



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A24W0038

IMPACT DE LA PARTIE ARRIÈRE DU FUSELAGE ET ATERRISSAGE DUR

WestJet Encore Ltd.
Bombardier Inc. DHC-8-402, C-GJWE
Aéroport international de Calgary (CYJC) (Alberta)
13 avril 2024

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales. **Le présent rapport n'est pas créé pour être utilisé dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.** Reportez-vous aux Conditions d'utilisation à la fin du rapport.

Déroulement du vol

Le 13 avril 2024, un aéronef Bombardier Inc.¹ DHC-8-402 (immatriculation C-GJWE, numéro de série 4460) exploité par WestJet Encore Ltd. effectuait le vol WEN3136 de l'aéroport de Fort McMurray (CYMM) (Alberta) à l'aéroport international de Calgary (CYJC) (Alberta) avec 4 membres d'équipage et 78 passagers à bord.

Le premier officier (P/O) était le pilote aux commandes et le commandant de bord était le pilote surveillant. L'équipage de conduite avait initialement planifié et préparé son atterrissage sur la piste 17L; or, tout juste avant la descente, il a été informé que la piste en service avait été changée pour la piste 35R. Il a fait un exposé verbal sur l'approche Y par navigation de surface (qualité de navigation requise) (RNAV [RNP]) de la piste 35R avant la descente, qui a débuté à 14 h 38, heure

¹ Le titulaire actuel du certificat de type est De Havilland Aircraft of Canada Limited.

avancée des Rocheuses², à partir de 24 000 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL). Les données de l'enregistreur numérique de données de vol (DFDR) ont montré que l'approche était typique, avec une légère turbulence pendant la descente. À environ 6100 pieds ASL, le train d'atterrissage a été sorti, les volets ont été réglés à 15° et les hélices ont été réglées à 1020 tr/min pour l'atterrissage.

Selon la masse de l'aéronef de 58 738 livres à l'atterrissage, la vitesse d'approche a été établie à 132 nœuds de vitesse indiquée³. Les vents de surface signalés soufflaient du 330° vrai (V) à 10 nœuds, avec des rafales à 20 nœuds. La vitesse d'approche n'a pas été augmentée pour tenir compte des rafales.

Le pilote automatique a été débrayé à 500 pieds au-dessus du sol (AGL), et le reste de l'approche a été pilotée manuellement par le P/O. À partir de 500 pieds AGL et jusqu'au toucher des roues, les manettes des gaz ont été réglées 12 fois vers le haut et vers le bas, entre un couple de 22 % et un couple de 4 % (annexe A). Lorsque l'aéronef se trouvait à une altitude inférieure à 350 pieds AGL en approche, sa trajectoire de descente variait, passant au-dessus et en dessous de la trajectoire de descente de 3°. Pendant ce temps, le commandant de bord a fait 3 annonces à l'intention du P/O afin que celui-ci augmente la puissance. Le P/O a réagi à chacune des annonces en augmentant la puissance; toutefois, la dernière augmentation de puissance a été rapidement suivie d'une réduction de celle-ci à un couple de 4 %.

L'aéronef a franchi le seuil de la piste 35R à 65 pieds AGL. Au cours des 6 secondes qui ont suivi, l'aéronef a subi des rafales d'une vitesse d'environ 8 nœuds qui ont dégradé ses performances. Le P/O s'est mis à augmenter l'assiette en cabré pour amorcer l'arrondi, ce qui a fait ralentir l'aéronef à une vitesse corrigée de 120 nœuds. Deux secondes avant le toucher des roues, l'assiette en tangage est passée de 5° à 8,3°, et les manettes des gaz ont été poussées. Au toucher des roues, la puissance a augmenté à un couple de 8 % et est passée à un couple de 18 % après le toucher des roues.

À 14 h 52 min 26 s, le fuselage arrière de l'aéronef a touché la piste à environ 1070 pieds au-delà du seuil; le voyant d'avertissement « TOUCHED RUNWAY »⁴ s'est allumé sur le panneau de voyants d'avertissement et d'alarme. Le commandant de bord a fait rouler l'appareil jusqu'à la porte de débarquement. Pendant que les passagers descendaient de l'avion de manière habituelle, l'équipage de conduite a discuté de l'atterrissage et a appelé le service de maintenance de la compagnie. Il n'y a eu aucun blessé. La radiobalise de repérage d'urgence ne s'est pas déclenchée.

² Les heures sont exprimées en heure avancée des Rocheuses (temps universel coordonné moins 6 heures).

³ Les procédures d'exploitation normalisées de WestJet Encore Ltd. indiquent une vitesse d'approche qui est fondée sur la vitesse de référence d'atterrissage de l'avionneur, plus 10 nœuds.

⁴ Le voyant d'avertissement « TOUCHED RUNWAY » indique à l'équipage de conduite que la structure inférieure de la partie arrière du fuselage est entrée en contact avec la piste. Son allumage nécessite une inspection de l'aéronef par des membres qualifiés du personnel de maintenance avant d'entreprendre tout autre vol.

Dommmages à l'aéronef

L'aéronef a subi des dommages importants sur la structure inférieure de la partie arrière du fuselage, soit une déformation des cadres et des lisses, et des perforations sur le revêtement inférieur. Le coupe-circuit en cas de contact queue-sol s'est également rompu pendant l'impact (figure 1).

L'inspection a révélé des ondulations dans le revêtement intérieur de la nacelle du moteur gauche. L'enquête n'a pas permis de déterminer si ces dommages ont été subis pendant l'événement.

Figure 1. Dommages sur la structure inférieure de la partie arrière du fuselage et coupe-circuit en cas de contact queue-sol de l'aéronef à l'étude (Source : tierce partie [avec permission], avec annotations du BST)



Renseignements sur l'équipage de conduite

L'équipage de conduite avait été jumelé pour 4 jours, et le vol à l'étude était le dernier de ce jumelage. L'enquête a permis de déterminer que les membres de l'équipage de conduite détenaient les licences appropriées pour le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

Le commandant de bord détenait une licence valide de pilote de ligne – avion. Au moment de l'événement, il avait à son actif 3509 heures de vol au total, dont 1981 heures sur la série d'aéronefs DHC-8-400. Le commandant de bord travaillait pour WestJet Encore Ltd. depuis 2019.

Le P/O détenait une licence valide de pilote professionnel – avion. Au moment de l'événement, il avait à son actif 1390 heures de vol au total, dont 184 heures sur la série d'aéronefs DHC-8-400. Le P/O travaillait pour WestJet Encore Ltd. depuis novembre 2023. Il avait suivi sa formation initiale sur les simulateurs graphiques et les simulateurs de vol complet en décembre 2023, et son entraînement en ligne avait eu lieu en février 2024. Depuis lors, le P/O avait effectué 84 vols en tant que membre de l'équipage de conduite, dont le vol à l'étude.

Ce vol était le 1^{er} vol de la journée pour l'équipage de conduite. D'après un examen de l'horaire de travail et de repos des membres de l'équipage de conduite, rien n'indique que la fatigue a nui à leur rendement.

Renseignements météorologiques

L'équipage de conduite a obtenu des renseignements météorologiques à partir des prévisions de zone graphique, des prévisions d'aérodrome et du message d'observation météorologique régulière d'aérodrome de CYYC, tous de NAV CANADA, qui indiquaient les conditions suivantes à 15 h :

- vents du 330°V à 12 nœuds, avec rafales à 20 nœuds;
- direction du vent variable de 260°V à 350°V;
- visibilité de 40 milles terrestres;
- quelques nuages à 11 000 pieds, plafond de nuages fragmentés à 20 000 pieds;
- température de 17 °C, point de rosée de -8 °C;
- calage altimétrique de 29,78 pouces de mercure.

Renseignements sur l'aéronef

Le DHC-8-402 est un avion de ligne à biturbopropulseur (PW150A de Pratt & Whitney) qui est utilisé pour les services de transport régional et peut accueillir 78 passagers. L'aéronef a une masse maximale au décollage de 65 200 livres et une masse maximale à l'atterrissage de 62 000 livres. L'aéronef a été construit en 2013; au moment de l'événement, il comptait 20 941 heures de vol cellule et 19 076 cycles.

Au moment de l'événement, la masse et le centre de gravité de l'aéronef se trouvaient dans les limites prescrites, et il n'y avait aucune déféctuosité connue non corrigée. En outre, rien n'indique que la défaillance d'un composant ou d'un système a joué un rôle dans l'événement à l'étude.

Enregistreurs de bord

L'aéronef à l'étude était équipé d'un enregistreur de conversations de poste de pilotage (CVR) capable d'enregistrer 120 minutes de données audio et d'un DFDR qui enregistrerait divers paramètres, y compris l'indication de référence air-sol, l'indication de voyant « TOUCHED RUNWAY » et les données d'accélération verticale (N_z). L'aéronef était également muni d'un ordinateur gérant le système de gestion de vol, qui assurait le contrôle centralisé des capteurs de navigation de l'aéronef, de la planification de vol informatisée et de la gestion du carburant.

Le CVR et le DFDR ont été envoyés au Laboratoire d'ingénierie du BST à Ottawa (Ontario) pour le téléchargement des données. Le CVR a fourni l'enregistrement audio des communications entre le commandant de bord et le P/O avant et pendant l'événement.

Le DFDR a révélé une N_z de 2,31 *g* et une accélération latérale de 0,54 *g* lors du contact avec la piste ainsi que d'autres paramètres pour le vol à l'étude.

Atterrissage dur

Le manuel de maintenance de l'aéronef précise les procédures d'inspection requises après un atterrissage dur et avant la remise en service de l'aéronef. Les atterrissages durs sont enregistrés par le DFDR en termes de N_z . Les inspections sont classées au niveau 1 ou 2, en fonction de la masse de l'aéronef à l'atterrissage. Dans le cas des aéronefs dont la masse à l'atterrissage se situe entre 58 000 et 62 000 livres et dont la N_z se situe entre 2,20 et 2,39*g*, une inspection de niveau 1 est requise⁵. Après l'événement, une inspection de niveau 1 a été effectuée.

Surveillance de l'assiette en tangage

Aux alentours de 2003, à la suite d'une série d'incidents d'impact de la partie arrière du fuselage sur des aéronefs DHC-8 où les pilotes ont réagi instinctivement en augmentant rapidement l'assiette en tangage pour freiner un taux de descente excessif, le constructeur de l'aéronef (Bombardier Inc.) a produit une vidéo de formation⁶. La vidéo souligne l'importance de surveiller l'assiette en tangage et de gérer l'énergie de l'aéronef en contrôlant un taux de descente excessif par une application de puissance moteur plutôt que par une augmentation de l'assiette en tangage près du sol.

Bien que les amortisseurs oléopneumatiques du train d'atterrissage principal soient comprimés lors d'un atterrissage dur, le fuselage de l'aéronef DHC-8-400 touche le sol à un angle de tangage d'environ 7°.

En 2008, même si la vidéo était disponible depuis 5 ans, des impacts de la partie arrière du fuselage se produisaient encore. En réponse, le fabricant a émis une lettre de service le 11 septembre 2008⁷. La lettre s'adressait uniquement aux exploitants de DHC-8-400 et réitérait l'importance de la surveillance de l'assiette en tangage durant l'arrondi et le poser. La lettre recommandait d'inclure des annonces normalisées concernant des assiettes en tangage de 5° et 6° dans les procédures et de gérer le taux de descente sous 200 pieds AGL au moyen des manettes des gaz. La lettre de service faisait aussi référence à la vidéo de formation et suggérait aux exploitants d'administrer de la formation initiale et périodique sur la surveillance de l'assiette en tangage.

⁵ De Havilland Aircraft of Canada Limited, *De Havilland Dash 8 Series 400 Aircraft Maintenance Manual*, révision temporaire (14 septembre 2023), tâche 05-50-06-210-801 : Inspection After a Hard Landing.

⁶ De Havilland Inc. (Bombardier Inc.), « Dash 8-Q400 Pitch Awareness » [vidéo] (2003).

⁷ Bombardier Inc., Service Letter DH8-400-SL-00-020: Q400 Pitch Awareness Training (11 septembre 2008).

En plus de l'événement à l'étude, 13 autres événements avec impact de la partie arrière du fuselage sur des aéronefs DHC-8 ont été signalés au BST depuis 2002 : 1 pour la série 100, 6 pour la série 300 et 6 pour la série 400⁸. Dans ces événements, le tangage avait dépassé les limites indiquées dans le manuel d'utilisation de l'aéronef.

Procédures et formation de WestJet Encore Ltd.

Le manuel d'utilisation de l'aéronef DHC-8-400⁹ de WestJet Encore Ltd. inclut, dans ses procédures normales, les procédures relatives à l'assiette en tangage et les annonces standards suivantes :

- Lorsque l'assiette en tangage est proche de 5°, le pilote surveillant doit annoncer « 5 degrees [5 degrés] » et le pilote aux commandes doit déclarer « 5 degrees [5 degrés] ».
- Lorsque l'assiette en tangage est proche de 6°, le pilote surveillant doit annoncer « 6 degrees [6 degrés] » et le pilote aux commandes doit déclarer « Correcting [Correction] » et régler l'assiette en tangage à 5° ou moins.

Dans l'événement à l'étude, l'augmentation de l'assiette en tangage a pris moins de 2 secondes pour passer de 5° à 8,3° au toucher des roues. Pendant ce temps, aucune annonce standard n'a été effectuée pour les assiettes en tangage de 5° et 6°.

La formation en salle de classe, sur simulateur de vol graphique et sur simulateur de vol complet offerte par WestJet Encore Ltd. a été examinée et il a été déterminé qu'elle couvrait les informations contenues dans la lettre de service et la vidéo du fabricant.

Rapports de laboratoire du BST

Le BST a produit les rapports de laboratoire suivants dans le cadre de la présente enquête :

- LP072/2024 – Flight Data Recovery [Récupération des données de vol]
- LP073/2024 – CVR Audio Recovery (Récupération des données audio du CVR)

Mesures de sécurité prises

À la suite de l'événement à l'étude, le commandant de bord et le P/O ont suivi une formation supplémentaire sur simulateur avant de se voir confier d'autres tâches de pilotage. Cette formation visait, entre autres, à accroître leur sensibilisation au tangage. WestJet Encore Ltd. a également :

- sensibilisé ses équipages de conduite aux assiettes en tangage, aux contacts queue-sol et aux atterrissages durs dans un certain nombre de ses produits de communication internes;

⁸ Enquêtes du BST sur les impacts de la partie arrière du fuselage : A24A0038 (en cours), A22C0093, A22C0094, A20Q0013, A16Q0002, A14W0079, A13O0098, A12Q0161, A12O0156, A09O0073, A08W0229, A05Q0054 et A02O0317.

⁹ WestJet Encore Ltd., *Aircraft Operating Manual - DHC-8-400*, révision 027 (1^{er} juin 2023), article 3.1.1 : Standard Callouts, p. 3–5.

- modifié son programme de formation des pilotes et ses documents d'orientation pour mettre davantage l'accent sur la surveillance de l'assiette en tangage, la technique d'atterrissage, les annonces du pilote surveillant et la gestion de la puissance lors de l'arrondi;
- augmenté le recours à la configuration d'atterrissage avec les volets réglés à 35° durant l'entraînement en ligne initial et lors de la formation initiale et périodique sur simulateur.

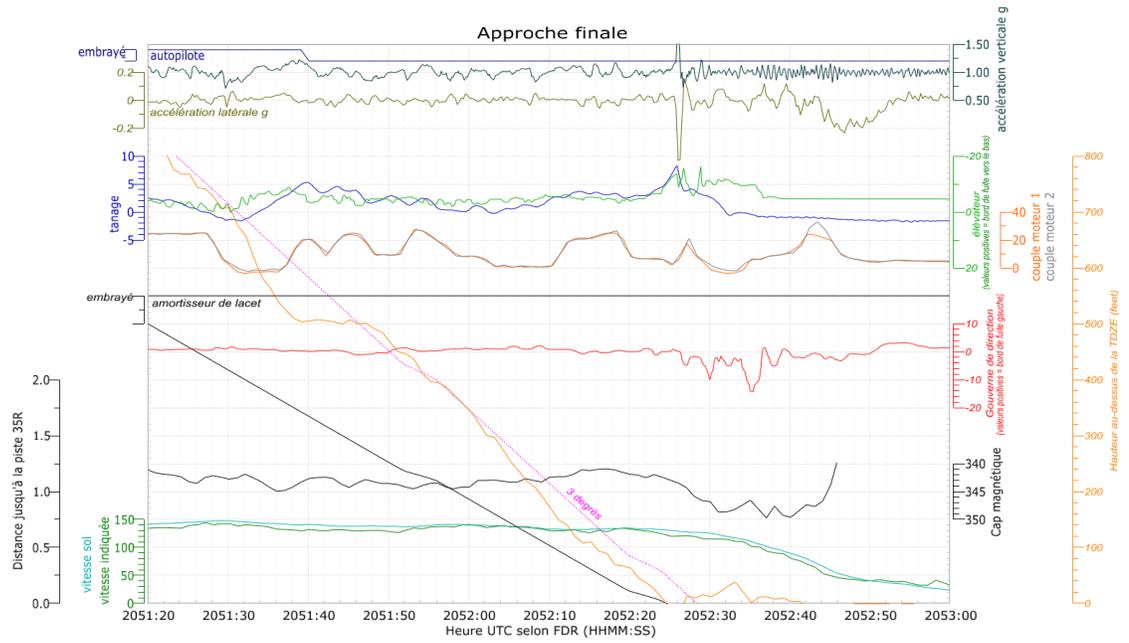
Messages de sécurité

On rappelle aux équipages de conduite que, dans les dernières étapes d'une approche, il faut freiner le taux de descente en augmentant la puissance, surtout lorsque l'aéronef utilisé a des antécédents d'impact de la partie arrière du fuselage, ce qui est le cas de la série d'aéronefs DHC-8-400.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 14 novembre 2024. Le rapport a été officiellement publié le 26 novembre 2024.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les principaux enjeux de sécurité auxquels il faut remédier pour rendre le système de transport canadien encore plus sécuritaire. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

Annexe A – Paramètres extraits de l’enregistreur numérique de données de vol de l’aéronef à l’étude



Source : BST

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

Ce rapport est le résultat d'une enquête sur un événement de catégorie 4. Pour de plus amples renseignements, se référer à la Politique de classification des événements au www.bst.gc.ca

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

CONDITIONS D'UTILISATION

Utilisation dans le cadre d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre

La Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports stipule que :

- 7(3) Les conclusions du Bureau ne peuvent s'interpréter comme attribuant ou déterminant les responsabilités civiles ou pénales.
- 7(4) Les conclusions du Bureau ne lient pas les parties à une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Par conséquent, les enquêtes du BST et les rapports qui en découlent ne sont pas créés pour être utilisés dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Avisez le BST par écrit si ce rapport d'enquête est utilisé ou pourrait être utilisé dans le cadre d'une telle procédure.

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire le contenu du présent rapport d'enquête en totalité ou en partie à des fins non commerciales, dans un format quelconque, sans frais ni autre permission, à condition :

- de faire preuve de diligence raisonnable quant à la précision du contenu reproduit;
- de préciser le titre complet du contenu reproduit, ainsi que de stipuler que le Bureau de la sécurité des transports du Canada est l'auteur;
- de préciser qu'il s'agit d'une reproduction de la version disponible au [URL où le document original se trouve].

Reproduction commerciale

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu du présent rapport d'enquête, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite du BST.

Contenu faisant l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie

Une partie du contenu du présent rapport d'enquête (notamment les images pour lesquelles une source autre que le BST est citée) fait l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie et est protégé par la Loi sur le droit d'auteur et des ententes internationales. Pour des renseignements sur la propriété et les restrictions en matière des droits d'auteurs, veuillez communiquer avec le BST.

Citation

Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A24W0038* (publié le 26 novembre 2024).

Bureau de la sécurité des transports du Canada
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741; 1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@bst.gc.ca

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2024

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A24W0038

N° de cat. TU3-10/24-0038F-PDF
ISBN 978-0-660-74410-0

Le présent rapport se trouve sur le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.