



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A20P0013

Sortie de piste

WestJet Encore Ltd.
De Havilland Aircraft of Canada Ltd. DHC-8-402, C-FKWE
Aéroport de Terrace (Colombie-Britannique)
31 janvier 2020

Canada

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

Ce rapport est le résultat d'une enquête sur un événement de catégorie 3. 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 ces documents sont utilisés ou pourraient être utilisés dans le cadre d'une telle procédure.

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire ce 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 ce 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 de ce 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 A20P0013* (publié le 22 juillet 2021).

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 la Reine du chef du Canada, représentée par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2021

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A20P0013

N° de cat. TU3-10/20-0013F-1-PDF

ISBN 978-0-660-39658-3

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.

Table des matières

1.0 Renseignements de base	6
1.1 Déroulement du vol.....	6
1.2 Personnes blessées.....	12
1.3 Dommages à l'aéronef.....	12
1.4 Autres dommages.....	12
1.5 Renseignements sur le personnel.....	13
1.6 Renseignements sur l'aéronef.....	13
1.6.1 Accident antérieur.....	14
1.7 Renseignements météorologiques.....	14
1.8 Aides à la navigation.....	16
1.9 Communications.....	16
1.10 Renseignements sur l'aérodrome.....	16
1.10.1 Marques et balisage de la piste 33.....	17
1.10.2 Visibilité.....	18
1.10.3 Déneigement.....	18
1.10.4 Coefficient canadien de frottement sur piste.....	19
1.11 Enregistreurs de bord.....	20
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact.....	21
1.12.1 Fuselage et train d'atterrissage avant.....	21
1.12.2 Hélices.....	21
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques.....	22
1.14 Incendie.....	22
1.15 Questions relatives à la survie des occupants.....	22
1.16 Essais et recherche.....	22
1.16.1 Rapports de laboratoire du BST.....	22
1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion.....	23
1.17.1 Généralités.....	23
1.17.2 Suppression de la référence au coefficient canadien de frottement sur piste.....	23
1.17.3 Procédures avant et après la suppression du coefficient canadien de frottement sur piste des manuels.....	25
1.18 Renseignements supplémentaires.....	27
1.18.1 Facteurs humains.....	27
1.18.2 Prise de décisions et conscience situationnelle.....	29
1.18.3 Évaluation des performances de décollage et d'atterrissage, et format de compte rendu mondial.....	31
1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces.....	33
2.0 Analyse	34
2.1 Introduction.....	34
2.2 Repères visuels de nuit.....	34
2.3 Atterrissage.....	35
2.4 Évaluation de l'état de piste.....	36

3.0	Faits établis	40
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	40
3.2	Faits établis quant aux risques	40
3.3	Autres faits établis.....	41
4.0	Mesures de sécurité	42
4.1	Mesures de sécurité prises	42
4.1.1	WestJet Encore Ltd.	42
4.1.2	Terrace-Kitimat Airport Society.....	42
	Annexes	43
	Annexe A – Matrice d’évaluation de l’état de piste de WestJet Encore Ltd.	43
	Annexe B – Procédure d’atterrissage sur pistes contaminées de WestJet Encore Ltd.	44

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A20P0013

SORTIE DE PISTE

WestJet Encore Ltd.

De Havilland Aircraft of Canada Ltd. DHC-8-402, C-FKWE

Aéroport de Terrace (Colombie-Britannique)

31 janvier 2020

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.** Voir Conditions d'utilisation à la page ii.

Résumé

Le 31 janvier 2020, un aéronef DHC-8-402 de De Havilland Aircraft of Canada Ltd. (immatriculation C-FKWE, numéro de série 4467) exploité par WestJet Encore Ltd. effectuait le vol WEN3107 de l'aéroport international de Vancouver (Colombie-Britannique) jusqu'à l'aéroport de Terrace (Colombie-Britannique) avec à son bord 4 membres d'équipage et 43 passagers. À 21 h 06, heure normale du Pacifique, pendant la course à l'atterrissage sur la piste 33, l'aéronef a dérivé vers la gauche depuis la zone déneigée de la piste, et le train d'atterrissage principal gauche est entré en contact avec un andain. En conséquence, l'aéronef a été tiré vers la gauche; le train d'atterrissage avant et le train d'atterrissage principal droit sont également entrés en contact avec l'andain. L'aéronef a roulé dans la zone de la piste qui n'était pas déneigée, et le train d'atterrissage principal gauche a quitté la surface de la piste, au-delà des feux de bord de piste. L'aéronef a ainsi parcouru une distance d'environ 400 pieds avant de regagner la piste. Pendant la sortie de piste, en traversant l'andain et la zone de la piste qui n'était pas déneigée, le train d'atterrissage avant de l'aéronef s'est affaissé vers l'arrière. Après l'immobilisation de l'aéronef, l'équipage de conduite a demandé l'intervention des services de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronefs. Il n'y a eu aucun blessé. Les passagers ont été transportés à l'aérogare par autobus environ 30 minutes après l'atterrissage. Les dommages à l'aéronef comprenaient l'affaissement du train d'atterrissage avant ainsi que des dommages aux pales de l'hélice droite. L'accident s'est produit durant les heures d'obscurité, par visibilité limitée en raison d'une chute de neige.

1.0 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Le 31 janvier 2020, l'équipage de conduite de l'événement à l'étude est arrivé à l'aéroport international de Victoria (CYYJ) (Colombie-Britannique) à 15 h 05² pour amorcer le 3^e jour d'une série de 4 jours au cours desquels les 2 pilotes étaient jumelés pour effectuer plusieurs vols en Colombie-Britannique. L'équipage a effectué son premier vol de la journée vers l'aéroport international de Vancouver (CYVR) (Colombie-Britannique), où il a atterri à 18 h 43.

À 19 h 28, l'aéronef DHC-8-402 de De Havilland Aircraft of Canada Ltd. (immatriculation C-FKWE, numéro de série 4467), exploité par WestJet Encore Ltd. (WestJet Encore) et effectuant le vol WEN3107, a quitté CYVR en direction de l'aéroport de Terrace (CYXT) (Colombie-Britannique) avec à son bord 4 membres d'équipage et 43 passagers. Le commandant de bord était le pilote aux commandes et le premier officier (P/O) était le pilote surveillant.

À 20 h 18, l'équipage de conduite a reçu le message d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) qui avait été émis pour CYXT à 20 h. Le message indiquait ce qui suit : vents soufflant du 350° vrai (V) à 15 nœuds avec rafales à 24 nœuds, visibilité de ¾ mille terrestre (SM) dans de la faible neige, visibilité verticale (ciel obscurci) à 300 pieds au-dessus du sol (AGL), température de 0 °C, point de rosée de moins 0 °C et calage altimétrique à 29,03 pouces de mercure.

L'Annexe 13 à la *Convention relative à l'aviation civile internationale* exige des États qui effectuent des enquêtes sur les accidents de protéger les enregistrements des conversations dans le poste de pilotage¹. Le Canada se conforme à cette exigence en protégeant tous les enregistrements de bord, y compris ceux des enregistreurs de conversations de poste de pilotage (CVR), en vertu de la *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports*. Même si le BST peut faire usage de tout enregistrement de bord dans l'intérêt de la sécurité des transports, il n'est pas autorisé à divulguer sciemment toute partie d'un enregistrement de bord qui n'a aucun rapport avec les causes ou les facteurs contributifs d'un accident ou avec la détermination des lacunes de sécurité.

La raison pour laquelle on protège l'information que contiennent les CVR se fonde sur le principe selon lequel cette protection aide à assurer que les pilotes continuent de s'exprimer librement et que ces données essentielles sont mises à la disposition des enquêtes de sécurité. Le BST a toujours pris très au sérieux ses obligations en la matière et a rigoureusement limité l'usage des données des CVR dans ses rapports. À moins que le contenu du CVR soit requis pour étayer un fait établi et cerner une lacune de sécurité importante, il n'est pas inclus dans le rapport du BST.

Pour valider les questions de sécurité soulevées par la présente enquête, le BST s'est servi de l'information provenant du CVR dans son rapport. Dans chaque cas, les données ont été soigneusement examinées pour s'assurer qu'elles étaient nécessaires pour promouvoir la sécurité des transports.

¹ Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), Annexe 13 à la *Convention sur l'aviation civile internationale : Enquêtes sur les accidents et incidents d'aviation*, 12^e édition (juillet 2020), paragraphe 5.12.

² Les heures sont exprimées en heure normale du Pacifique (temps universel coordonné moins 8 heures).

À 20 h 19, soit 47 minutes avant l'atterrissage, l'équipage de conduite a commencé à se préparer à l'approche Y par système d'atterrissage aux instruments vers la piste 33. Les préparatifs comprenaient la production du rapport d'atterrissage³. En se référant à l'état de la piste tiré du plan de vol exploitation, qui indiquait une surface recouverte à 100 % d'une trace de neige mouillée, et de la matrice d'évaluation de l'état de piste (RCAM)⁴ du manuel de référence rapide (QRH) de WestJet Encore (annexe A), l'équipage de conduite a évalué que le code d'état de piste (RCC)^{5,6} était 5⁷.

À 20 h 24, l'équipage a examiné le rapport d'atterrissage généré par le système embarqué de communications, d'adressage et de compte rendu (ACARS)⁸. La distance d'atterrissage avait été calculée conformément aux procédures d'exploitation normalisées (SOP) énoncées dans le manuel d'exploitation de l'aéronef (AOM) de WestJet Encore. Ces calculs indiquaient que la longueur de piste disponible était suffisante.

À 20 h 31, l'équipage de conduite a reçu un compte rendu météorologique de pilote (PIREP) d'un autre aéronef⁹ indiquant que le freinage était bon et que la piste était recouverte de ½ pouce de neige. Quelques minutes plus tard, le PIREP a été révisé pour indiquer qu'il y avait ¼ pouce de neige et que le freinage était au moins passable à l'atterrissage.

À 20 h 33, l'équipage de conduite de l'événement à l'étude a reçu le compte rendu de l'état de la surface de la piste (RSC) pour la piste 15/33 du contrôleur du Centre de contrôle

³ Le rapport d'atterrissage est produit à l'aide du système embarqué de communications, d'adressage et de compte rendu (ACARS).

⁴ La matrice d'évaluation de l'état de piste (RCAM) est définie comme étant une « [m]atrice permettant d'évaluer le code d'état de piste, à l'aide de procédures connexes, à partir d'un ensemble de conditions observées à la surface de la piste ». (Source : Transports Canada, Circulaire d'information [CI] 300-019 : *Utilisation du format GRF (pour Global Reporting Format) pour la présentation de rapports sur l'état de la surface de la piste*, numéro d'édition 01 [31 juillet 2019], sous-section 2.3.)

⁵ « Les critères d'évaluation comprennent des descriptions de la surface de la piste qui servent à déterminer le code d'état de piste (RWYCC). » (Source : Ibid., sous-section 4.4.)

⁶ L'abréviation RWYCC est également utilisée pour le code d'état de piste (RCC).

⁷ Les codes d'état de piste vont de 6 (piste sèche) à 0 (« La décélération au freinage varie de minimale à inexistante compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maîtrise en direction est incertaine. »). Le code d'état de piste 5 indique que « [!]a décélération au freinage est normale compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues ET la maîtrise en direction est normale ». (Source : Transports Canada, Circulaire d'information [CI] 300-019 : *Utilisation du format GRF (pour Global Reporting Format) pour la présentation de rapports sur l'état de la surface de la piste*, numéro d'édition 01 [31 juillet 2019], sous-section 6.4.)

⁸ L'ACARS permet de transmettre et de recevoir des messages par liaison de données. Ces messages sont envoyés par radio très haute fréquence ou par satellite, selon l'endroit où se trouve l'aéronef et l'équipement dont il dispose.

⁹ Le rapport a été généré par le pilote d'un DHC-8-402 qui avait atterri à CYXT à 19 h 08, puis décollé à 20 h 11. L'enquête n'a pas permis de déterminer à quelle heure les renseignements fournis dans le rapport du pilote ont été consultés.

régional de Vancouver (contrôleur du centre). Le compte rendu RSC, émis à 19 h 57, indiquait ce qui suit :

- largeur dégagée de 100 pieds, recouverte à 100 % d'une trace de neige mouillée;
- largeur restante recouverte à 100 % de neige mouillée d'une profondeur de 8 pouces;
- température de 0 °C;
- coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI) de 0,09¹⁰.

Bien que les procédures du manuel de référence rapide de WestJet Encore n'exigeaient plus que le CRFI soit pris en compte pour calculer la distance d'atterrissage ou la limite de vent de travers (voir la section 1.17 du présent rapport), l'équipage de conduite a discuté de la valeur CRFI de 0,09 et de ce qu'elle signifiait pour l'état actuel de la piste, étant donné qu'une trace de neige mouillée ne semblait pas concorder avec la faible valeur CRFI. L'équipage de conduite a cherché des informations relatives au CRFI dans le manuel de référence rapide; toutefois, les références au CRFI avaient été supprimées lorsque des modifications avaient été apportées à des manuels l'année précédente. Après discussion, l'équipage de conduite a réévalué le RCC et lui a attribué le code 3 en fonction du freinage signalé dans le PIREP mis à jour et dans le compte rendu RSC. Le RCC de 3 signifiait que la décélération au freinage ou la maîtrise en direction pouvaient être sensiblement réduites¹¹, et ce code limitait la composante de vent de travers à un maximum de 14 nœuds (annexe A).

L'équipage de conduite a tenté activement de déterminer les exigences d'atterrissage. En tenant compte des vents indiqués dans le METAR de 20 h et en utilisant l'outil de calcul de vent de travers de l'organisateur électronique de poste de pilotage, l'équipage de conduite a conclu que la composante de vent de travers se situait dans la limite de 14 nœuds. Le contrôleur du centre a demandé à l'équipage de conduite de l'événement à l'étude quelle valeur CRFI serait requise pour l'atterrissage. L'équipage de conduite a répondu qu'il examinait la question. Ensuite, l'équipage a demandé des éclaircissements sur le dernier RSC, expliquant que l'aéroport signalait un CRFI de 0,09, mais aussi une trace de neige mouillée. Le contrôleur du centre a confirmé que c'était effectivement ce que le RSC indiquait.

À 20 h 40, l'équipage de conduite a envoyé un message ACARS au service de régulation des vols de WestJet Encore pour lui demander s'il y avait des limites associées à une valeur CRFI de 0,09.

Peu après, le contrôleur du centre a informé l'équipage de conduite que des véhicules étaient toujours en train de déneiger la piste; l'équipage de conduite lui a demandé si des

¹⁰ Le coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI) varie de 1 à 0. Un coefficient de 1 correspond à la capacité de décélération maximale théorique d'un véhicule sur une surface sèche, et une valeur de 0 indique un faible coefficient de frottement de freinage.

¹¹ Transports Canada, Circulaire d'information (CI) 300-019 : *Utilisation du format GRF (pour Global Reporting Format) pour la présentation de rapports sur l'état de la surface de la piste* (numéro d'édition 01 : 31 juillet 2019), sous-section 6.4.

produits chimiques étaient appliqués sur la piste. En communiquant avec le spécialiste de la Station d'information de vol (FSS) de CYXT, le contrôleur du centre a découvert que des produits chimiques n'étaient pas appliqués sur la piste parce qu'il neigeait trop, puis il a transmis cette information à l'équipage de conduite.

L'équipage de conduite cherchait plus d'information sur le CRFI dans l'AOM lorsque, à 20 h 42, le contrôleur du centre lui a indiqué que la valeur CRFI avait augmenté à 0,15. Le commandant de bord s'est alors rendu compte que la référence au CRFI avait été supprimée du diagramme des composantes de vent de travers du manuel des opérations hivernales¹².

À 20 h 43, l'équipage de conduite a reçu un message ACARS du service de régulation des vols de WestJet Encore lui indiquant d'attendre et l'informant qu'il allait appeler le personnel aéroportuaire de CYXT. Le commandant de bord a ensuite examiné le diagramme « Procedure for Landing on Contaminated Runways » (procédure d'atterrissage sur pistes contaminées) (annexe B)¹³. L'équipage de conduite a également constaté que le CRFI s'était amélioré et que le vent de travers était minimal.

À 20 h 45, le commandant de bord a décidé de poursuivre l'approche en se fondant à la fois sur l'évaluation des conditions par l'équipage de conduite et sur la limite de vent de travers de 14 nœuds.

Environ 1 minute plus tard, le contrôleur du centre a demandé si une valeur CRFI de 0,15 était suffisante pour atterrir; l'équipage de conduite a répondu qu'elle était suffisante. L'équipage de conduite a ensuite discuté de la limite de vent de travers de 14 nœuds et a décidé qu'il calculerait la composante de vent de travers tout au long de l'approche. Il a également discuté de la possibilité d'une approche interrompue si la limite de vent de travers était dépassée. Pendant les quelques minutes qui ont suivi, l'équipage de conduite a continué à se préparer à l'approche, et le commandant de bord a effectué un exposé d'approche. L'équipage de conduite a discuté des 8 pouces de neige recouvrant la zone de la piste qui n'avait pas été déneigée, puis le commandant de bord a effectué l'exposé sur la procédure d'approche interrompue.

À 20 h 52, le service de régulation des vols de WestJet Encore a envoyé un message ACARS indiquant que le CRFI, qui n'était plus utilisé dans les opérations, continuait d'augmenter, que la piste continuait d'être recouverte à 100 % d'une trace de neige et qu'il ne voyait aucun problème en ce qui concerne les vents de travers. L'équipage de conduite a discuté brièvement et il a établi qu'il n'avait manqué aucune référence au CRFI dans les manuels.

À 20 h 53, environ 13 minutes avant l'atterrissage, l'équipage de conduite a établi le contact initial avec la FSS de CYXT. Le spécialiste de la FSS a informé l'équipage de conduite que les

¹² WestJet Encore Ltd., *Q400 Winter Operations Guide*, révision 23 (10 décembre 2019), section 8.1.1 : Calculating Max Crosswind, p. 33.

¹³ WestJet Encore Ltd., *DHC-8-400 Quick Reference Handbook (QRH)*, révision 8 (10 décembre 2019), section 2 : Procedural Quick Reference, p. 2-7.

vents actuels soufflaient du 010° magnétique (M) à 10 nœuds, qu'il y avait plusieurs véhicules sur la piste et qu'il l'avertirait lorsque la piste serait dégagée. Dans la même minute, l'équipage de conduite a recalculé la composante de vent de travers à 6 nœuds.

À 20 h 54, le spécialiste de la FSS a transmis à l'équipage de conduite le compte rendu RSC actualisé de 20 h 53, comme suit :

- largeur dégagée de 100 pieds¹⁴, recouverte à 100 % d'une trace de neige mouillée;
- largeur restante recouverte à 100 % de neige mouillée d'une profondeur de 11 pouces;
- température de 0 °C;
- CRFI de 0,20.

Il s'agit du dernier compte rendu RSC avant l'événement.

L'équipage de conduite a discuté de l'amélioration du CRFI et, à 20 h 55, le spécialiste de la FSS l'a informé que la visibilité se maintenait à $\frac{3}{4}$ SM, dans de la faible neige et avec une visibilité verticale de 300 pieds AGL. Il a également déclaré que les conditions se détérioraient et que la visibilité pourrait être d'environ $\frac{1}{2}$ SM au moment de l'arrivée du vol. L'équipage de conduite a déterminé que la visibilité autorisée la plus faible pour effectuer l'approche était de $\frac{1}{2}$ SM.

À 20 h 56, selon la position de l'aéronef en rapprochement et conformément au manuel d'exploitation d'unité de la FSS locale de NAV CANADA¹⁵, le spécialiste de la FSS a demandé que les véhicules quittent la piste.

À 21 h 01, l'équipage de conduite a reçu une vérification des vents du spécialiste de la FSS, indiquant que les vents soufflaient du 010°M à 9 nœuds, et 1 minute plus tard, le spécialiste de la FSS lui a indiqué que tous les véhicules avaient déclaré avoir quitté la piste 15/33. À 21 h 04, l'équipage de conduite a déclaré se trouver à 3 milles marins (NM) en approche finale, et le spécialiste de la FSS a effectué une vérification finale des vents avant l'atterrissage, indiquant qu'ils soufflaient du 020°M à 7 nœuds.

À 21 h 06 min 5 s, l'aéronef a atteint l'altitude de décision¹⁶, qui était de 250 pieds AGL. Conformément aux SOP de WestJet Encore¹⁷, l'équipage de conduite a effectué les appels

¹⁴ La largeur de piste minimale pour un DHC-8-400 est de 98 pieds. (Source : WestJet Encore Ltd., *Aircraft Operating Manual DHC-8-400*, révision 18 [10 décembre 2019], section 2.2.15 : Minimum Runway Width, p. 2-7.)

¹⁵ NAV CANADA, *Terrace FSS Unit Operations Manual* (30 janvier 2018), section 4.1.4 : Winter Operations – Terrace, p. 36.

¹⁶ L'altitude de décision est une altitude spécifiée à laquelle, au cours d'une approche de précision ou d'une approche avec guidage vertical, une approche interrompue doit être amorcée si la référence visuelle nécessaire à la poursuite de l'approche n'a pas été établie. (Source : WestJet Encore Ltd., *Aircraft Operating Manual DHC-8-400*, révision 18 [10 décembre 2019], Glossary, p. 3.)

¹⁷ Ibid., section 3.1.3 : All ILS Approaches, p. 3-7.

appropriés indiquant que le commandant de bord avait établi le contact visuel nécessaire pour poursuivre l'approche. Le commandant de bord a utilisé les feux d'approche pour aligner l'aéronef et il a désactivé le pilote automatique conformément aux SOP¹⁸.

L'approche finale a été effectuée dans l'obscurité, avec des vents variables et des visibilités limitées. À mesure que l'aéronef descendait sous les 200 pieds AGL en approche, les vents variaient entre 6 et 12 nœuds et de 290°M à 020°M¹⁹. La chute de neige avait augmenté en intensité et le spécialiste de la FSS a estimé la visibilité à $\frac{5}{8}$ SM. En raison de la faible visibilité, seuls quelques-uns des feux de bord de piste étaient visibles. Toute la piste était recouverte de neige, y compris toutes les marques de piste, comme les numéros de piste, les marques de seuil de piste, les marques de zone de poser et les marques d'axe de piste.

L'aéronef maintenait sa vitesse d'approche cible et une trajectoire de descente nominale. Toutefois, lorsqu'il a franchi le seuil, il avait dévié de 15 pieds à gauche de l'axe. Entre le franchissement du seuil et le poser initial, les vents variaient entre 6 et 10 nœuds et de 290°M à 010°M²⁰. Les données de vol indiquent que les commandes ont été manipulées pour revenir vers la droite. En arrivant à une hauteur de 18 pieds AGL, l'aéronef avait dévié de 10 pieds à droite de l'axe. D'autres manipulations des commandes ont ramené l'aéronef vers la gauche.

À 21 h 06 min 27 s, l'aéronef a atterri sur la piste 33, 1800 pieds au-delà du seuil. Lorsque les roues du train principal droit ont touché le sol, l'aéronef se trouvait à 10 pieds à gauche de l'axe et sa vitesse indiquée était de 135 nœuds. L'aéronef a alors été frappé d'une rafale de vent inattendue soufflant du 040°M à 15 nœuds²¹. Lorsque les roues du train principal gauche ont touché le sol, 1 seconde après les roues du train principal droit, l'aéronef était à 20 pieds à gauche de l'axe et il dérivait vers la gauche. Une seconde plus tard, le train d'atterrissage principal gauche est entré en contact avec l'andain situé à environ 50 pieds à gauche de l'axe de piste. Au moment du contact avec l'andain, l'aéronef se déplaçait à 133 nœuds, ce qui donnait au pilote une pleine maîtrise en direction de l'aéronef à l'aide de la gouverne de direction.

L'impact et la résistance créée lorsque le train d'atterrissage principal gauche est entré en contact avec l'andain ont tiré l'aéronef vers la gauche, faisant que le train d'atterrissage avant et le train d'atterrissage principal droit sont aussi entrés en contact avec l'andain. Les roues du train d'atterrissage principal gauche ont quitté la surface de la piste, au-delà des feux de bord de piste, tandis que les roues du train d'atterrissage avant et du train d'atterrissage principal droit sont restées sur la zone non déneigée de la piste. L'aéronef a

¹⁸ Ibid., section 2.9 : Automatic Flight Control System (AFCS), p. 2-23.

¹⁹ Les vents ont été calculés lors de l'analyse des données de vol. La direction du vent variait de 40° à gauche à 50° à droite de l'axe de piste.

²⁰ Les vents ont été calculés lors de l'analyse des données de vol. La direction du vent variait de 40° à gauche à 40° à droite de l'axe de piste.

²¹ Les vents et la position de l'aéronef ont été calculés lors de l'analyse des données de vol.

poursuivi sa course avec le train d'atterrissage principal gauche hors de la surface de la piste sur une distance d'environ 400 pieds. Le commandant de bord a ensuite manœuvré l'aéronef vers la droite, et l'aéronef a retraversé l'andain et est revenu sur la zone dégagée de la piste. Pendant la sortie de piste, le train d'atterrissage avant s'est affaissé vers l'arrière. L'aéronef s'est immobilisé au centre de la piste, à environ 3600 pieds du seuil, le nez orienté à environ 30° vers la droite (figure 1).

Figure 1. L'aéronef de l'événement à l'étude sur la piste 33 à l'aéroport de Terrace. Image prise environ 9 heures après l'événement (Source : Aéroport de Terrace)



Le P/O a déclaré une urgence et a demandé que des véhicules d'urgence soient dépêchés. L'équipage de conduite a effectué la liste de vérification des urgences au sol du QRH et a arrêté les moteurs. Le commandant de bord a communiqué avec l'agent de bord principal et a fait une annonce aux passagers.

À 21 h 10, les services de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronefs de l'aéroport sont arrivés à l'aéronef. Ils l'ont inspecté pour déceler tout danger et toute fuite de carburant, puis ils ont informé l'équipage de conduite que le train d'atterrissage avant semblait s'être partiellement affaissé. Les passagers ont été transportés à l'aérogare par autobus environ 30 minutes après l'atterrissage. L'aéronef est demeuré sur la piste jusqu'au lendemain.

1.2 Personnes blessées

Il n'y a eu aucun blessé parmi les membres d'équipage ou les passagers.

1.3 Dommages à l'aéronef

L'aéronef a subi des dommages importants.

1.4 Autres dommages

Un feu de bord de piste a été endommagé lors de la sortie de piste.

1.5 Renseignements sur le personnel

Tableau 1. Renseignements sur le personnel

	Commandant de bord	Premier officier
Licence de pilote	Licence de pilote de ligne	Licence de pilote professionnel
Date d'expiration du certificat médical	30 septembre 2020	30 septembre 2020
Heures de vol totales	9295	1865
Heures de vol sur type	1555	715
Heures de vol au cours des 7 jours précédant l'événement	11,5	15
Heures de vol au cours des 30 jours précédant l'événement	37	51
Heures de vol au cours des 90 jours précédant l'événement	136,6	160,2
Heures de vol sur type au cours des 90 jours précédant l'événement	136,6	160,2
Heures de service avant l'événement	6	6
Heures hors service avant la période de travail	16,8	16,8

Les membres de l'équipage de conduite possédaient les certifications et les qualifications nécessaires pour ce vol, conformément aux règlements en vigueur.

Le commandant de bord et le P/O ont réussi leur contrôle de compétence pilote le 19 janvier 2020 et le 26 janvier 2020 respectivement. Ils ont également suivi, le 5 juin 2019 et le 17 septembre 2019 respectivement, les formations sur la gestion des ressources de l'équipage (CRM) et sur la gestion des menaces et des erreurs (TEM).

En outre, le commandant de bord et le P/O ont passé leur dernier examen d'exploitation hivernale le 6 novembre 2019 et le 4 octobre 2019 respectivement. L'examen comprenait des questions sur divers sujets associés aux activités hivernales, comme les opérations sur piste contaminée, les procédures de dégivrage et les opérations dans des conditions de givrage en vol. L'équipage de conduite avait également reçu un document contenant 4 exemples d'utilisation des données du constructeur pour déterminer la distance d'atterrissage dans des conditions de givrage.

Le commandant de bord et le P/O avaient effectué plusieurs arrivées à CYXT à titre de pilotes à l'emploi de WestJet Encore.

L'examen des horaires de travail et de repos du commandant de bord et du P/O a permis d'écarter la fatigue comme facteur contributif à cet événement.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Tableau 2. Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	De Havilland Aircraft of Canada Ltd.
Type, modèle et immatriculation	DHC-8-402, C-FKWE
Année de construction	2014
Numéro de série	4467

Date d'émission du certificat de navigabilité	17 avril 2014
Total d'heures de vol cellule	13 404,4 heures
Type de moteur (nombre)	Pratt & Whitney Canada, PW-150A (2)
Type d'hélice ou de rotor (nombre)	Dowty Aerospace, R408/6-123-F/17 (2)
Masse maximale autorisée au décollage	29 574 kg
Type(s) de carburant recommandé(s)	Jet A, Jet A-1, Jet B
Type de carburant utilisé	Jet A

Les dossiers indiquent que l'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément aux règlements en vigueur et aux procédures approuvées.

1.6.1 Accident antérieur

Le 19 juillet 2019, l'aéronef de l'événement à l'étude effectuait le vol régulier 3362 (WEN3362) de WestJet Encore selon les règles de vol aux instruments entre l'aéroport de Fort McMurray (CYMM) (Alberta) et l'aéroport international d'Edmonton (CYEG) (Alberta). Pendant l'atterrissage à CYEG, l'aéronef a subi un atterrissage brutal qui a causé des dommages structuraux importants à la partie avant de son fuselage. Le BST a mené une enquête sur cet accident²² et une inspection détaillée de l'aéronef de l'événement à l'étude a révélé des ondulations dans le revêtement de la partie avant du fuselage, sous les fenêtres du poste de pilotage, ainsi que des dommages à la trappe gauche du train d'atterrissage avant, à la cloison de pressurisation avant et à l'ensemble du train d'atterrissage avant.

L'aéronef a par la suite été réparé avec le soutien technique et de réparation du constructeur, puis il a été remis en service le 17 octobre 2019.

Des techniciens d'entretien de De Havilland Aircraft of Canada Ltd. et de WestJet Encore ont réalisé des examens techniques sur l'aéronef à la suite de l'événement.

Fait établi : Autre

D'après les examens techniques effectués par le constructeur et l'exploitant de l'aéronef, l'enquête a permis de déterminer que ni les dommages ni les travaux de réparation structurale effectués sur l'aéronef à la suite de l'accident du 19 juillet 2019 n'ont contribué aux dommages subis au cours de l'événement à l'étude.

1.7 Renseignements météorologiques

Les prévisions d'aérodrome (TAF) fournissent une description des conditions météorologiques les plus probables pour les opérations aériennes dans un rayon de 5 NM d'un aérodrome. Les TAF modifiées pour CYXT, publiées le 31 janvier à 18 h 11 et valides de 18 h le 31 janvier à 5 h le 1^{er} février, étaient les suivantes :

- vents soufflant du 010°V à 10 nœuds, avec rafales à 20 nœuds;
- visibilité de $\frac{3}{4}$ SM;
- faible neige et brume;

²² Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A19W0094 du BST.

- plafond couvert à 300 pieds AGL.

Les TAF prévoyaient qu'entre 18 h et 23 h, la visibilité dominante serait temporairement de 3 SM dans de la faible neige, de la faible pluie et de la brume, avec des nuages épars à 300 pieds AGL et un plafond couvert à 1000 pieds AGL.

Le tableau 3 résume les METAR et les messages d'observation météorologique spéciale d'aérodrome (SPECI) à CYXT.

Tableau 3. Rapports météorologiques d'aérodrome pour l'aéroport de Terrace dans les heures précédant le départ de l'aéronef de l'aéroport international de Vancouver jusqu'à peu avant l'événement

Heure (type)	Vents (direction/vitesse)	Visibilité (SM)	Plafond (AGL)	Temp. (°C)	Point de rosée (°C)	Calage altimétrique (pouces de mercure)
18 h (METAR)	350°V/13 kt, rafales atteignant 20 kt	¾ dans de la faible neige et brume	Plafond couvert à 400 pi	0	0	29,17
19 h (LWIS)* AUTO	360°V/17 kt, rafales atteignant 26 kt	–	–	0	–0	29,10
19 h 18 (SPECI)	360°V/13 kt, rafales atteignant 20 kt	¾ dans de la faible neige et brume	Visibilité verticale de 200 pi	0	–0	29,07
20 h (METAR)	350°V/15 kt, rafales atteignant 24 kt	¾ dans de la faible neige	Visibilité verticale de 300 pi	0	–0	29,03
21 h (METAR)	030°V/9 kt	¾ dans de la faible neige	Visibilité verticale de 300 pi	0	–0	29,03
21 h 23 (SPECI)	020°V/10 kt	¾ dans de la faible neige	Visibilité verticale de 300 pi	0	–0	29,03

* Un système d'information météorologique limitée (LWIS) est un « [s]ystème d'information météorologique automatisé qui produit un rapport horaire contenant des données sur la vitesse et la direction des vents, la température, le point de rosée et le calage de l'altimètre ». (Source : NAV CANADA, base de données terminologiques TERMINAV.)

L'état de la surface de la piste et les valeurs CRFI sont résumés au tableau 4.

Tableau 4. Comptes rendus de l'état de la surface de la piste et rapports de coefficient canadien de frottement sur piste pour la piste 15/33 à l'aéroport de Terrace dans les heures précédant le départ de l'aéronef de l'aéroport international de Vancouver jusqu'à peu avant l'événement

Heure de diffusion	Largeur dégagée	Largeur restante	Temp. (°C)	CRFI
18 h	100 pieds, recouverte à 100 % d'une trace de neige mouillée	Recouverte à 100 % de 3 po de neige mouillée	3	0,20
18 h 41	100 pieds, recouverte à 100 % d'une trace de neige mouillée	Recouverte à 100 % de 3 po de neige mouillée	0	0,26
18 h 51	–	–	0	0,17
19 h	100 pieds, recouverte à 100 % d'une trace de neige mouillée	Recouverte à 100 % de 4 po de neige mouillée	0	0,20
19 h 57	100 pieds, recouverte à 100 % d'une trace de neige mouillée	Recouverte à 100 % de 8 po de neige mouillée	0	0,09
20 h 45*	–	–	0	0,15
20 h 53	100 pieds, recouverte à 100 % d'une trace de neige mouillée	Recouverte à 100 % de 11 po de neige mouillée	0	0,20

* Rapport de CRFI verbal, non publié.

Le commandant de bord et le service de régulation des vols ont discuté des conditions météorologiques à CYXT pendant la préparation avant le vol, mais ils n'ont pas abordé l'état de la surface de la piste.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Communications

Sans objet.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

CYXT est situé à environ 3 NM au sud de Terrace (Colombie-Britannique). Le propriétaire, l'exploitant et le titulaire du certificat d'aéroport est la Terrace-Kitimat Airport Society. La société respecte les règlements et les normes stipulés dans la sous-partie 302 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) et les normes et pratiques recommandées pour les aérodromes énoncées dans la publication TP 312 de Transports Canada (TC).

L'aéroport est doté d'une FSS de NAV CANADA qui offre un service consultatif disponible 24 heures sur 24 dans une zone de contrôle de classe E qui s'étend à un rayon de 5 NM et à 3700 pieds au-dessus du niveau de la mer au-dessus de CYXT. L'aéroport comporte 2 pistes : la piste 15/33, d'une longueur de 7497 pieds et d'une largeur de 150 pieds, et la piste 03/21, d'une longueur de 5371 pieds et d'une largeur de 150 pieds. La piste 03/21 n'est pas entretenue en hiver.

L'approche vers la piste 33 est effectuée au-dessus d'une zone inhabitée avec peu d'éclairage artificiel.

1.10.1 Marques et balisage de la piste 33

Le système de balisage de la piste comprend des indicateurs de trajectoire d'approche de précision (PAPI)²³, un balisage lumineux d'approche courte simplifiée avec feux indicateurs d'alignement de piste (SSALR)²⁴, des feux de seuil, des feux blancs haute intensité de bord de piste et des feux d'extrémité de piste. Au moment de l'événement à l'étude, le SSALR et les feux de bord de piste étaient réglés à 5²⁵, tandis que les PAPI et les feux de voie de circulation étaient réglés à 3. La piste ne comporte pas de feux d'axe.

La piste 33 présente les marques de piste suivantes :

- des marques de seuil;
- des marques d'identification de piste, c'est-à-dire un numéro à 2 chiffres pleins;
- des marques de zone de poser;
- des marques de point cible composées de 2 bandes bien visibles, à 984 pieds du seuil de piste;
- des marques d'axe de piste.

Bien que le plan d'entretien hivernal de la Terrace-Kitimat Airport Society indique que certains contaminants, comme de la neige, seront retirés rapidement et rigoureusement

²³ Un indicateur de trajectoire d'approche de précision est un « [i]ndicateur visuel d'alignement de descente (VGSI) comprenant quatre feux normalement du côté gauche de la piste (des deux côtés pour les militaires) disposés en une barre de flanc et signalant que l'aéronef se trouve sur la pente d'approche lorsque les deux feux les plus rapprochés de la piste sont rouges et les deux les plus éloignés sont blancs, au-dessus de la pente d'approche lorsque tous les feux sont blancs et au-dessous lorsque tous les feux sont rouges. » (Source : NAV CANADA, base de données terminologiques TERMINAV.)

²⁴ Le balisage lumineux d'approche courte simplifiée avec feux indicateurs d'alignement de piste (SSALR) est un « [b]alisage lumineux à intensité variable s'étendant sur une distance de 720 m [2362 pieds] à partir du seuil. Il est composé de : (i) sept barres de feux espacées de 60 m [197 pieds] sur une distance de 420 m [1378 pieds]; (ii) cinq feux à éclats espacés de 60 m [197 pieds] sur une distance additionnelle de 300 m [984 pieds]. Les feux clignotent consécutivement en direction du seuil, et ce cycle se répète deux fois par seconde. » (Source : NAV CANADA, base de données terminologiques TERMINAV.)

²⁵ Les systèmes de balisage de piste variable comportent 5 réglages : intensité élevée (5) à faible (1). (Source : NAV CANADA, *Supplément de vol – Canada* (CFS), p. A89.)

pour réduire au minimum toute accumulation²⁶, au moment de l'événement, la piste était recouverte d'une couche de neige qui masquait l'ensemble des marques de piste, car il neigeait encore après que les véhicules avaient cessé de déneiger la piste environ 10 minutes avant l'atterrissage de l'aéronef à l'étude.

1.10.2 Visibilité

À CYXT, le personnel de la FSS détermine la visibilité en repérant visuellement des balises autour de l'aéroport. La nuit, dans des conditions de pluie ou de neige, des balises pour faible visibilité précises sont utilisées pour déterminer la visibilité. Par exemple, si l'abri du dispositif d'alignement de descente, à une distance de $\frac{3}{4}$ SM et muni d'un feu, ainsi que le mât éolien et les limites forestières, situés à $\frac{1}{2}$ SM et non éclairés, sont visibles, la FSS signalera une visibilité de $\frac{3}{4}$ SM.

Un SPECI sera émis²⁷ si la visibilité diminue pour passer de $\frac{3}{4}$ SM à $\frac{1}{2}$ SM; par conséquent, si la visibilité est de $\frac{5}{8}$ SM, un SPECI ne sera pas émis. Six minutes avant l'événement, la visibilité signalée était de $\frac{3}{4}$ SM dans de la faible neige. Toutefois, le spécialiste de la FSS a estimé que la visibilité était de $\frac{5}{8}$ SM au moment de l'événement et, par conséquent, un SPECI n'a pas été émis. L'équipage de conduite ignorait que la visibilité était passée de $\frac{3}{4}$ SM à $\frac{5}{8}$ SM.

1.10.3 Déneigement

Pendant le déneigement de la piste, une déneigeuse parcourt toute la longueur de la piste, poussant la neige de côté et la laissant s'accumuler en bordure de la zone déneigée. Cette accumulation de neige est ensuite poussée de côté par une autre déneigeuse qui suit la première, ou par des passages subséquents. Afin de dégager une largeur et une longueur de piste données, plusieurs passages sont nécessaires. Cependant, l'accumulation de neige augmente avec chaque passage, ce qui crée un andain. À mesure que de la neige mouillée s'accumule, elle peut augmenter de façon inégale en hauteur et former de grands blocs de glace compacts (figure 2).

²⁶ Plan d'entretien hivernal de la Terrace-Kitimat Airport Society (1^{er} septembre 2019), section 5 : Snow Removal Procedures, p. 17.

²⁷ Transports Canada, TP 14371, *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC), MET – Météorologie (10 octobre 2019), section 8.4.1(c).

Le jour de l'événement, l'aéroport menait des opérations de déneigement continues à l'aide de 3 camions de déneigement munis de balais remorqués. La priorité était de dégager une zone d'une largeur de 130 pieds le long de l'axe sur toute la longueur de la piste 15/33; toutefois, en raison des chutes de neige constantes, une zone large de seulement 100 pieds avait pu être déneigée. Le dernier rapport sur la largeur restante de la piste indiquait 11 pouces de neige mouillée. La zone dégagée était séparée du reste de la largeur par un andain d'une hauteur approximative de 18 pouces. Les opérations de déneigement de la piste se sont poursuivies jusqu'à environ 10 minutes avant l'atterrissage de l'aéronef à l'étude.

Figure 2. Andain et traces du train d'atterrissage principal gauche de l'aéronef à l'étude le long de la piste 33. Image prise environ 5 heures après l'événement (Source : Aéroport de Terrace)



Les aéroports peuvent signaler la présence d'andains, y compris leur emplacement et leur hauteur, dans les comptes rendus RSC (par exemple, « en bordure de la largeur dégagée »); cependant, cela ne fait pas partie de l'information minimale à présenter dans un compte rendu RSC²⁸. L'aéroport n'a pas mentionné la présence d'andains dans les comptes rendus RSC au cours des 3 heures précédant l'événement et, par conséquent, l'équipage n'était probablement pas au courant de leur présence ou de leur emplacement.

1.10.4 Coefficient canadien de frottement sur piste

Une teneur élevée en humidité dans la neige mouillée donne lieu à des conditions semblables à celles de la neige fondante, ce qui peut engendrer des plages de frottement variables, rendant ainsi le CRFI non valide.

La Circulaire d'information (CI) 302-013, *Planification et maintenance aux aéroports en hiver*, de TC fournit des directives aux exploitants d'aéroport sur les procédures en matière de CRFI. Le numéro d'édition 03 de la CI 302-013 permettait la tenue d'un essai de la neige mouillée afin de déterminer la teneur en humidité et la mesure du CRFI dans de la neige mouillée. Ce numéro de la CI indiquait que « [l]es lectures de décéléromètre prises dans la neige mouillée donneront un CRFI valide si la neige n'est pas trop mouillée. Il est crucial de

²⁸ Transports Canada, Circulaire d'information (CI) 300-005 : *Modifications du compte rendu de l'état de la surface de la piste*, numéro d'édition 06 (31 octobre 2018), annexe B, p. 9.

déterminer à quel point la neige est trop mouillée. Si la teneur en eau est excessive, il y aura de l'aquaplanage et la lecture de CRFI ne sera pas valide²⁹ ».

Dans le numéro subséquent de la CI 302-013 (numéro d'édition 04), une modification a été apportée pour préciser que le CRFI n'est pas valide dans certaines conditions et ne devrait pas être fourni lorsque l'état de la surface de la piste comprend de la neige mouillée³⁰.

Les exploitants d'aéroport sont tenus de respecter les règlements de TC, mais ils ne sont pas tenus de se conformer aux directives fournies dans les CI. Au moment de l'événement, le plan d'entretien hivernal de la Terrace-Kitimat Airport Society était conforme aux lignes directrices fournies dans le numéro d'édition 03³¹ de la CI 302-013 et utilisait la CI comme guide pour ses procédures de mesure du CRFI. De plus, les valeurs CRFI obtenues le jour de l'événement étaient uniformes tout au long de la journée. Toutefois, l'exploitant de l'aéroport ignorait que WestJet Encore n'utilisait pas le CRFI pour évaluer si une piste donnée convenait à l'atterrissage, et WestJet Encore n'était pas tenue d'en informer l'exploitant de l'aéroport.

Au moment de l'événement, il n'y avait aucun règlement excluant la neige mouillée des conditions de surface de piste pour lesquelles un CRFI pouvait être fourni. Depuis, le 15 mai 2020, un règlement³² et une norme connexe³³ sur la mesure du frottement, qui n'incluent pas la neige mouillée, sont entrés en vigueur.

1.11 Enregistreurs de bord

L'aéronef de l'événement à l'étude était doté d'un enregistreur de données de vol (FDR) et d'un enregistreur de conversations de poste de pilotage (CVR). Les données des 2 enregistreurs ont pu être téléchargées au Laboratoire d'ingénierie du BST, à Ottawa (Ontario). Bien que le FDR ait consigné le vol à l'étude, son alimentation a été interrompue lorsque l'aéronef est entré en contact avec l'andain, ce qui a empêché l'enregistrement des données du reste de la course à l'atterrissage. Le FDR contenait plus de 140 heures de données utilisables.

En raison du court laps de temps (2 secondes) entre l'atterrissage et l'impact avec l'andain lors de l'événement à l'étude, les données de vol disponibles n'ont pas été suffisantes pour estimer les caractéristiques de frottement de la piste et, par conséquent, il n'a pas été possible de déterminer l'état réel de la piste.

²⁹ Transports Canada, Circulaire d'information (CI) 302-013 : *Planification et maintenance aux aéroports en hiver*, numéro d'édition 03 (10 juillet 2015), section 4.8(1), p. 9.

³⁰ Ibid., section 4.8(2)c, p. 10.

³¹ Le plan d'entretien hivernal de la Terrace-Kitimat Airport Society indique qu'il s'est conformé au numéro d'édition 04; toutefois, l'enquête a permis de déterminer que les lignes directrices sur le CRFI utilisaient le numéro d'édition 03. Lorsque les responsables de l'enquête ont informé l'aéroport de cet écart, en janvier 2021, celui-ci a changé ses procédures pour les harmoniser avec le numéro d'édition 04.

³² Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, article 302.416.

³³ Ibid., Norme 322 : Aéroports, alinéa 322.416(2)b).

Il est probable que l'alimentation du CVR ait également été coupée de l'alimentation principale de l'aéronef. Toutefois, le CVR disposait d'une source d'alimentation indépendante et a continué d'enregistrer des données durant environ 11 minutes de plus après le poser des roues.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Le constructeur de l'aéronef a évalué les dommages causés à l'aéronef à CYXT du 2 au 4 février 2020, afin de déterminer l'étendue des réparations nécessaires pour le remettre en service. Les observations qui suivent sont fondées sur le rapport des dommages de l'aéronef produit par De Havilland Aircraft of Canada Ltd., en date du 7 février 2020.

1.12.1 Fuselage et train d'atterrissage avant

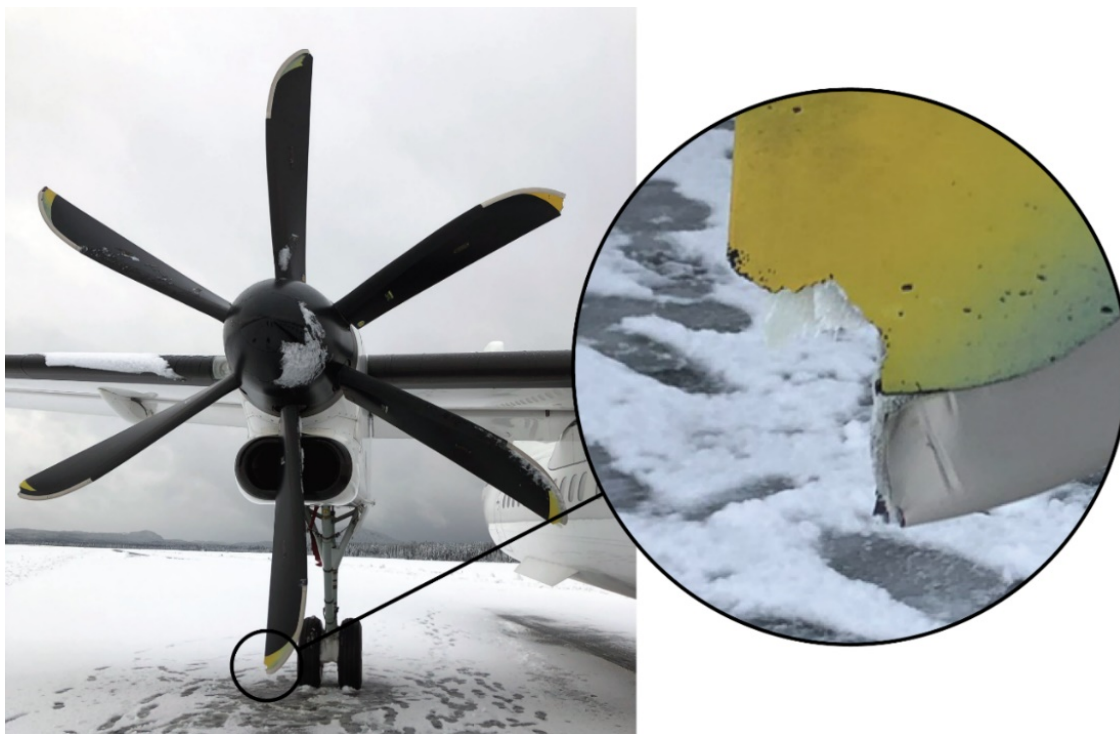
Pendant la sortie de piste et la traversée de l'andain et de la zone non déneigée de la piste, le logement du train d'atterrissage avant s'est rempli de glace et de neige, ce qui a causé une déformation structurale entraînant le dégagement de la contrefiche des tourillons ainsi que le cisaillement de nombreuses pièces de fixation. Par conséquent, l'assemblage de la jambe du train d'atterrissage avant a pivoté vers l'arrière autour des points de pivot de la jambe à amortisseur. Pendant l'accident, la structure du verrou de position rentrée du train d'atterrissage avant a été arrachée de la structure de la partie avant du fuselage.

À la suite de la rotation de l'assemblage de la jambe à amortisseur du train d'atterrissage avant vers l'arrière dans la section ventrale de la partie avant du fuselage, plusieurs systèmes de commande de vol installés dans le fuselage inférieur avant (sous le plancher du poste de pilotage) de l'aéronef ont subi des dommages importants. Des dommages structuraux importants ont également été causés à la cloison de pressurisation avant, à l'ensemble composite du nez, à la structure du plancher du poste de pilotage et aux revêtements inférieurs avant du fuselage.

1.12.2 Hélices

Pendant la sortie de piste et la traversée des andains de neige et de glace, les 6 pales de l'hélice droite sont entrées en contact avec un objet intrus, probablement de la neige ou de la glace, et les extrémités des pales de l'hélice ont été endommagées à divers degrés (figure 3). Des débris des pales de l'hélice ont endommagé le bouclier antigivrage droit et les revêtements sous-jacents du fuselage à 2 endroits du côté droit du fuselage. Aucun morceau des pales n'a pénétré la cabine de l'aéronef.

Figure 3. Hélice droite (Source : De Havilland Aircraft of Canada Ltd.)



L'hélice gauche n'a pas subi de dommages.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Selon l'enquête, rien ne donne à croire que des facteurs médicaux, pathologiques ou physiologiques aient pu nuire au rendement de l'équipage de conduite.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Sans objet.

1.16 Essais et recherche

1.16.1 Rapports de laboratoire du BST

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

- LP027-2020 – FDR Analysis [analyse du FDR]
- LP028-2020 – CVR Audio Recovery [récupération des données audio du CVR]

1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion

1.17.1 Généralités

WestJet Encore est une compagnie aérienne régionale qui exploite 47 aéronefs DHC-8-402 de De Havilland Aircraft of Canada Ltd. en vertu de la sous-partie 705 du RAC (exploitation d'une entreprise de transport aérien). Conformément à la réglementation, la compagnie dispose d'un système de gestion de la sécurité.

1.17.2 Suppression de la référence au coefficient canadien de frottement sur piste

Depuis 2015, WestJet Encore utilisait à la fois les données de performance du constructeur, qui ne comprenaient pas les valeurs CRFI, ainsi que les directives en matière de CRFI de TC pour déterminer la performance des aéronefs sur les pistes contaminées. Lorsqu'une valeur CRFI valide était disponible, les équipages de conduite devaient l'utiliser pour déterminer la distance d'atterrissage et la limite maximale de vent de travers.

En 2019, étant donné que WestJet Encore utilisait les données de performance du constructeur pour l'exploitation sur des pistes contaminées, la compagnie a décidé de supprimer les références au CRFI de ses manuels et procédures. Cette modification était conforme aux lignes directrices, établies par la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis et TC, donnant la priorité aux données du constructeur (voir la section 1.18.3 du présent rapport).

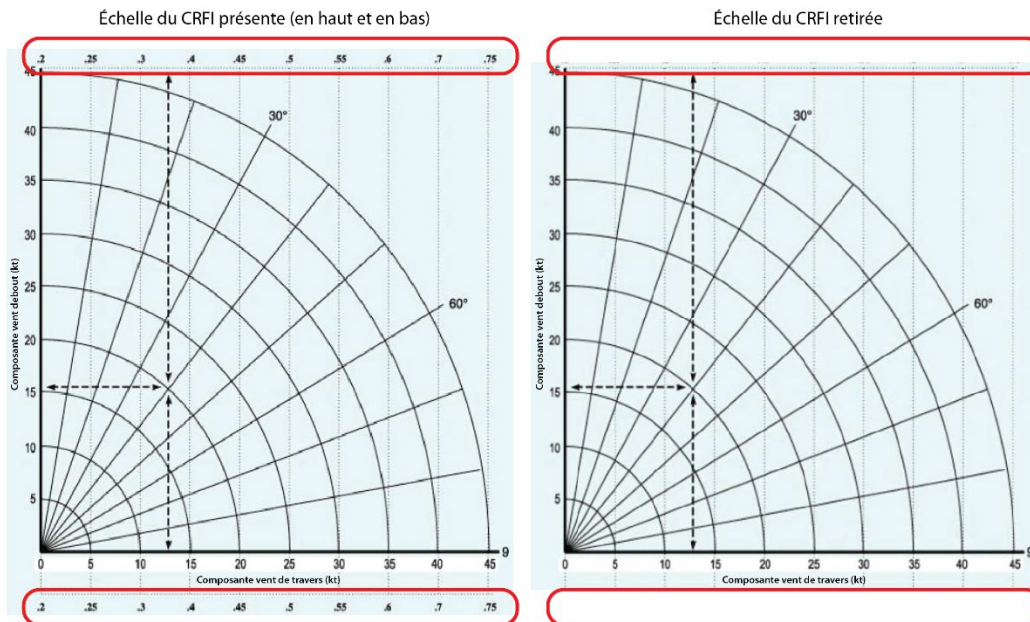
À la suite de cette décision, WestJet Encore a publié plusieurs révisions à son AOM³⁴, à son QRH³⁵ et à son manuel des opérations hivernales³⁶. Ces révisions comprenaient un certain nombre de changements, tant de forme qu'au niveau des procédures. Dans le cadre de ces révisions, en août et septembre 2019, les références au CRFI ont été supprimées, la procédure d'utilisation du CRFI pour calculer la distance d'atterrissage sur une piste contaminée a été modifiée, et le diagramme des composantes de vent de travers a été ajouté au manuel des opérations hivernales, mais il ne comprenait pas l'échelle du CRFI (figure 4).

³⁴ WestJet Encore Ltd., *Aircraft Operating Manual DHC-8-400*, révision 017 (1^{er} août 2019).

³⁵ WestJet Encore Ltd., *DHC-8-400 Quick Reference Handbook (QRH)*, révision 007 (1^{er} septembre 2019).

³⁶ WestJet Encore Ltd., *Q400 Winter Operations Guide*, révision 021 (1^{er} octobre 2019).

Figure 4. Comparaison des diagrammes des composantes de vent de travers. La version à gauche a été incluse dans la révision 006 du manuel de référence rapide (entrée en vigueur le 30 novembre 2017) et comprenait l'échelle de l'indice du coefficient canadien de frottement sur piste au-dessus et au-dessous du diagramme. La version à droite est incluse dans la révision 23 du manuel des opérations hivernales (entrée en vigueur le 10 décembre 2019). (Source : WestJet Encore Ltd., avec annotations du BST)



Lorsqu'un exploitant régi par la sous-partie 705 du RAC apporte des modifications à ses manuels, les révisions sont soumises à TC pour être approuvées. Dans le cadre du processus d'approbation, TC vérifie que les révisions sont conformes à la réglementation. Étant donné qu'il n'y a pas de règlement exigeant que le CRFI soit inclus dans les manuels à titre de référence ou que les exploitants utilisent le CRFI pour déterminer si une piste donnée est adéquate, les révisions du manuel que WestJet Encore a soumises à TC ont été approuvées.

Afin de cerner les risques qui pourraient résulter de ces révisions, WestJet Encore a effectué 2 évaluations proactives des risques³⁷ dans le cadre du processus de gestion des risques de son système de gestion de la sécurité³⁸. Bien que les 2 évaluations aient fait ressortir que l'un des risques était le grand nombre de changements apportés aux manuels, elles n'ont pas souligné la suppression du CRFI comme un risque en particulier.

Afin d'atténuer les risques cernés dans ces évaluations, WestJet Encore a communiqué les modifications apportées aux manuels en publiant une note de service exigeant une signature après la lecture, en fournissant une présentation PowerPoint, en tenant un webinaire et en organisant un forum en ligne. De plus, les ébauches de l'AOM et du QRH révisés, ainsi que 2 notes de service, ont été publiées environ 1 mois avant leur date

³⁷ WestJet Encore Ltd., Risk assessment actions [mesures d'évaluation des risques] A202-19 et A203-19.

³⁸ WestJet Encore Ltd., *Encore Safety Manual*, révision 009 (1^{er} janvier 2020), chapitre 5 : Risk Management Processes, sections 5.5.1.1 et 5.5.1.3.

d'entrée en vigueur afin que les pilotes puissent les étudier. La compagnie aérienne a également fourni des exemples de la façon de calculer les évaluations des performances à l'atterrissage par l'entremise de la méthode « Q400 Takeoff and Landing Performance Assessment » [évaluation de la performance au décollage et à l'atterrissage] (TALPA)³⁹.

L'équipage de l'événement à l'étude a lu la note de service et l'a signée; il a visionné le webinaire; et il a reçu la présentation PowerPoint, l'AOM révisé, le QRH révisé et les exemples de la façon de calculer la performance à l'atterrissage à l'aide de la méthode TALPA.

En septembre 2019, afin de réduire au minimum toute confusion ou toute perturbation des activités pouvant résulter des révisions, WestJet Encore a publié une communication d'exploitation aérienne pour informer les équipages de conduite que le CRFI ne s'appliquerait plus aux limites de vent de travers⁴⁰. De plus, les pilotes de ligne de l'équipe des normes de vol ont effectué plus de vols de ligne pendant la période de transition à la suite de la publication de l'AOM révisé afin d'aider le personnel à comprendre les changements. En outre, les changements eux-mêmes se limitaient à la liste de vérification et aux exposés; des modifications mineures de procédure ont été reportées à la révision suivante. Les éléments qui ont été supprimés de la liste de vérification étaient associés à un voyant d'avertissement ou au système d'avertissement d'aéronef.

Bien que le diagramme des composantes de vent de travers qui faisait référence au CRFI ait été supprimé des manuels de WestJet Encore, il figurait toujours dans le *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC) et dans le *Supplément de vol – Canada* au moment de l'événement. Aucun de ces manuels n'avait été mis à la disposition de l'équipage de conduite dans l'organiseur électronique de poste de pilotage ou dans l'aéronef; toutefois, la réglementation n'exigeait pas qu'ils le soient.

1.17.3 Procédures avant et après la suppression du coefficient canadien de frottement sur piste des manuels

Avant la révision des manuels, si une valeur CRFI était signalée, les équipages de conduite devaient l'utiliser pour déterminer la distance d'atterrissage requise sur une piste contaminée, et ils devaient consulter le diagramme des composantes de vent de travers et

³⁹ La Takeoff and Landing Performance Assessment [évaluation de la performance au décollage et à l'atterrissage] (TALPA) est une méthode d'évaluation et de signalement des conditions de piste qui [traduction] « intègre la matrice d'évaluation de l'état de piste (RCAM) que les exploitants d'aéroport utilisent pour attribuer des codes d'état de piste (RWYCC) entre 0 et 6 pour chaque tiers de la piste. Des nombres plus élevés représentent des conditions plus favorables, en fonction de mesures objectives du type et de la quantité de contamination à la surface. » (Source : National Business Aviation Association, « Takeoff and Landing Performance Assessment [TALPA] », à l'adresse <https://nbaa.org> [dernière consultation le 17 novembre 2020].)

⁴⁰ WestJet Encore Ltd., Flight Operations Communication, *Early Winter Operations (Revised)* (27 septembre 2019).

des CRFI pour obtenir une limite de vent de travers⁴¹. À ce moment-là, le manuel des opérations hivernales indiquait que [traduction] : « **en aucun cas la valeur du vent de travers ne doit dépasser la plus faible des valeurs suivantes : le vent de travers maximal du CRFI ou la limite de vent de travers prévue par l'AOM pour l'état de la surface de la piste.** » [en caractères gras dans l'original]⁴²

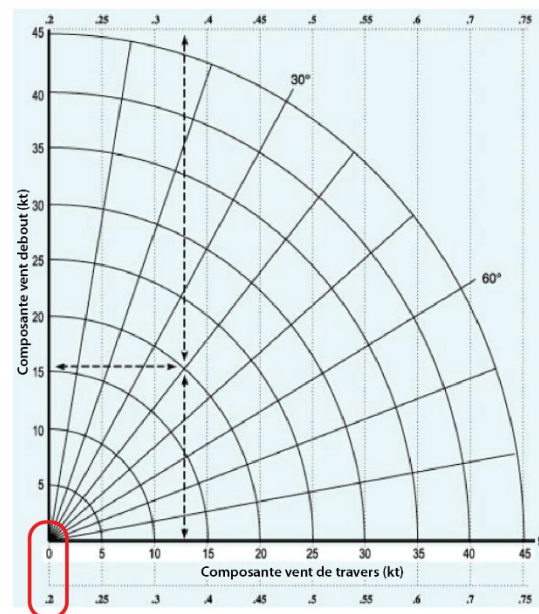
Par exemple, avec une valeur CRFI de 0,20 (qui a été signalée peu avant l'événement), la limite de vent de travers serait de 0 (figure 5), ce qui signifie que toute composante de vent de travers dépasserait la limite.

Après que les références au CRFI ont été supprimées des manuels, les équipages de conduite devaient saisir le type et la profondeur de contaminant et le freinage signalé par des pilotes dans la matrice d'évaluation de l'état de piste (RCAM) afin de déterminer la distance d'atterrissage requise et la limite de vent de travers correspondante.

Dans l'événement à l'étude, à la lumière du nouveau changement, l'équipage de conduite s'est vu communiquer le RSC qui indiquait une trace (profondeur inférieure à 1/8 pouce [3 mm]), celle-ci étant de la neige mouillée (type de contaminant). La RCAM indiquait un RCC de 5, qui correspond à un bon freinage et à une limite de vent de travers de 32 nœuds. L'équipage de conduite a utilisé les indications les plus prudentes du PIREP et a déterminé qu'avec 1/2 pouce de neige et un freinage moyen, le RCC devrait être abaissé à 3, ce qui donnerait une limite de vent de travers de 14 nœuds (annexe A).

L'équipage de conduite connaissait bien le processus pour effectuer ces calculs. Le calcul a indiqué que la distance d'atterrissage disponible sur la piste 15/33 était suffisante, et l'équipage de conduite a utilisé la colonne du vent de travers maximal de la RCAM pour sa composante maximale de vent de travers.

Figure 5. Diagramme des composantes de vent de travers avec échelle du coefficient canadien de frottement sur piste. Un coefficient canadien de frottement sur piste de 0,20 indique une composante de vent de travers de 0 nœud (encerclé). (Source : WestJet Encore Ltd., DHC-8-400 Quick Reference Handbook, révision 006 [entrée en vigueur le 30 novembre 2017], p. 2-5, avec annotations du BST.)



⁴¹ WestJet Encore Ltd., *DHC-8-400 Winter Operations Guide* (1^{er} janvier 2017), section 8.1.1, p. 23.

⁴² Ibid.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Facteurs humains

1.18.1.1 Repères visuels pendant une approche et un atterrissage de nuit

Au cours du segment visuel d'une approche de nuit, les équipages ont accès à un certain nombre de repères visuels pour localiser la piste, évaluer la position de l'aéronef par rapport à l'environnement de piste, maintenir l'aéronef sur la bonne trajectoire de descente, aligner l'aéronef sur l'axe de piste et évaluer la distance jusqu'à l'extrémité de la piste. Ces repères comprennent :

- l'éclairage artificiel entourant l'aéroport pour localiser la piste et évaluer la position de l'aéronef par rapport à celle-ci;
- la position des feux de piste dans le pare-brise de l'aéronef, et la vitesse et la direction de tout changement de position de ces feux⁴³;
- le rapport longueur/largeur des feux de bord de piste et des feux d'extrémité/de seuil de piste⁴⁴;
- la perspective linéaire (degré de convergence) des lignes parallèles que forment les feux de bord de piste⁴⁵;
- l'espacement que distingue le pilote entre chacun des feux de bord de piste⁴⁶;
- les aides visuelles d'approche, comme le PAPI et les feux d'approche SSALR.

Lorsqu'un aéronef atteint l'altitude de décision, les repères visuels associés à l'environnement de piste deviennent de plus en plus visibles et aident l'équipage de conduite à évaluer la position et la vitesse de changement de position de l'aéronef par rapport à la piste.

Lorsque l'aéronef survole le seuil et entame la phase d'atterrissage, les marques de piste (par exemple, les marques d'identification de la piste, la zone de poser, le point cible, l'axe de piste) et le degré d'asymétrie entre les feux de bord de piste servent à établir et à maintenir la position de l'aéronef au centre de la piste et à déterminer la zone de poser appropriée et la distance jusqu'à l'extrémité de la piste. À mesure que l'aéronef descend vers la piste, le mouvement apparent des feux de bord de piste produit un flux optique dans le champ de vision périphérique de l'équipage, ce qui donne un repère de positionnement

⁴³ Pour un aéronef à l'assiette constante, des feux de seuil et de piste qui se déplacent vers le haut du pare-brise indiqueront un poser avant le point d'atterrissage souhaité.

⁴⁴ Un rapport longueur/largeur plus faible (apparence plus carrée) donne l'impression d'être plus bas en approche.

⁴⁵ Une plus grande convergence donne l'impression d'être plus bas en approche.

⁴⁶ Un écart plus petit donne l'impression d'être plus bas. La vitesse de changement de l'écart fournit de l'information sur la vitesse de changement de la position de l'aéronef.

supplémentaire qui peut être utilisé pour évaluer et maintenir la position de l'aéronef au centre de la piste.

Le flux optique est le déplacement apparent d'objets ou de surfaces dans une scène visuelle causé par le mouvement relatif entre un observateur et les objets et surfaces dans son champ de vision à mesure que l'observateur se déplace. Quand le flux optique des feux de bord de piste de gauche et de droite est symétrique, c'est-à-dire lorsque la distance entre les feux de gauche est la même que la distance entre les feux de droite, l'aéronef est aligné avec le centre de la piste. Par contre, lorsque le flux optique n'est plus symétrique et que la distance entre les feux de bord de piste semble diminuer d'un côté et augmenter de l'autre, cela signifie que l'aéronef dévie du côté où la distance entre les feux diminue.

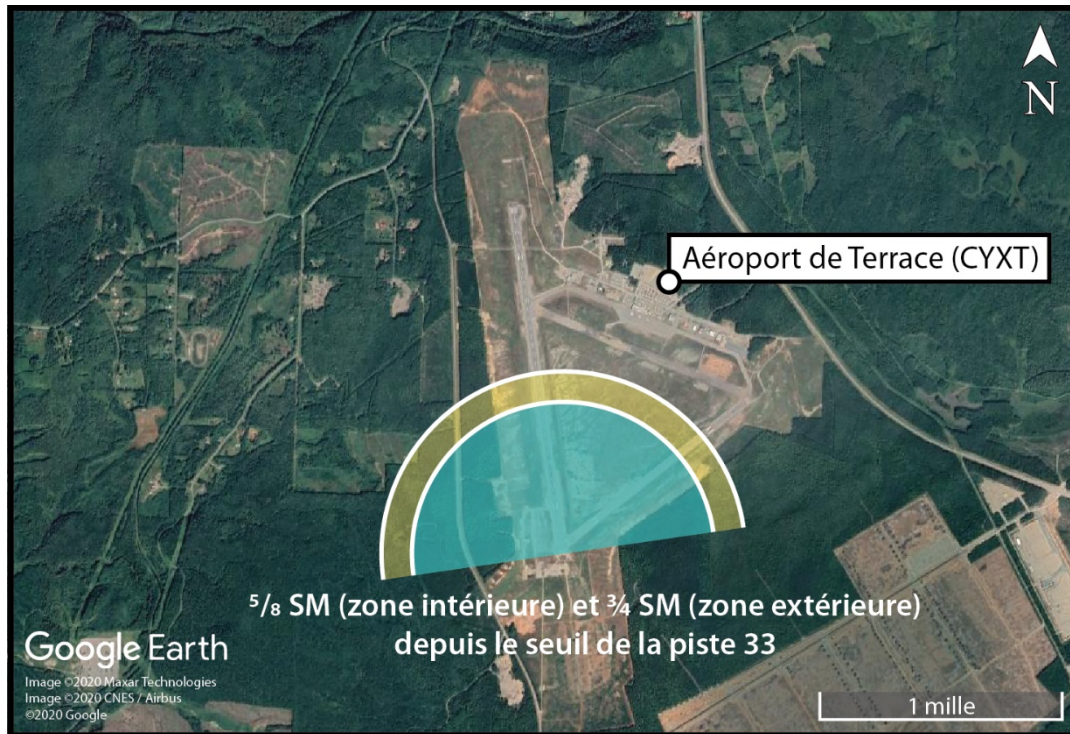
1.18.1.2 Conséquences d'une mauvaise visibilité sur la capacité de l'équipage à évaluer et à maintenir la position de l'aéronef

Dans des conditions de mauvaise visibilité, l'équipage de conduite aperçoit les repères visuels de l'environnement de piste plus tard au cours de la séquence d'approche que par bonne visibilité. Quand il devient possible de voir les repères visuels, il reste moins de temps pour les reconnaître et les identifier, et pour comprendre leur configuration afin d'évaluer efficacement la position et le mouvement de l'aéronef par rapport à la piste.

Le mouvement des flocons de neige sur le fond noir de la nuit produit dans la vision périphérique du pilote des signaux forts dont le système visuel peut difficilement faire abstraction. Selon la densité des flocons et l'intensité de l'éclairage avant de l'aéronef (comme les phares d'atterrissage), la lumière réfractée par les flocons de neige fait qu'un pilote a plus de difficulté à détecter et à distinguer les feux dans l'environnement visuel que lorsqu'il ne neige pas.

Dans l'événement à l'étude, bien qu'il soit impossible de déterminer la visibilité réelle qu'avait l'équipage de conduite à quelque moment durant l'approche et l'atterrissage, le spécialiste de la FSS à CYXT avait estimé que la visibilité au moment de l'événement était de $\frac{5}{8}$ SM, ou 3300 pieds. La figure 6 illustre le champ de vision estimé de l'équipage de conduite avec une visibilité de $\frac{5}{8}$ SM par rapport à une visibilité de $\frac{3}{4}$ SM.

Figure 6. Champ de vision estimé de l'équipage de conduite avec une visibilité de $\frac{5}{8}$ mille terrestre (zone intérieure) par rapport à une visibilité de $\frac{3}{4}$ mille terrestre (zone extérieure) à partir du seuil (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Les phares d'atterrissage de l'aéronef de l'événement à l'étude étaient allumés pendant l'approche et l'atterrissage. Même si les phares d'atterrissage peuvent rendre difficiles la détection et la distinction d'autres feux dans l'environnement visuel pendant une chute de neige, ils améliorent le contraste local entre les caractéristiques adjacentes des objets dans la scène visuelle et donnent des informations sur la profondeur et la taille de ces objets (comme la profondeur des andains).

1.18.2 Prise de décisions et conscience situationnelle

Une prise de décisions éclairée et opportune est essentielle à toutes les phases de vol. Le processus décisionnel consiste à recueillir des renseignements, à les comprendre, à prendre une décision et à agir en conséquence. Ce processus consiste également à cerner les enjeux et les menaces, et à évaluer les options en tenant compte des risques connexes. Une prise de décisions efficace est essentielle pour un rendement efficace dans des environnements dynamiques où chaque seconde compte, car elle réduit le besoin d'évaluer la situation, ce qui prend du temps, et permet d'agir rapidement. Les connaissances acquises grâce à l'expérience et à la formation facilitent la prise de décisions par l'équipage de conduite en rehaussant le degré d'exactitude de leur conscience situationnelle⁴⁷.

⁴⁷ M. R. Endsley, « Toward a theory of situational awareness in dynamic systems », *Human Factors*, vol. 37, n° 1 (1995), p. 32 à 64.

La conscience situationnelle est au cœur de la prise de décisions par le pilote. Dans un environnement dynamique, la conscience situationnelle requiert l'extraction d'information de l'environnement, l'intégration de cette information aux connaissances internes pertinentes afin de créer une image mentale cohérente de la situation actuelle, et l'utilisation de cette image pour anticiper les événements futurs⁴⁸.

Pour maintenir une conscience situationnelle exacte, l'équipage de conduite doit recevoir des renseignements clairs et précis sur une situation. Si les renseignements sont ambigus ou contradictoires, ou s'ils ne se présentent pas comme prévu, ils deviennent beaucoup plus difficiles à saisir, à comprendre et à assimiler, et la charge de travail autant que le risque d'une conscience situationnelle inexacte ou incomplète augmentent. Lorsque des décideurs reçoivent des renseignements contradictoires ou ambigus, on constate qu'ils recueillent généralement plus de renseignements, travaillent activement à résoudre les contradictions, agissent en assumant un degré d'incertitude qu'ils jugent acceptable et planifient en fonction du pire scénario possible. Il a été démontré que les renseignements contradictoires en particulier réduisent le degré d'exactitude d'une décision, augmentent les délais de prise de décisions et diminuent la confiance que la bonne décision a été prise⁴⁹.

1.18.2.1 **Gestion des ressources de l'équipage**

La gestion des ressources de l'équipage (CRM) est l'utilisation efficace de toutes les ressources disponibles, y compris des personnes, du matériel et des renseignements, dans le but d'effectuer un vol en toute sécurité et efficacement⁵⁰. La CRM met en jeu les compétences, les habiletés, les attitudes, la communication, la conscience situationnelle, la résolution de problèmes et le travail d'équipe. La CRM est liée aux aptitudes cognitives et interpersonnelles requises pour gérer un vol. Les aptitudes cognitives comprennent les processus mentaux nécessaires pour acquérir et conserver une conscience situationnelle exacte, pour résoudre des problèmes et pour prendre des décisions.

1.18.2.2 **Gestion des menaces et des erreurs**

La CRM moderne intègre la gestion des menaces et des erreurs (TEM). Les 3 éléments de base de la TEM sont les menaces, les erreurs et les états indésirables de l'aéronef. Chaque vol comporte des dangers que l'équipage doit gérer. Ces dangers, que l'on appelle menaces, augmentent les risques en vol et peuvent comprendre des menaces environnementales (conditions météorologiques défavorables, contamination des pistes, etc.) ou des menaces opérationnelles (pistes courtes, etc.). La TEM met l'accent sur les principes d'anticipation,

⁴⁸ SKYbrary, « Situational Awareness », à l'adresse https://www.skybrary.aero/index.php/Situational_Awareness (dernière consultation le 4 mai 2020).

⁴⁹ M. B. Carroll et P. L. Sanchez, « Decision making with conflicting information: influencing factors and best practice guidelines », *Theoretical Issues in Ergonomics Science* (26 mai 2020).

⁵⁰ Transports Canada, *Document d'élaboration et de mise en œuvre du programme avancé de qualification (PAQ)*, à l'adresse <https://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/normes/commerce-paq-chapitre7-menu-196.htm> (dernière consultation le 4 mai 2020).

de détection et de récupération⁵¹, et repose donc sur la détection proactive des menaces qui pourraient réduire les marges de sécurité. Les équipages peuvent établir des contre-mesures à l'étape de la planification ou en vol, en modifiant le plan selon les circonstances.

Une gestion efficace des erreurs est associée à des comportements précis de la part de l'équipage de conduite, dont les plus couramment cités sont la vigilance, l'invitation à poser des questions ou à donner de la rétroaction, et l'assertivité. Même si des menaces existent et que des erreurs se produisent dans la plupart des segments de vol, elles sont rarement accompagnées de conséquences graves, car l'équipage les gère efficacement. Une bonne gestion des risques dans le poste de pilotage est intrinsèquement liée à une bonne CRM.

1.18.3 Évaluation des performances de décollage et d'atterrissage, et format de compte rendu mondial

Le format de compte rendu mondial (GRF) pour le signalement de l'état de piste a été mis au point par le groupe de travail sur le coefficient de frottement des pistes de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Le groupe s'est penché sur les lacunes des normes et pratiques recommandées en vigueur liées aux méthodes qui servent à l'évaluation et au signalement des caractéristiques de frottement des pistes, à l'utilisation de valeurs de frottement mesurées aux fins des opérations aériennes et au prompt retrait de contaminants. Ce concept se fonde sur une RCAM, qui utilise un ensemble de critères pour évaluer l'état de la surface des pistes et attribuer à celles-ci un RCC correspondant. Cette démarche est fondée sur une méthodologie élaborée par la FAA et l'industrie dont l'objectif est de communiquer aux pilotes l'état réel des pistes au moyen d'une terminologie ayant un lien direct avec la performance attendue de l'aéronef.

Le 15 août 2016, la FAA a émis l'alerte de sécurité (SAFO) 16009 pour [traduction] « informer les exploitants, pilotes, fournisseurs de formation et autre personnel de changements dans la façon de rendre compte de l'état des pistes qui sont dans tout état autre que sec⁵² ». La SAFO 16009 indique que la FAA met en œuvre la RCAM qui doit être utilisée par les exploitants d'aéroport pour évaluer l'état des pistes et déterminer le RCC numérique. De plus, elle explique ce qui suit [traduction] :

La RCAM est présentée dans un format standardisé, en fonction des données de performance de l'aéronef fournies par le constructeur, pour chacun des types et des profondeurs de contaminants indiqués. La RCAM remplace les jugements subjectifs de l'état de la surface des pistes par des évaluations objectives en rapport direct avec des catégories de type et de profondeur des contaminants. [...]

⁵¹ A. Merritt et J. Klinec, « Defensive Flying for Pilots: An Introduction to Threat and Error Management », *The University of Texas Human Factors Research Project: The LOSA Collaborative* (Austin [Texas] : 2006).

⁵² Federal Aviation Administration, Safety Alert for Operators (SAFO) 16009, *Runway Assessment and Condition Reporting* (15 août 2016).

On continuera de demander des rapports de freinage aux pilotes; ces rapports serviront à évaluer la performance de freinage⁵³.

Ce changement lié au signalement de l'état de la surface de la piste est entré en vigueur aux États-Unis le 1^{er} octobre 2016. La SAFO 16009 encourageait les exploitants à élaborer des procédures qui tiennent compte de ces changements⁵⁴.

En août 2016, TC a émis l'Alerte à la sécurité de l'Aviation civile (ASAC) n° 2016-08 pour aviser les pilotes, les services de régulation des vols, les exploitants aériens et les exploitants privés canadiens des changements touchant les opérations aériennes aux États-Unis⁵⁵. En août 2018, TC a émis l'ASAC n° 2018-08 indiquant que les données du constructeur ont priorité sur une estimation fournie à l'aide du CRFI⁵⁶. De plus, l'AIM de TC indique qu'il « incombe au constructeur aéronautique de fournir des renseignements, des lignes directrices ou des avis concernant l'utilisation de ses appareils sur les pistes mouillées ou contaminées⁵⁷ ».

WestJet Encore possédait des données du constructeur sur les performances pour fournir des lignes directrices sur l'exécution d'opérations aériennes sur des surfaces de piste contaminées^{58,59} et, bien que les documents d'orientation de TC n'abordaient pas la suppression des lignes directrices sur le CRFI pour les opérations aériennes, ils mentionnaient que les données du constructeur avaient préséance sur le CRFI. Par conséquent, en septembre 2019, WestJet Encore a supprimé le CRFI de ses manuels afin de simplifier les procédures.

En juillet 2019, TC a émis la CI 300-019 pour fournir aux exploitants d'aéroport et d'aérodrome des lignes directrices sur le nouveau GRF. Selon cette CI, la date de mise en

⁵³ Ibid.

⁵⁴ Ibid.

⁵⁵ Transports Canada, Alerte à la sécurité de l'Aviation civile (ASAC) n° 2016-08 : Mise en œuvre du Takeoff and Landing Performance Assessment (TALPA) [évaluation de la performance au décollage et à l'atterrissage] des États-Unis, numéro 1 (12 août 2016).

⁵⁶ Transports Canada, Alerte à la sécurité de l'Aviation civile (ASAC) n° 2018-08 : Opérations avec des aéronefs utilisant des renseignements sur le rendement basés sur la TALPA pour calculer la distance d'atterrissage, numéro 01 (29 septembre 2018), p. 3.

⁵⁷ Transports Canada, TP 14371, *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC), AIR – Discipline aéronautique (10 octobre 2019), section 1.6.6.

⁵⁸ De Havilland Aircraft of Canada Ltd., *Q400 Airplane Flight Manual, Supplement 37, Model 402, Supplementary Performance Information for Operation on Contaminated Runways*, numéro 9 (1^{er} octobre 2014), section 6.37.1.

⁵⁹ De Havilland Aircraft of Canada Ltd., Technical Operational Document – Flight Sciences – Aircraft Performance, *Operational Landing Distance (OLD) Data – FAA AC 25-32 Compliant (Imperial Units)* (12 juin 2019), p. 1.

œuvre exigée par l'OACI était le 5 novembre 2020⁶⁰. Dans le numéro d'édition 02 de la CI 300-019, publié en février 2021, il est indiqué que la date de mise en œuvre du GRF au Canada est le 12 août 2021⁶¹. Selon ce nouveau numéro d'édition de la CI 300-019, les aéroports comme CYXT continueront de signaler le CRFI dans certaines conditions. On y explique aussi que le CRFI permet aux exploitants d'aéroport et d'aérodrome de confirmer, de réviser à la hausse ou de réviser à la baisse les données préliminaires du RCC afin de fournir une représentation exacte de la glissance réelle de la piste⁶².

1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

Sans objet.

⁶⁰ Transports Canada, Circulaire d'information (CI) 300-019 : *Utilisation du format GRF (pour Global Reporting Format) pour la présentation de rapports sur l'état de la surface de la piste*, numéro d'édition 01 (31 juillet 2019).

⁶¹ Transports Canada, Circulaire d'information (CI) 300-019 : *Format mondial de notification (GRF) du compte rendu de l'état de la surface de la piste*, numéro d'édition 02 (21 février 2021).

⁶² Ibid.

2.0 ANALYSE

2.1 Introduction

Les membres de l'équipage de conduite possédaient les certifications et les qualifications nécessaires pour ce vol, conformément aux règlements en vigueur. Selon l'enquête, rien ne donne à croire que des facteurs médicaux, pathologiques ou physiologiques aient pu nuire au rendement de l'équipage de conduite. Les dossiers indiquent que l'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément aux règlements en vigueur et aux procédures approuvées.

L'approche et l'atterrissage ont eu lieu de nuit sur une piste recouverte de neige, dans des conditions de visibilité limitée en raison d'une chute de neige et de vents dont la vitesse et la direction variaient.

La présente analyse portera sur les repères visuels de nuit, les facteurs en cause pendant la phase d'atterrissage, et les changements dans la façon dont les évaluations de l'état de la piste sont effectuées, y compris la suppression du coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI) des manuels d'exploitation de WestJet Encore Ltd. (WestJet Encore).

2.2 Repères visuels de nuit

Un certain nombre de repères visuels peuvent être utilisés par les pilotes pour déterminer leur position par rapport à l'environnement de piste lorsqu'ils pilotent de nuit. Dans des conditions de mauvaise visibilité, moins de repères sont disponibles que dans des conditions de bonne visibilité.

Au moment de l'événement, la visibilité était estimée à $\frac{5}{8}$ mille terrestre (SM), soit 3300 pieds, par faible neige. Lorsque l'aéronef a atteint l'altitude de décision de 250 pieds au-dessus du sol (AGL) en approche, le premier segment des feux d'approche de la piste 33 était visible et le commandant de bord a utilisé ces feux pour aligner l'aéronef en vue d'effectuer l'approche.

Le système de balisage lumineux de piste, qui comprend des feux de bord de piste, des indicateurs de trajectoire d'approche de précision (PAPI) et des feux d'approche, était la principale source d'éclairage disponible pour évaluer la position de l'aéronef par rapport à l'environnement de piste, pour maintenir l'aéronef sur la bonne trajectoire de descente et pour l'aligner sur la piste.

Lorsque l'aéronef a franchi le seuil, les feux d'approche n'étaient plus visibles dans le champ de vision de l'équipage de conduite pour l'aider à aligner l'aéronef sur l'axe de piste. Les repères visuels externes étaient limités parce que la neige recouvrait toutes les marques de piste et la chute de neige masquait l'éclairage artificiel entourant la piste.

Une fois que l'aéronef était au-dessus de la piste, l'équipage de conduite a dû déterminer la position latérale de l'aéronef en se fiant à son évaluation du degré d'asymétrie entre les feux de bord de piste et du flux optique symétrique que procuraient les feux de bord de piste –

qui étaient moins prononcés en raison de la chute de neige – et à la détection de la proximité de l'aéronef par rapport aux andains.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Comme il neigeait et que la piste était recouverte de neige, l'équipage de conduite disposait de repères visuels limités, ce qui réduisait sa capacité à déterminer avec précision la position latérale de l'aéronef une fois qu'il avait dépassé le seuil.

2.3 Atterrissage

Puisqu'il neigeait continuellement, les conducteurs des véhicules de déneigement n'ont pas pu garder la surface de la piste dégagée sur toute sa largeur, qui était de 150 pieds. Ils ont plutôt concentré leurs efforts sur le déneigement de la piste sur une largeur de 100 pieds, soit seulement 2 pieds de plus que la largeur de piste minimale requise par l'aéronef pour atterrir. Cette façon de faire laissait des andains sur la piste, qui n'avaient pas été dégagés avant l'atterrissage de l'aéronef de l'événement à l'étude. Ces andains n'ont pas été signalés aux pilotes, et rien n'exigeait qu'ils le soient.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Pendant les opérations de déneigement, on a enlevé la neige sur une largeur de 100 pieds au centre de la piste, ce qui a laissé des andains d'une hauteur approximative de 18 pouces en bordure de la surface déneigée. Par conséquent, la marge de manœuvre latérale du pilote était réduite durant l'atterrissage.

Tout au long de l'approche et de l'atterrissage, l'équipage a dû composer avec des vents dont la vitesse et la direction variaient de 6 à 12 nœuds et de 40° à gauche à 50° à droite de l'axe. Le commandant de bord a corrigé la dérive par rapport à l'axe, mais les vents variables et imprévisibles ont fait en sorte qu'il était difficile de maintenir l'alignement sur l'axe.

Avant le poser des roues, l'aéronef a commencé à dériver vers la gauche. Lorsque le commandant de bord a constaté la dérive et a manipulé les commandes pour corriger la situation, l'aéronef touchait déjà la piste. À ce stade, l'aéronef a été frappé d'une rafale de vent soufflant à 15 nœuds du 040° magnétique (M) ou de 70° à droite de l'axe.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

L'aéronef a d'abord touché la piste à 10 pieds à gauche de l'axe en raison des manipulations des commandes et des conditions de vent variables et, alors que le poids de l'aéronef n'était pas encore entièrement appliqué aux roues, une rafale a contribué à ce que l'aéronef dévie encore plus vers la gauche, jusqu'à ce que le train d'atterrissage principal gauche entre en contact avec l'andain.

En raison du court laps de temps (2 secondes) entre l'atterrissage et l'impact avec l'andain lors de l'événement à l'étude, les données de vol disponibles n'ont pas été suffisantes pour estimer les caractéristiques de frottement de la piste.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Lorsque le train d'atterrissage principal gauche a heurté l'andain, la résistance sur ce train a tiré l'aéronef vers la gauche, ce qui a fait que le train d'atterrissage avant et le train d'atterrissage principal droit sont également entrés en contact avec l'andain.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Pendant la sortie de piste, le logement du train d'atterrissage avant s'est rempli de glace et de neige, ce qui a causé une déformation structurale. Par conséquent, le train d'atterrissage avant n'était plus maintenu en place, et il s'est affaissé vers l'arrière dans le fuselage, ce qui a causé des dommages importants à l'aéronef.

2.4 Évaluation de l'état de piste

En 2016, Transports Canada (TC) et la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis ont émis des alertes de sécurité recommandant l'utilisation des données de performance du constructeur pour évaluer l'état de la piste.

WestJet Encore utilisait depuis 2015 les données du constructeur, qui ne comprenaient pas le CRFI, pour déterminer la distance d'atterrissage et les performances par vent de travers. Par conséquent, les équipages de conduite, y compris l'équipage de conduite de l'événement à l'étude, connaissaient bien la façon d'utiliser ces données. De 2015 jusqu'à la fin des révisions des manuels en septembre 2019, les équipages de conduite et les services de régulation des vols devaient également utiliser le CRFI, s'il était signalé, pour calculer la distance d'atterrissage et la limite de vent de travers sur les pistes contaminées.

En 2019, WestJet Encore a apporté de nombreuses modifications à son manuel d'exploitation de l'aéronef et à son manuel de référence rapide. Les changements comprenaient la suppression du CRFI de la procédure pour déterminer la distance d'atterrissage et les limites de vent de travers. Ce changement était fondé sur les lignes directrices et les directives de la FAA, la recommandation de TC visant à donner la priorité à l'utilisation des données de performance du constructeur, et la familiarité de WestJet Encore avec l'utilisation de la matrice d'évaluation de l'état de piste et des données de performance du constructeur. La suppression du CRFI a également simplifié la procédure d'évaluation des opérations aériennes sur les surfaces de piste contaminées. À la suite des modifications, les équipages de conduite et les services de régulation des vols devaient utiliser uniquement les données de performance du constructeur pour calculer la distance d'atterrissage et la limite de vent de travers sur les pistes contaminées.

De plus, WestJet Encore a effectué 2 évaluations des risques afin de déterminer le risque associé à l'intégration simultanée de plusieurs changements dans plusieurs manuels. Afin d'atténuer les risques relevés, WestJet Encore a fourni des produits de communication et a offert de la formation au personnel opérationnel afin de l'aider à se familiariser avec les nouveaux changements. Bien que les évaluations des risques aient fait ressortir que l'un des

risques était le grand nombre de changements apportés aux manuels, elles n'ont pas souligné la suppression du CRFI comme un risque en particulier.

Compte tenu du nombre de changements importants qui ont été apportés dans les principaux manuels d'exploitation de WestJet Encore, les conséquences de la suppression du CRFI sur les opérations aériennes, même s'il était encore signalé par les aéroports, ont peut-être été sous-estimées. Même si WestJet Encore avait renoncé à l'utilisation du CRFI pour déterminer si une piste donnée était adéquate, le contrôleur du Centre de contrôle régional de Vancouver a supposé que l'équipage de conduite dans l'événement à l'étude utilisait toujours le CRFI comme facteur limitatif. Par conséquent, même si techniquement ce renseignement n'était pas censé être utilisé par l'équipage de conduite, il en a tenu compte. De plus, l'exploitant de l'aéroport ne savait pas que WestJet Encore n'utilisait pas le CRFI pour déterminer si une piste était adéquate.

Comme l'ont démontré les actions de l'équipage de conduite, le processus décisionnel consiste à recueillir des renseignements, à les comprendre, à prendre une décision et à agir en conséquence. La prise de décisions par le pilote repose sur la conscience situationnelle et, pour maintenir une conscience situationnelle exacte, les pilotes doivent recevoir des renseignements clairs et précis sur une situation.

Dans le cadre de la préparation à l'approche, l'équipage de conduite recueillait les renseignements nécessaires pour acquérir une compréhension exacte de l'état de la piste afin qu'il puisse évaluer si la piste 33 convenait à l'atterrissage. Lorsque l'équipage de conduite a obtenu une valeur CRFI de 0,09, le commandant de bord, qui possédait de l'expérience de l'utilisation du CRFI comme l'un des indicateurs pour déterminer si l'état de la piste convient à l'atterrissage, a compris que, quelle que soit la vitesse ou la direction du vent, une valeur CRFI de 0,09 indiquait un mauvais freinage probable et une piste glissante. Par exemple, en utilisant le diagramme des composantes de vent de travers avec l'échelle du CRFI, une valeur CRFI de 0,09 aurait suggéré une composante de vent de travers de 0 et indiqué un état de piste très glissant et une dégradation de la maîtrise en direction de l'aéronef.

Cette information contredisait l'information que l'équipage de conduite avait reçue au sujet de l'état de la surface de la piste. D'une part, l'équipage de conduite a essentiellement compris que l'état de « trace de neige mouillée » indiquait qu'il y avait très peu ou pas de contamination sur la piste; d'autre part, il a reçu une valeur CRFI de 0,09, qu'il avait interprétée comme ayant un effet important (négatif) sur le freinage.

Lorsque des décideurs reçoivent des renseignements contradictoires ou ambigus, ils ont tendance à recueillir plus de renseignements, à travailler activement à résoudre les incohérences, à agir en assumant un degré d'incertitude qu'ils jugent acceptable et à planifier en fonction du pire scénario possible.

En raison des renseignements contradictoires, l'équipage de conduite de l'événement à l'étude a passé plusieurs minutes à recueillir plus de renseignements sur toute limitation

possible avec une valeur CRFI de 0,09, sur la composante maximale de vent de travers, sur les conditions météorologiques et sur l'état de la piste. L'équipage de conduite a cherché des directives sur l'utilisation du CRFI, mais il n'en a trouvé aucune, car elles avaient été supprimées de ses manuels. L'équipage de conduite a également reçu la confirmation du service de régulation des vols que le CRFI ne devrait pas être utilisé.

L'équipage de conduite a décidé que, d'après les renseignements contenus dans la matrice d'évaluation de l'état de piste et d'après la confirmation du service de régulation des vols de la compagnie qu'il n'y avait pas de limite pour le CRFI, une vitesse de 14 nœuds constituait la limite de vent de travers et le facteur limitatif, et qu'il continuerait son approche à l'atterrissage si le vent de travers restait sous les 14 nœuds. L'équipage de conduite surveillait les vents et a recalculé le vent de travers 2 autres fois avant l'atterrissage.

L'équipage de conduite avait confiance en sa décision de poursuivre l'approche, mais il a continué de surveiller le CRFI et d'en discuter pendant l'approche.

Les équipages de conduite et les services de régulation des vols peuvent utiliser plusieurs facteurs pour évaluer si une piste contaminée convient à l'atterrissage, comme le type et la profondeur d'un contaminant, les rapports de freinage et le frottement. Le CRFI avait été relativement constant et en légère amélioration dans les comptes rendus avant l'accident; c'était donc un élément d'information significatif, particulièrement pour les membres de l'équipage de conduite dans l'événement à l'étude, qui avaient été habitués à travailler avec les valeurs CRFI tout au long de leur carrière.

Compte tenu de l'expérience de l'équipage de conduite avec l'utilisation du CRFI, des changements récents apportés aux manuels, des conditions météorologiques et des renseignements disponibles à ce moment-là provenant du contrôle de la circulation aérienne et de la station d'information de vol, du rapport de freinage de pilote et des indications données par le service de régulation des vols de la compagnie, l'équipage de conduite a pris ce qu'elle croyait être la meilleure décision possible avec les informations disponibles à ce moment-là. L'équipage de conduite a fait preuve d'une bonne gestion des menaces et des erreurs : il a décelé la menace et il a tenté de l'atténuer.

Bien que WestJet Encore ait informé ses équipages de conduite de ne pas utiliser le CRFI pour déterminer si une piste contaminée convient à l'atterrissage, le CRFI, s'il est signalé, peut être un outil pratique dans le processus décisionnel et il peut accroître la conscience situationnelle concernant l'état d'une piste. Bien que le CRFI ne soit pas spécifique à un type d'aéronef particulier, il peut néanmoins aider à évaluer si une piste contaminée convient à l'atterrissage. L'utilisation du CRFI signalé, en plus des renseignements du constructeur et des rapports de freinage, donne aux équipages de conduite un outil de plus pour déterminer l'état de la surface d'une piste contaminée.

Fait établi quant aux risques

Si les exploitants d'aéronefs ne fournissent pas aux pilotes tous les outils possibles et tous les renseignements pertinents pour évaluer si une piste convient à l'atterrissage, il se peut

que les pilotes n'évaluent pas toutes les menaces potentielles et qu'ils prennent des décisions fondées sur des renseignements incomplets ou contradictoires.

3.0 FAITS ÉTABLIS

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

Il s'agit des conditions, actes ou lacunes de sécurité qui ont causé l'événement ou y ont contribué.

1. Comme il neigeait et que la piste était recouverte de neige, l'équipage de conduite disposait de repères visuels limités, ce qui réduisait sa capacité à déterminer avec précision la position latérale de l'aéronef une fois qu'il avait dépassé le seuil.
2. Pendant les opérations de déneigement, on a enlevé la neige sur une largeur de 100 pieds au centre de la piste, ce qui a laissé des andains d'une hauteur approximative de 18 pouces en bordure de la surface déneigée. Par conséquent, la marge de manœuvre latérale du pilote était réduite durant l'atterrissage.
3. L'aéronef a d'abord touché la piste à 10 pieds à gauche de l'axe en raison des manipulations des commandes et des conditions de vent variables et, alors que le poids de l'aéronef n'était pas encore entièrement appliqué aux roues, une rafale a contribué à ce que l'aéronef dévie encore plus vers la gauche, jusqu'à ce que le train d'atterrissage principal gauche entre en contact avec l'andain.
4. Lorsque le train d'atterrissage principal gauche a heurté l'andain, la résistance sur ce train a tiré l'aéronef vers la gauche, ce qui a fait en sorte que le train d'atterrissage avant et le train d'atterrissage principal droit sont également entrés en contact avec l'andain.
5. Pendant la sortie de piste, le logement du train d'atterrissage avant s'est rempli de glace et de neige, ce qui a causé une déformation structurale. Par conséquent, le train d'atterrissage avant n'était plus maintenu en place, et il s'est affaissé vers l'arrière dans le fuselage, ce qui a causé des dommages importants à l'aéronef.

3.2 Faits établis quant aux risques

Il s'agit des conditions, des actes dangereux, ou des lacunes de sécurité qui n'ont pas été un facteur dans cet événement, mais qui pourraient avoir des conséquences néfastes lors de futurs événements.

1. Si les exploitants d'aéronefs ne fournissent pas aux pilotes tous les outils possibles et tous les renseignements pertinents pour évaluer si une piste convient à l'atterrissage, il se peut que les pilotes n'évaluent pas toutes les menaces potentielles et qu'ils prennent des décisions fondées sur des renseignements incomplets ou contradictoires.

3.3 **Autres faits établis**

Ces éléments pourraient permettre d'améliorer la sécurité, de régler une controverse ou de fournir un point de données pour de futures études sur la sécurité.

1. D'après les examens techniques effectués par le constructeur et l'exploitant de l'aéronef, l'enquête a permis de déterminer que ni les dommages ni les travaux de réparation structurale effectués sur l'aéronef à la suite de l'accident du 19 juillet 2019 n'ont contribué aux dommages subis au cours de l'événement à l'étude.
-

4.0 MESURES DE SÉCURITÉ

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 WestJet Encore Ltd.

WestJet Encore Ltd. a publié, le 14 février 2020, une révision du manuel de référence rapide qui comprenait des modifications concernant les opérations sur piste contaminée :

- lorsque le coefficient canadien de frottement sur piste signalé ne correspond pas à l'état de la surface de la piste;
- pendant des précipitations actives.

En outre, les révisions actuelles du *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* et du *Supplément de vol – Canada* ont été ajoutées à l'organiseur électronique de poste de pilotage.

4.1.2 Terrace-Kitimat Airport Society

Le 14 janvier 2021, la Terrace-Kitimat Airport Society a publié une note de service pour informer le personnel que son plan d'entretien hivernal avait été modifié afin d'harmoniser les procédures avec le numéro d'édition 04 de la Circulaire d'information 302-013 de Transports Canada intitulée *Planification et maintenance aux aéroports en hiver*.

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 16 juin 2021. Il a été officiellement publié le 22 juillet 2021.

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.

ANNEXES

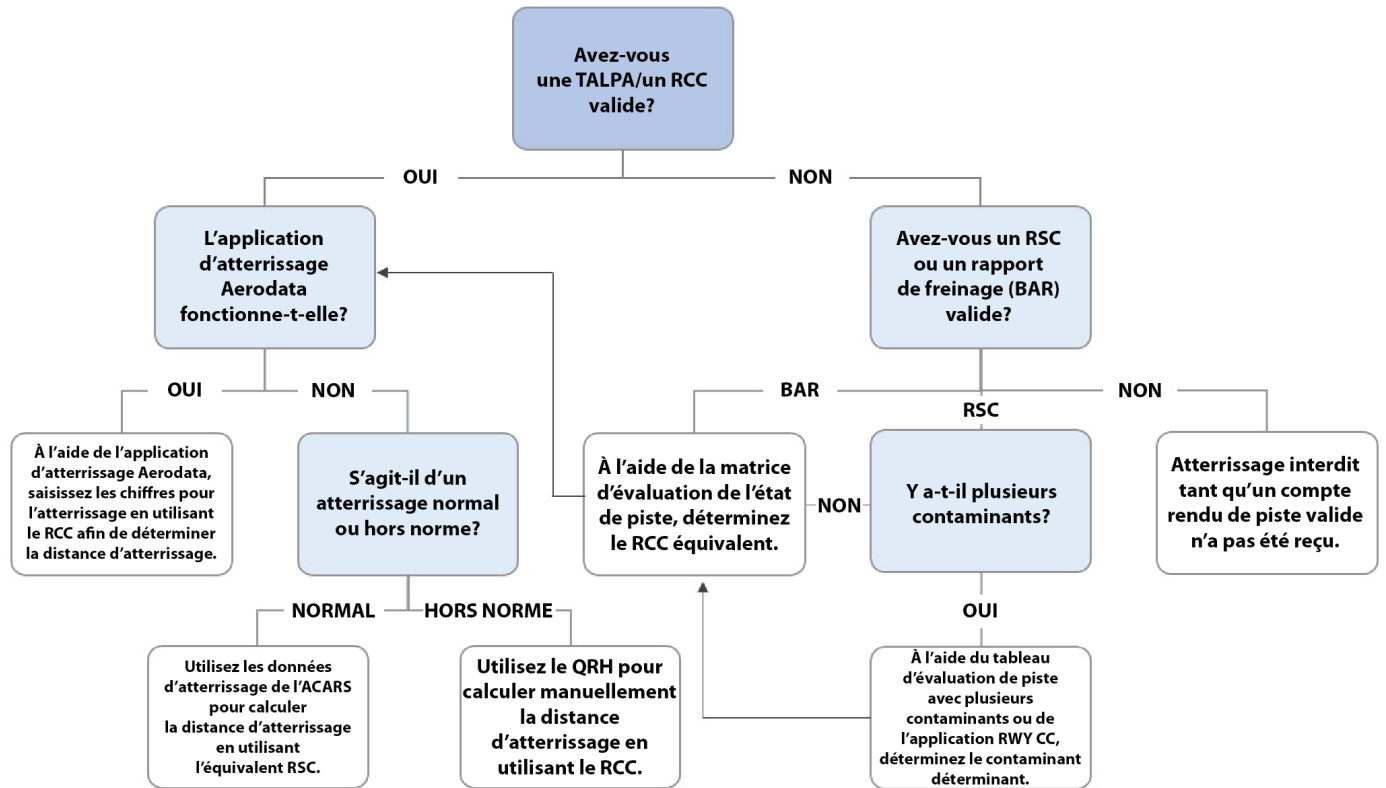
Annexe A – Matrice d'évaluation de l'état de piste de WestJet Encore Ltd.

(Reproduction du tableau dans WestJet Encore Ltd., *Quick Reference Handbook*, révision 007 [1^{er} août 2019], p. 2-8)

RCC	Description de l'état de la surface de la piste	Freinage signalé par le pilote	Vent de travers MAX.
6	Sèche	-	32 kt
5	Givre Mouillée (humide et 1/8 po [3 mm] de profondeur d'eau ou moins) 1/8 po (3 mm) de profondeur ou moins de : <ul style="list-style-type: none"> • Neige fondante • Neige sèche • Neige mouillée 	Bon	32 kt
4	Température extérieure de -15 °C ou moins : <ul style="list-style-type: none"> • Neige compacte 	Bon à moyen	20 kt
3	Mouillée (piste « glissante lorsque mouillée ») Neige sèche ou neige mouillée (toute profondeur) sur neige compacte Profondeur supérieure à 1/8 po (3 mm) de : <ul style="list-style-type: none"> • Neige sèche • Neige mouillée Température extérieure supérieure à -15 °C : <ul style="list-style-type: none"> • Neige compacte 	Moyen	14 kt
2	Profondeur supérieure à 1/8 po (3 mm) de : <ul style="list-style-type: none"> • Eau • Neige fondante 	Moyen à faible	14 kt
1	Glace	Faible	4 kt
0	Glace mouillée Eau à la surface de neige compacte Neige sèche ou neige mouillée sur de la glace	Nul	0 kt

Pour les RCC 2 et 3, déplacer les manettes des gaz au-delà de la position DISC est interdit.

Annexe B – Procédure d’atterrissage sur pistes contaminées de WestJet Encore Ltd.



Source : WestJet Encore Ltd., *DHC-8-400 Quick Reference Handbook*, révision 008 (entrée en vigueur le 10 décembre 2019), p. 2-7.