élevée pour que le compensateur ait un effet significatif, et les inspections effectuées après l'événement n'ont permis de déceler aucune trace de contaminant.

¹⁵ Rapport A98Q0057 du BST, Blocage des gouvernes de profondeur en vol du de Havilland DHC-8-102 C-FHRC exploité par Air Alliance, à l'aéroport international de Québec / Jean-Lesage (Québec), le 25 avril 1998

¹⁶ Rapport A98A0055 du BST, Difficulté à maîtriser l'appareil, de Havilland DHC-8-102 C-GAAN exploité par Air Labrador, à St. John's (Terre-Neuve), le 28 avril 1998

¹⁷ Bulletin numéro 12/2003 de l'Air Accidents Investigation Branch (AAIB) du Royaume-Uni, de Havilland Canada DHC-8-311 G-BRYJ, en date du 2 mars 2003

¹⁸ Bulletin numéro 2/2004 de l'AAIB du Royaume-Uni, BAe 146-200 G-JEAX, en date du 12 décembre 2002

- De la glace peut s'être formée sur le bec débordant de la gouverne de profondeur et avoir nui au déplacement de la gouverne de profondeur. Ce type de glace est associé à l'adhérence et à l'accumulation de givrage en vol à partir du bord d'attaque du bec débordant. Cette possibilité n'est pas étayée par la nature éphémère de la gêne ni par l'absence de glace sur le bec débordant au moment où ce dernier a été inspecté, après l'incident.
- De la glace peut s'être trouvée dans l'espace entre la gouverne de profondeur et le carénage, au bord de fuite du stabilisateur. Des événements antérieurs ont démontré que des traces de contaminant à cet endroit pouvaient nuire au déplacement de la gouverne de profondeur en restant coincées entre la gouverne de profondeur et le carénage. On a identifié la formation de glace à cet endroit comme la source de gêne la plus plausible ayant pu causer cet événement.

Étant donné le déplacement d'abord libre de la gouverne de profondeur, la nature éphémère de la gêne et l'absence de contaminant à cet endroit au moment de l'inspection effectuée après l'événement, on a considéré peu probable que le contaminant ait été gelé à un endroit fixe dans l'espace en cause. Il semble plutôt qu'un fragment de glace flottait dans le liquide d'antigivrage qui se trouvait sur la gouverne de profondeur de gauche. Pendant la vérification des commandes, ce fragment s'est probablement logé dans l'espace entre la gouverne de profondeur et le carénage, au bord de fuite du stabilisateur, et a donné lieu à l'écart qu'a enregistré le FDR entre la position de la gouverne de profondeur de gauche et celle de la gouverne de profondeur de droite pendant la vérification des commandes latérales. Le fragment de glace n'avait pas à être très gros; comme le montre la figure 1, l'espacement entre le carénage et la gouverne de profondeur n'est que de 0,15 à 0,25 pouce. Étant donné la pluie verglaçante qui était tombée au cours de l'approche précédente et pendant que l'appareil se trouvait au sol entre les vols, il s'agissait probablement de glace transparente, laquelle avait échappé à la détection visuelle pendant le dégivrage. Pendant la vérification des commandes, lorsque le bord de fuite de la gouverne de profondeur a été déplacé de sa position abaissée (position verrouillée avant ce point du vol, comme le montrent les photos 1 et 2) à sa position relevée (comme le montre la photo 3), il est probable que la glace s'est déplacée vers l'avant pour aller se loger entre la gouverne de profondeur et le carénage. Lorsque le pilote a vérifié les commandes latérales, la gouverne de profondeur se trouvait presque à la position neutre, maintenue sans dispositif de retenue ou de verrouillage par son propre poids et les rafales, sans déplacement intentionnel. Dans ces conditions, le pilote ne pouvait sentir l'écart de position entre les gouvernes de profondeur. Il n'y a aucune indication dans le poste de pilotage quant à la position des gouvernes de profondeur ou aux écarts entre ces dernières.

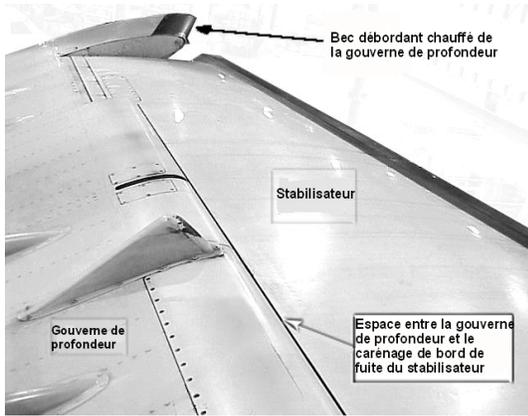


Photo 1. Stabilisateur gauche avec bord de fuite de la gouverne de profondeur abaissé

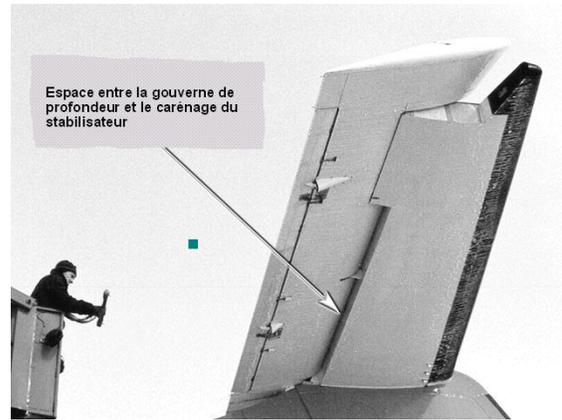


Photo 2. Vue de dessous du stabilisateur montrant l'espace et la gouverne de profondeur en position verrouillée

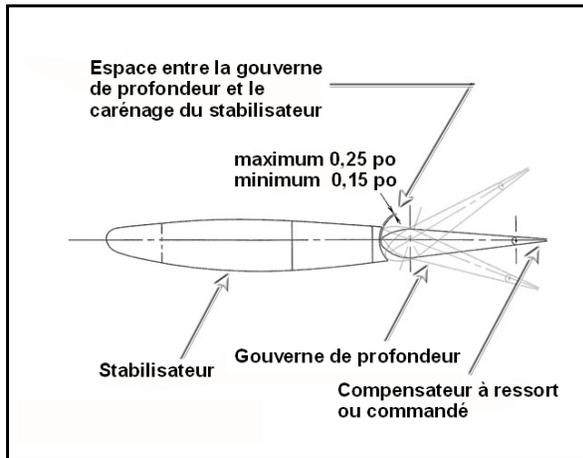


Figure 1. Vue en coupe du stabilisateur et de la gouverne de profondeur

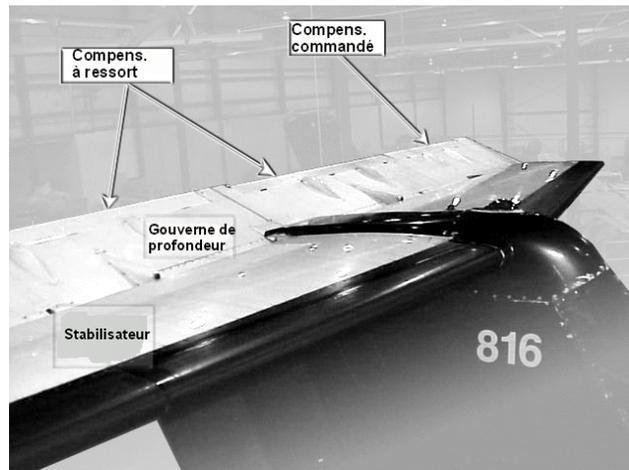


Photo 3. Stabilisateur avec bord de fuite de la gouverne de profondeur en position relevée

Le programme de dégivrage au sol est conçu pour assurer que les surfaces critiques d'un aéronef sont exemptes de glace et de contaminants au décollage. Il consiste à dégivrer l'aéronef conformément aux procédures approuvées de l'exploitant et à l'inspecter avant le décollage. Dans cet événement, il y a eu un écart mineur par rapport à la pratique habituelle, car les deux côtés de la queue ont été dégivrés à partir d'un seul côté de l'avion. Afin de réduire la durée totale du processus de dégivrage, la procédure a été coordonnée entre les opérateurs de flèches, le chef du dégivrage et l'équipage de conduite. L'équipement était performant; la flèche télescopique était assez longue pour que l'opérateur de cette dernière occupe la position normale de dégivrage de l'avion. Rien n'indique que la procédure suivie dans ce cas a eu un effet sur l'événement, mais, par souci de normalisation, l'exploitant a pris des mesures pour s'assurer que, lorsque deux camions sont utilisés, ces derniers travaillent de façon symétrique.

Le programme de dégivrage au sol d'Air Canada Jazz repose sur l'inspection visuelle par l'opérateur de flèche pour vérifier si les surfaces critiques sont exemptes de tout contaminant après le dégivrage de l'avion. Un petit fragment de glace transparente produit un contraste visuel minimal entre lui-même et la surface mouillée de la gouverne de profondeur. Il se peut donc qu'un tel fragment ne soit pas décelé malgré la diligence raisonnable et les qualifications appropriées du personnel de dégivrage. Même si, la plupart du temps, un tel fragment de glace se détache de l'avion à cause du vent provoqué par l'augmentation de la vitesse lors du décollage, il y a un risque qu'il se déplace vers une zone à l'abri de tout écoulement aérodynamique, par exemple entre les gouvernes, comme cela semble avoir été le cas dans cet événement, endroit où sa présence causerait un blocage des commandes d'un aéronef dépourvu de commandes assistées.

Dans le cadre de l'enquête, on a examiné la possibilité qu'une inspection à la recherche de contamination avant le décollage aurait pu constituer un moyen de protection efficace contre cet événement. Dans le présent événement, une telle inspection n'avait pas été effectuée et n'était pas nécessaire puisqu'il n'y avait eu aucune précipitation depuis la fin des opérations de dégivrage et que le manuel d'exploitation d'Air Canada Jazz ne renfermait aucune autre exigence à cet effet. L'inspection visuelle du déporteur de roulis extérieur de l'aile gauche, qui est la surface représentative, n'a permis de déceler ailleurs aucune trace de glace antérieurement non décelée, et elle n'était pas censée le faire. Le manuel d'exploitation d'Air Canada Jazz n'exige pas d'inspection tactile à la recherche de contamination avant le décollage, mais, s'il exigeait une telle inspection, cette dernière serait axée sur l'extrados et le bord d'attaque de l'aile, et elle permettrait probablement de déceler un fragment de glace sur la queue de l'avion. On doute de la valeur concrète d'une inspection tactile incluant le stabilisateur et la gouverne de profondeur d'un avion à empennage en T immédiatement avant le décollage. On conclut donc qu'une inspection visant à relever de la contamination avant le décollage n'aurait probablement pas constitué un moyen de protection efficace dans les circonstances qui prévalaient au moment de cet événement.

La vérification des commandes qu'a effectuée l'équipage de conduite avant le décollage interrompu était conforme aux procédures normales d'exploitation de la compagnie. Cependant, l'avionneur estimait que la plage de débattement des gouvernes de profondeur était trop rapide pour permettre de déceler efficacement toute gêne au niveau des compensateurs et des tubes de conjugaison, ou des deux. Le manuel de vol de l'avion ne renfermait aucun renseignement à cet effet pour les pilotes. Le constructeur a depuis publié des directives d'orientation¹⁹ révisées faisant appel à des vérifications lentes et en douceur des commandes après l'application de liquides de dégivrage ou d'antigivrage. La procédure révisée améliorera l'efficacité de la vérification des commandes, mais elle ne permet pas la détection de glace qui ne s'est pas déplacée entre les gouvernes. Dans l'événement à l'étude, le fait que le débattement de la gouverne de profondeur ait été limité n'était pas évident dans le FDR jusqu'après la vérification de la commande de pas.

¹⁹ Révision temporaire n° 21 au PSM 1-8-1 de de Havilland, données d'exploitation des Dash 8 de la série 100, « Icing Precautions and Procedures and Performance Adjustment for Ground Deicing/Anti-icing Fluid », en date du 12 janvier 2004

La présence d'un fragment non décelé de glace transparente sur une surface critique d'un avion après le dégivrage et avant le décollage constitue une condition dangereuse contre laquelle les moyens de protection existants sont insuffisants pour empêcher le début d'un décollage. Par conséquent, ce fragment de glace peut se déplacer et se loger entre les gouvernes. Dans le cas d'avions dépourvus de commandes assistées, le pilote perçoit l'effet de ce fragment de glace comme un blocage des gouvernes lors du cabrage. Vu l'absence d'événements de cette nature antérieurement documentés, on considère peu probable qu'un tel incident survienne. Une fois l'avion dans les airs, il est probable que ce genre de glace s'en serait détaché au vent. Un blocage en vol est moins probable, et il existe des procédures pour réagir de façon sûre à une telle situation. La réaction appropriée du pilote à un débâtement limité des commandes au moment du cabrage consiste à interrompre le décollage. Dans la plupart des opérations à bord du Dash 8, la vitesse de décision (V_1) et la vitesse de cabrage (V_R) sont égales, et il est certain que les aéronefs exploités conformément aux sous-parties 704 ou 705 du RAC disposent d'une distance d'arrêt suffisante pour que le décollage soit interrompu de façon sûre. Si V_1 est inférieure à V_R , il n'est pas certain que l'aéronef s'arrêtera de façon sûre, et il risque d'y avoir des blessés graves et des dommages importants à l'avion. Dans le cas du vol en cause dans cet événement, V_1 et V_R étaient toutes deux de 92 KIAS.

On a étudié la pertinence des directives d'orientation concernant le vol dans des conditions de pluie verglaçante, car il se peut que la glace soit provenue de la pluie verglaçante tombée au cours du vol précédent et que le vol prévu s'effectue dans des conditions prévues de pluie verglaçante. Ni le RAC, ni les CIACA qui sont toujours accessibles sur le site Web, ni le manuel de vol de l'avion, ni le manuel d'exploitation de la compagnie ne suggèrent que l'on n'aurait pas dû tenter d'effectuer ces vols parce que la pluie verglaçante prévue se trouvait à l'extérieur du domaine d'homologation.

Il y a ambiguïté dans la manière dont ce sujet – vol dans des conditions de pluie verglaçante et de givrage – est présenté dans les publications d'orientation TP 10643 et TP 14052. Ces dernières insistent toutes deux principalement sur le programme des conditions de givrage au sol, mais elles renferment également toutes deux des renseignements concernant le givrage en vol. Dans les normes du RAC, les opérations dans des conditions de givrage et la détection de givrage en vol font partie de la formation sur la contamination des surfaces, qui est du ressort de la publication TP 10643, même si cette dernière affirme que d'autres directives d'orientation peuvent la remplacer. La publication TP 14052 se présente comme l'autorité supérieure en mentionnant qu'elle remplace toutes les CIACA antérieures et qu'elle « doit » être incluse dans le programme de formation de la compagnie. Même si son intention se limite probablement à la formation sur le givrage au sol, la norme 725.124 du RAC ne reconnaît pas la formation sur le givrage au sol séparément de la formation sur la contamination des surfaces, laquelle englobe les opérations dans des conditions de givrage et la détection de givrage en vol.

Les renseignements que renferment les TP ne sont pas techniquement erronés et ils n'ont pas contribué directement à cet événement. Cependant, l'incapacité de différencier les critères d'homologation des règlements d'exploitation ainsi qu'une consultation insuffisante des deux CIACA peuvent occasionner les problèmes suivants :

- une fausse impression selon laquelle la réglementation interdit le vol dans des conditions de pluie verglaçante;

- une réduction de la perceptibilité des documents de sécurité importants concernant de telles opérations;
- une compréhension divergente des dangers et des procédures concernant les opérations aériennes dans des conditions de givrage.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Un fragment de glace transparente s'est fort probablement déplacé dans l'espace entre la partie avant de la gouverne de profondeur de gauche et le carénage situé à l'arrière du stabilisateur lorsque le bord de fuite de la gouverne de profondeur a été relevé pendant la vérification des commandes, et ce fragment a nui au déplacement de la gouverne de profondeur lorsque le pilote a tenté un cabrage en vue de décoller.

Fait établi quant aux risques

1. Les moyens de protection actuels ne peuvent empêcher la présence de fragments non décelés de glace transparente sur la surface critique d'un aéronef qui est enduite d'un liquide de dégivrage après le dégivrage. Dans le cas d'un aéronef équipé de gouvernes non assistées, cette glace peut nuire au déplacement des gouvernes pendant le décollage et entraîner l'interruption du décollage par le pilote, ce qui constitue un risque qu'il y ait des blessés graves ou des dommages importants dans le cas d'opérations où la vitesse de décision (V_1) est inférieure à la vitesse de cabrage (V_R) et où l'aéronef ne peut s'immobiliser sur la longueur de piste restante.

Autre fait établi

1. Les documents d'orientation TP 10643 et TP 14052 de Transports Canada renferment des renseignements incomplets concernant le vol dans des conditions de pluie verglaçante et les opérations dans des conditions de givrage. Il se peut donc que les équipages de conduite et les équipes au sol possèdent une compréhension divergente des dangers et des procédures concernant les opérations aériennes dans des conditions de givrage et que des équipages de conduite ignorent l'existence de documents de sécurité importants concernant le vol dans des conditions de givrage.

Mesures de sécurité prises

L'avionneur a publié une procédure révisée de vérification des commandes après l'application de liquides de dégivrage ou d'antigivrage.

Par souci de normalisation, l'exploitant a pris des mesures pour s'assurer que, lorsque deux camions sont utilisés pour dégivrer un aéronef, ces derniers travaillent de façon symétrique.

L'exploitant a incorporé des leçons tirées de cet événement aux exposés des équipages de conduite sur les opérations hivernales et il a spécifiquement souligné la recommandation de l'avionneur en matière de vérification des commandes de vol.

L'exploitant a modifié la procédure normale d'exploitation concernant le Dash 8 en y incluant une nouvelle exigence visant à effectuer une vérification des commandes après l'application de liquides de dégivrage et d'antigivrage. Cette vérification exige que l'on procède à un déplacement lent des gouvernes d'une butée à l'autre, à la recherche d'une gêne ou de forces inhabituelles, et elle s'ajoute à la vérification des commandes exigée immédiatement avant le décollage.

NAV CANADA a pris des mesures visant à rectifier l'utilisation de codes de précipitations désuets à la partie réservée aux remarques dans les rapports météorologiques. Les rapports météorologiques qui sont transmis aux pilotes en format METAR sont générés par ordinateur à partir d'observations codées par l'observateur dans le format antérieur SA à l'aide des anciens codes. La partie du rapport réservée aux remarques comporte seulement du texte libre qui n'est pas converti en code METAR. NAV CANADA est en train de convertir les documents relatifs aux observations météorologiques du format SA (Amérique du Nord) au format METAR (OACI). Ce changement sera mis en oeuvre le 15 juin 2005 et permettra de réduire les cas fortuits de codes SA dans des observations METAR.

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 14 mars 2005.

Annexe A – Renseignements provenant de l'enregistreur de données de vol

