



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A23W0158

IMPACT SANS PERTE DE CONTRÔLE

Air Tindi Ltd.
De Havilland Inc. DHC-6 Twin Otter Series 300, C-GMAS
Aérodrome de Diavik (CDK2) (Territoires du Nord-Ouest), 7 NM SE
27 décembre 2023

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 ce rapport d'enquête est utilisé ou pourrait être utilisé dans le cadre d'une telle procédure.

Reproduction non commerciale

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

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

Reproduction commerciale

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

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

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

Citation

Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A23W0158* (publié le 8 janvier 2026).

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

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2026

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A23W0158

No de cat. TU3-10/23-0158F-PDF
ISBN 978-0-660-79900-1

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 | 14 |
| 1.3 Dommages à l'aéronef..... | 14 |
| 1.4 Autres dommages | 15 |
| 1.5 Renseignements sur le personnel | 15 |
| 1.5.1 Commandant de bord..... | 15 |
| 1.5.2 Premier officier..... | 16 |
| 1.6 Renseignements sur l'aéronef | 16 |
| 1.6.1 Généralités..... | 16 |
| 1.6.2 Instruments de vol..... | 17 |
| 1.7 Renseignements météorologiques..... | 19 |
| 1.7.1 Conditions météorologiques signalées..... | 19 |
| 1.8 Aides à la navigation | 20 |
| 1.9 Communications | 20 |
| 1.10 Renseignements sur l'aérodrome | 21 |
| 1.11 Enregistreurs de bord..... | 21 |
| 1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact..... | 21 |
| 1.13 Renseignements médicaux et pathologiques | 23 |
| 1.14 Incendie | 23 |
| 1.15 Questions relatives à la survie des occupants..... | 23 |
| 1.15.1 Généralités..... | 23 |
| 1.15.2 Harnais de sécurité..... | 25 |
| 1.15.3 Radiobalise de repérage d'urgence..... | 25 |
| 1.15.4 Équipement de survie..... | 25 |
| 1.16 Essais et recherche | 27 |
| 1.16.1 Rapports de laboratoire du BST | 27 |
| 1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion | 27 |
| 1.17.1 Généralités..... | 27 |
| 1.17.2 Structure organisationnelle d'Air Tindi Ltd..... | 27 |
| 1.17.3 Système de contrôle d'exploitation | 29 |
| 1.17.4 Surveillance des pilotes de ligne par la direction..... | 29 |
| 1.17.5 Manuel d'exploitation | 30 |
| 1.17.6 Opérations dans des conditions météorologiques de vol à vue à Air Tindi Ltd. | 31 |
| 1.17.7 Opérations dans des conditions météorologiques de vol aux instruments à Air Tindi Ltd..... | 32 |
| 1.17.8 Procédures d'exploitation normalisées | 35 |
| 1.17.9 Exposés d'approche | 35 |
| 1.17.10 Organiseur électronique de poste de pilotage | 36 |
| 1.17.11 Formation sur les impacts sans perte de contrôle à Air Tindi Ltd..... | 38 |
| 1.17.12 Culture de sécurité organisationnelle..... | 39 |
| 1.17.13 Renseignements recueillis auprès des pilotes d'Air Tindi Ltd..... | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 1.18 Renseignements supplémentaires | 45 |
| 1.18.1 Surveillance exercée par Transports Canada | 45 |
| 1.18.2 Questions relatives aux facteurs humains..... | 47 |
| 1.18.3 Risque associé au secteur du taxi aérien au Canada | 50 |
| 1.18.4 Liste de surveillance du BST..... | 54 |
| 2.0 Analyse..... | 56 |
| 2.1 Air Tindi Ltd..... | 56 |
| 2.1.1 La décision de décoller et de poursuivre le vol..... | 56 |
| 2.1.2 Approches aux instruments improvisées..... | 58 |
| 2.1.3 Systèmes de positionnement mondial | 59 |
| 2.1.4 Systèmes d'avertissement et d'alarme d'impact | 60 |
| 2.1.5 Surveillance inefficace des opérations..... | 61 |
| 2.2 Cadre réglementaire..... | 64 |
| 2.2.1 Surveillance d'Air Tindi Ltd. par Transports Canada..... | 64 |
| 2.2.2 Lignes directrices de Transports Canada sur les organisateurs électroniques de poste de pilotage | 66 |
| 2.3 Chances de survie | 67 |
| 3.0 Faits établis | 69 |
| 3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs..... | 69 |
| 3.2 Faits établis quant aux risques..... | 69 |
| 4.0 Mesures de sécurité | 71 |
| 4.1 Mesures de sécurité prises..... | 71 |
| 4.1.1 Air Tindi Ltd..... | 71 |
| 5.0 Annexes..... | 72 |
| 5.1 Annexe A – Prévision de zone graphique - Carte nuages et temps GFACN35 émise à 4 h 25, heure normale des Rocheuses, le 27 décembre 2023 (l'étoile jaune indique le lieu de l'accident)..... | 72 |

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A23W0158

IMPACT SANS PERTE DE CONTRÔLE

Air Tindi Ltd.

De Havilland Inc. DHC-6 Twin Otter Series 300, C-GMAS

Aérodrome de Diavik (CDK2) (Territoires du Nord-Ouest), 7 NM SE

27 décembre 2023

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 2. Les pronoms et les titres de poste masculins peuvent être utilisés pour désigner tous les genres afin de respecter la *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* (L.C. 1989, ch. 3).

Résumé

À 12 h 05, heure normale des Rocheuses, le 27 décembre 2023, l'aéronef équipé de roues et de skis De Havilland Inc. DHC-6 Twin Otter Series 300 d'Air Tindi Ltd. (immatriculation C-GMAS, numéro de série 438) a quitté le lac Margaret (Territoires du Nord-Ouest) pour effectuer le vol TIN601 selon les règles de vol à vue, à destination du lac de Gras (Territoires du Nord-Ouest), avec 2 membres d'équipage de conduite et 8 passagers à bord.

En arrivant au-dessus du camp routier du lac de Gras, l'équipage de conduite a effectué 4 approches vers la zone d'atterrissement souhaitée sur la surface gelée du lac, descendant parfois à moins de 50 pieds au-dessus du niveau du sol. Lors de la 4^e et dernière tentative d'approche, l'aéronef est descendu à moins de 50 pieds au-dessus du niveau du sol, et l'équipage de conduite a perdu le contact visuel avec le relief. À 12 h 45, heure normale des Rocheuses, l'aéronef a percuté le sol à 1 mille marin au sud-est du site d'atterrissement souhaité. Deux personnes à bord ont été grièvement blessées et n'ont pas été en mesure de sortir de l'aéronef. Les autres occupants, dont un passager qui avait été éjecté de l'aéronef, ont été légèrement blessés. L'aéronef a subi des dommages importants par les forces d'impact. Aucun incendie ne s'est déclaré après l'impact. La radiobalise de repérage d'urgence s'est activée, et des membres du personnel de recherche et sauvetage des Forces armées canadiennes ainsi qu'une équipe de recherche bénévole de la mine Diavik (Territoires du Nord-Ouest) sont arrivés sur les lieux 8 heures après l'événement. Le lendemain matin, tout le monde, à l'exception de l'équipe de recherche bénévole, a été transporté par avion à l'aérodrome de Diavik (CDK2) (Territoires du Nord-Ouest), puis à l'aéroport de Yellowknife (CYZF) (Territoires du Nord-Ouest).

1.0 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Le 27 décembre 2023, 2 aéronefs De Havilland Inc. DHC-6 Twin Otter series 300 (Twin Otter) d'Air Tindi Ltd. (Air Tindi) devaient quitter l'aéroport de Yellowknife (CYZF)² à 10 h³. Les Twin Otter étaient chargés de transporter les travailleurs et les fournitures vers les camps situés au lac Margaret et au lac de Gras. Après avoir atterri au lac Margaret, un des Twin Otter devait retourner à Yellowknife tandis que l'aéronef C-GMAS à l'étude, devait poursuivre son vol jusqu'au lac de Gras, puis retourner à CYZF.

L'aéronef à l'étude devait effectuer les 3 étapes de son vol (sous le numéro de vol TIN601) selon les règles de vol à vue (VFR) (figure 1).

Enregistrements de conversations de poste de pilotage

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.

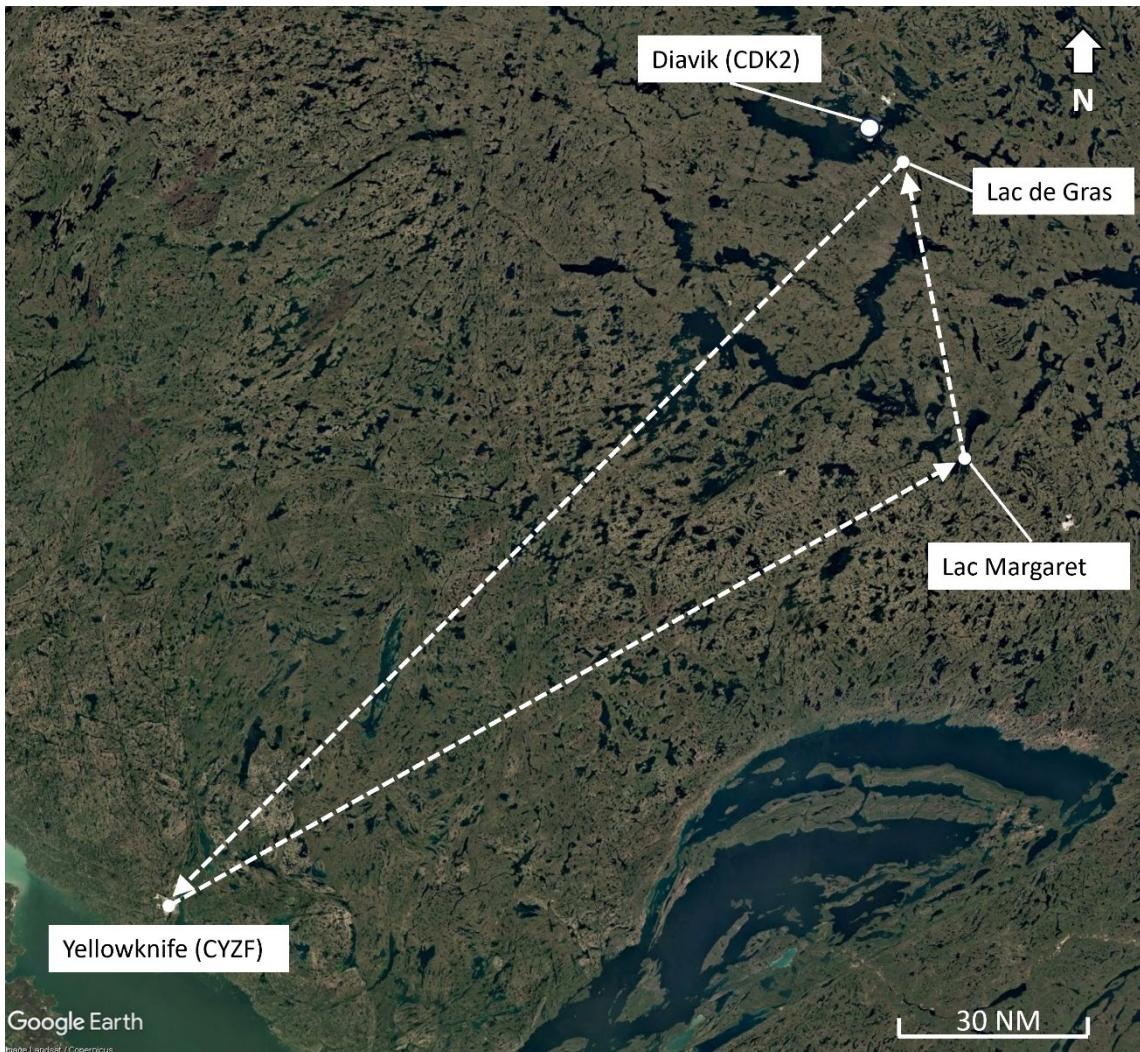
Pour valider les questions de sécurité soulevées par la présente enquête, le BST s'est servi de l'information provenant du CVR dans son rapport. Dans chaque cas, les données ont été soigneusement examinées pour s'assurer qu'elles étaient nécessaires pour promouvoir la sécurité des transports.

¹ Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), Annexe 13 à la *Convention relative à l'aviation civile internationale : Enquêtes sur les accidents et incidents d'aviation*, 13^e édition (juillet 2024), paragraphe 5.12.

² Tous les lieux mentionnés dans le présent rapport sont situés dans les Territoires du Nord-Ouest, sauf indication contraire.

³ Toutes les heures sont exprimées en heure normale des Rocheuses (temps universel coordonné moins 7 heures).

Figure 1. Trajectoire du vol prévu de l'aéronef à l'étude (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Le premier officier (P/O) de l'aéronef à l'étude est arrivé à CYZF vers 8 h 30 le jour de l'événement et a commencé à vérifier les conditions météorologiques de la journée. Le P/O a ensuite commencé à préparer l'aéronef au départ.

Avec le commandant de bord, le P/O a examiné les conditions météorologiques pour la mine Gahcho Kué, l'aérodrome de Diavik (CDK2) et la zone avoisinante, puis a procédé à l'embarquement des 8 passagers pour le vol à destination du lac Margaret. Le commandant de bord était le pilote aux commandes (PF) pour les 2 premières étapes, et le P/O était le pilote surveillant (PM).

À 10 h 55, les équipages de conduite des 2 Twin Otter exploités par Air Tindi ont mis les moteurs en marche et se sont préparés à décoller de CYZF à destination du lac Margaret. Avant le départ, l'équipage de conduite de l'aéronef à l'étude a indiqué dans son exposé une altitude initiale en route de 1500 pieds au-dessus du niveau du sol (AGL), ayant l'intention de monter à une altitude plus élevée plus tard pendant le vol afin de profiter des vents forts venant de l'ouest.

L'aéronef à l'étude a décollé de CYZF à 10 h 57, puis s'est mis en palier à une hauteur de 1500 pieds AGL. À 11 h 04, cherchant à éviter les avertissements indésirables signalant les collines près du lac de Gras, l'équipage de conduite a désactivé le système d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS) de l'aéronef en tirant sur le disjoncteur.

Peu après que le système a été désactivé, l'aéronef à l'étude a amorcé une montée à travers une couche de cristaux de glace, qu'il a quittée à 11 h 09. Il a ensuite survolé la couche de cristaux de glace à une altitude d'environ 5500 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL).

À 11 h 38, l'aéronef à l'étude a commencé sa descente vers le lac Margaret. L'équipage de conduite a observé l'approche et l'atterrissement de l'autre Twin Otter au lac Margaret grâce aux indications de la surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) sur ses organiseurs électroniques de poste de pilotage (OEPP)^{4,5}.

À environ 15 milles marins (NM) de la bande d'atterrissement improvisée⁶, l'aéronef à l'étude s'est mis en palier à 500 pieds AGL, puis a poursuivi son approche vers la bande d'atterrissement. À une distance de 1 NM de la bande d'atterrissement, l'équipage de conduite a aperçu le camp adjacent à la surface où il prévoyait atterrir. L'aéronef à l'étude s'est établi dans l'étape vent arrière d'un circuit à gauche, en restant à moins de ½ NM de la bande d'atterrissement improvisée, puis a terminé son virage vers l'approche finale. À une distance de 0,2 NM de la bande d'atterrissement, l'aéronef s'est aligné sur l'approche finale à l'aide des balises de la bande d'atterrissement. L'aéronef s'est posé à 11 h 52.

Au sol, l'équipage de conduite de l'aéronef de l'événement à l'étude a discuté de la détérioration des conditions météorologiques ainsi que des options qui s'offraient à lui pour effectuer des approches à vue par visibilité réduite lors de la prochaine étape de vol vers le lac de Gras dans l'éventualité où les conditions météorologiques continueraient de se détériorer.

À 11 h 58, les équipages de conduite des deux aéronefs ont démarré leurs moteurs, ayant l'intention de remonter ensemble, à contresens, la bande d'atterrissement, puis de décoller l'un après l'autre. L'aéronef à l'étude a été le premier à remonter à contresens, suivi du 2^e Twin Otter. Une fois arrivé au bout de la bande d'atterrissement, l'équipage de conduite de l'aéronef à l'étude a viré l'appareil face au vent et n'était pas en mesure de voir l'autre Twin Otter, qui était encore en train de remonter à contresens, à cause de la chasse-neige élevée. L'équipage de conduite du 2^e Twin Otter n'était pas lui non plus en mesure de voir l'aéronef à l'étude; il a donc décidé d'effectuer un décollage court à performance maximale à partir de la mi-longueur de la bande d'atterrissement. L'équipage de conduite de l'aéronef à

⁴ Les organiseurs électroniques de poste de pilotage (OEPP) sont expliqués en détail à la section 1.17.10 *Organiseur électronique de poste de pilotage* du présent rapport.

⁵ L'enquête n'a pas permis de déterminer quel OEPP avait été utilisé et à quel moment, mais seulement que des OEPP avaient été utilisés. Le texte du rapport en tient compte.

⁶ Une bande d'atterrissement improvisée est une surface non améliorée qui est utilisée par un aéronef pour atterrir et décoller, par opposition à une piste, qui est une surface améliorée, établie et surveillée pour l'atterrissement et le décollage des aéronefs.

l'étude a pu confirmer que le 2^e Twin Otter avait décollé lorsqu'il a été en mesure de voir que le 2^e Twin Otter était monté au-dessus de la chasse-neige élevée et virait en direction de CYZF.

À 12 h 05, l'équipage de conduite de l'aéronef à l'étude a amorcé sa course au décollage à partir de la bande d'atterrissement improvisée et a d'abord mis l'aéronef en palier à environ 500 pieds AGL pour effectuer le vol vers le lac de Gras.

En route, l'aéronef est resté sous le plafond, que l'équipage de conduite estimait avoir diminué entre 300 et 400 pieds AGL, avec une visibilité vers l'avant d'environ ½ mille terrestre (SM) dans de la faible bruine verglaçante. L'équipage de conduite a envisagé la possibilité d'effectuer une approche aux instruments improvisée⁷ vers le lac de Gras. À 12 h 22, l'équipage de conduite a tenté de joindre la station de communications universelles (UNICOM) CDK2 pour obtenir les conditions météorologiques signalées par la station. Il a attendu quelques minutes, puis a tenté de la joindre de nouveau. Peu après, il a reçu un bulletin météorologique indiquant que les vents soufflaient du 300° magnétique (M) à 25 nœuds avec des rafales à 32 nœuds et une visibilité de ½ SM dans de la chasse-neige élevée. Les membres de l'équipage de conduite ont ensuite chargé le fichier Keyhole Markup Language (KML)⁸ d'Air Tindi pour la bande d'atterrissement du camp routier du lac de Gras, qui était située sur la surface gelée du lac, dans leurs OEPP respectifs. Le PM a prolongé l'axe central de la surface d'atterrissement nord-sud du fichier sur son OEPP pour profiter plus tôt d'un guidage latéral vers la bande d'atterrissement du camp routier du lac de Gras. Le PF a alors intercepté la trajectoire d'approche à 2,5 NM de la surface d'atterrissement prévue, guidé par le PM, qui utilisait l'OEPP (point « A » sur la figure 2).

À 12 h 28, à une distance de 1¾ NM du camp routier du lac de Gras et à une hauteur de 220 pieds AGL, les volets ont été réglés à 10° pour contribuer à ralentir l'aéronef. L'équipage de conduite a aperçu le camp routier 1 minute plus tard, alors qu'il se trouvait à ½ NM de distance. L'aéronef a survolé le camp routier à 250 pieds AGL et a amorcé un circuit vers la gauche pour effectuer une inspection visuelle de la surface d'atterrissement prévue (point « B » sur la figure 2). Pendant l'étape de base du circuit d'inspection, l'équipage de conduite a mis l'aéronef en configuration d'atterrissement⁹ (en réglant les volets à 20° et en poussant les leviers des hélices complètement vers l'avant) (carré vert sur la figure 2). Après le virage en finale, alors qu'il survolait la surface d'atterrissement souhaitée à une hauteur entre 50 et 100 pieds AGL pour le passage d'inspection, l'équipage de conduite n'a pas pu distinguer la ligne de rivage de la glace du lac sur lequel il avait l'intention d'atterrir et a effectué une remise des gaz (point « C » sur la figure 2).

⁷ Les approches aux instruments improvisées sont analysées plus en détail à la section 1.17.7.4 *Procédures relatives aux approches improvisées* du présent rapport.

⁸ Keyhole Markup Language (KML) est un format employé pour afficher des renseignements géographiques sur des applications de carte mobile, comme Google Earth ou ForeFlight. Les fichiers KML sont abordés plus en détail à la section 1.17.6.1.1 *Fichiers Keyhole Markup Language de la compagnie* du présent rapport.

⁹ La configuration d'atterrissement, avec les volets réglés à 20° et les leviers des hélices poussés complètement vers l'avant, peut également être utilisée pour les passages d'inspection.

L'aéronef à l'étude a amorcé une orbite à gauche¹⁰ de la zone d'atterrissage souhaitée (point « D » sur la figure 2). Pendant qu'il effectuait une orbite au-dessus de la zone d'atterrissage, l'équipage de conduite a déterminé que la visibilité et le plafond ne permettaient pas une approche à vue (tableau 1).

Figure 2. Carte de la région montrant l'approche à vue d'Air Tindi Ltd. vers le lac de Gras, définie dans le fichier Keyhole Markup Language, et la trajectoire de l'aéronef à l'étude lors de la 1^{re} approche, du passage d'inspection et de la remise des gaz subséquente (Source : Google Earth, avec annotations du BST)

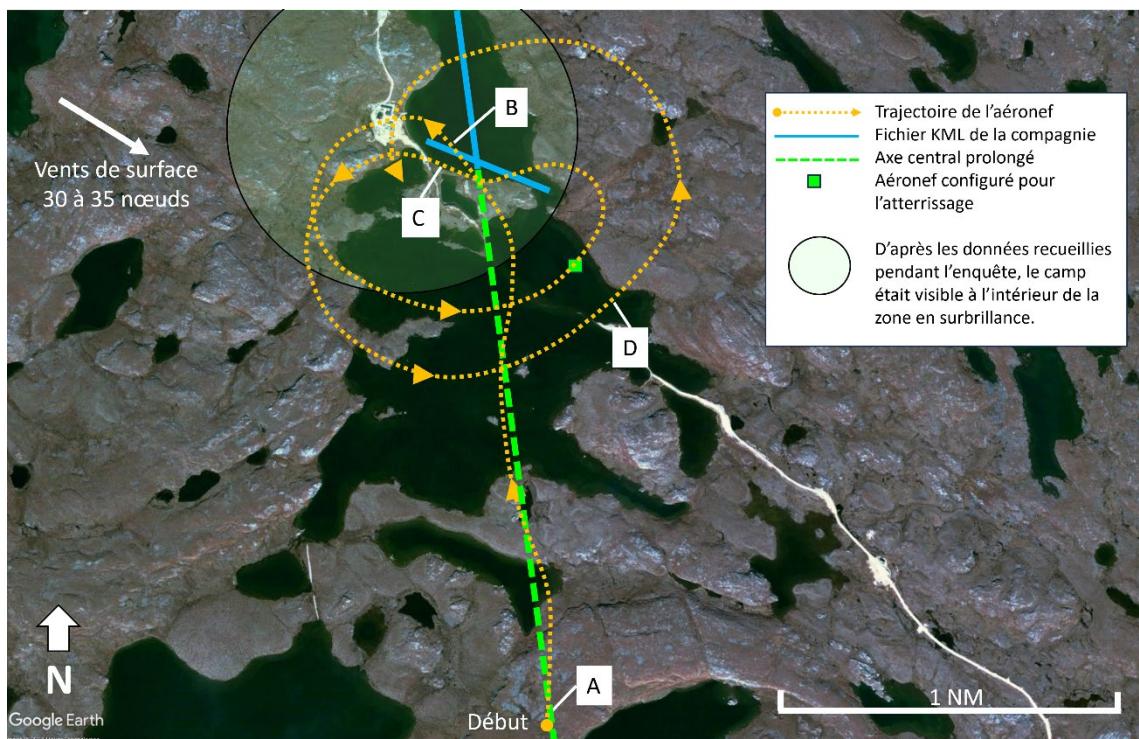


Tableau 1. Séquence des événements lors de la 1^{re} approche de l'aéronef à l'étude

| Événement | Heure (hhmm:ss) | Hauteur (pieds AGL) | Vitesse sol (nœuds) | Description de l'événement |
|-----------|-----------------|---------------------|---------------------|--|
| A | 1228:07 | 215 | 92 | Interception de la trajectoire d'approche |
| B | 1229:25 | 250 | 70 | Survol du camp routier |
| C | 1230:56 | 50 | 55 | Remise des gaz |
| D | 1231:59 | 495 | 123 | Orbite gauche de la surface d'atterrissage souhaitée |

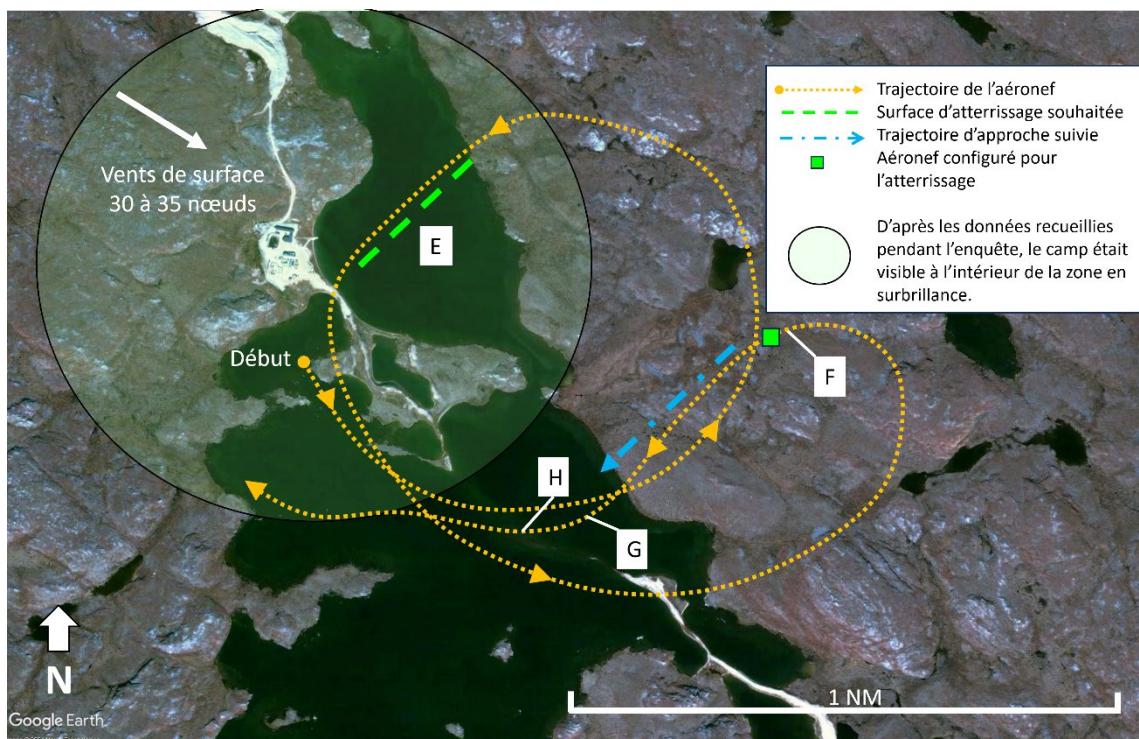
L'aéronef à l'étude a effectué une 2^e orbite de la zone d'atterrissage souhaitée afin de déterminer un cap approprié pour effectuer une approche avec sélecteur d'azimut (OBS) improvisée¹¹. Les membres de l'équipage de conduite ont convenu qu'il serait préférable d'effectuer une approche avec OBS improvisée vers une nouvelle surface d'atterrissage

¹⁰ Aux fins du présent rapport, une orbite est une trajectoire circulaire sans intention d'atterrir, par opposition à un circuit, qui est une trajectoire circulaire similaire, mais avec une tentative d'atterrissage.

¹¹ La section 1.17.7.4.2 *Approche avec sélecteur d'azimut ou approche avec cap* du présent rapport contient plus d'information sur cette procédure d'approche aux instruments improvisée.

souhaitée sur un cap de 220°M (point « E » sur la figure 3). À environ 1 NM à l'est de la nouvelle surface d'atterrissement souhaitée, à une altitude de 290 pieds AGL, un virage à gauche a été amorcé, et l'aéronef est sorti de virage sur un cap d'approche de 220°M (point « F » sur la figure 3) à environ 155 pieds AGL sans compenser les vents forts provenant de l'ouest. Une fois le virage terminé, l'aéronef était aligné à $\frac{1}{2}$ NM au sud-est de la surface d'atterrissement souhaitée. L'aéronef a été configuré pour l'atterrissement (carré vert sur la figure 3) et a poursuivi l'approche aux instruments improvisée jusqu'à une hauteur située entre 100 et 50 pieds AGL. Aidé de son OEPP, le PM a déterminé que l'aéronef n'était pas aligné sur la surface d'atterrissement souhaitée, et une remise des gaz a été amorcée (point « G » sur la figure 3). Au cours de la remise des gaz, à environ 120 pieds AGL, l'équipage de conduite s'est retrouvé dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC)¹² et n'a pas pu déterminer sa position à vue (point « H » sur la figure 3) (tableau 2).

Figure 3. Carte de la région montrant la trajectoire de l'aéronef à l'étude lors de la 2^e approche
(Source : Google Earth, avec annotations du BST)



¹² Les IMC ou les conditions météorologiques de vol aux instruments sont définies comme des conditions météorologiques inférieures aux minimums précisés dans la section VI de la sous-partie 2 de la partie VI du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) de Transports Canada relativement aux conditions météorologiques de vol à vue, exprimées en fonction de la visibilité et de la distance par rapport aux nuages.

Tableau 2. Séquence des événements lors de la 2^e approche de l'aéronef à l'étude

| Événement | Heure (hhmm:ss) | Hauteur (pieds AGL) | Vitesse sol (nœuds) | Description de l'événement |
|-----------|--------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| E | 1234:32 | 245 | 76 | Détermination de la nouvelle surface d'atterrissement souhaitée et du cap d'approche |
| F | 1235:53 | 155 | 75 | Sortie du virage sur un cap de 220°M |
| G | 1236:12 | 50 | 57 | Amorce d'une remise des gaz |
| H | 1236:20 | 120 | 54 | Entrée dans des IMC |

Pendant que l'aéronef remontait jusqu'à environ 300 pieds AGL, l'équipage de conduite a commencé à programmer une nouvelle approche improvisée sur un axe central prolongé dans l'OEPP. L'aéronef a amorcé un circuit vers la gauche (point « I » sur la figure 4) pour une 3^e approche en vue d'un atterrissage en direction nord. Pendant le virage de l'étape vent arrière vers l'approche finale, l'aéronef a dépassé la trajectoire vers le nord souhaitée, mais l'a ensuite interceptée en utilisant une approche établie sur l'OEPP (point « J » sur la figure 4). Incapable de voir le lac, l'équipage de conduite s'est fié à l'OEPP pour obtenir des données sur sa position. Après avoir aperçu le camp routier à une distance d'environ ½ NM, l'équipage de conduite a déterminé que les vents de travers étaient trop forts pour poursuivre l'atterrissement en direction nord, et l'aéronef a de nouveau effectué une remise des gaz et dépassé le camp routier.

Après la remise des gaz, l'aéronef a commencé à dériver vers le haut, gagnant constamment de l'altitude, puis il a entamé une étape vent arrière à droite à 2 NM au nord du camp routier (point « K » sur la figure 4). À 12 h 41, le PF a indiqué sur un OEPP qu'il avait l'intention d'effectuer un circuit modifié vers la droite et de s'approcher du camp routier sur un cap vers l'ouest, après quoi le PM a établi une 4^e approche improvisée dans l'OEPP. À l'étape vent arrière, l'aéronef a grimpé par inadvertance à environ 1000 pieds AGL (point « L » sur la figure 4). Au moment de la 4^e approche, la visibilité était d'environ ½ SM. Pendant l'étape de base, l'aéronef a amorcé une descente (tableau 3).

Figure 4. Carte de la région montrant la trajectoire de l'aéronef à l'étude lors des 3^e et 4^e approches
(Source : Google Earth, avec annotations du BST)

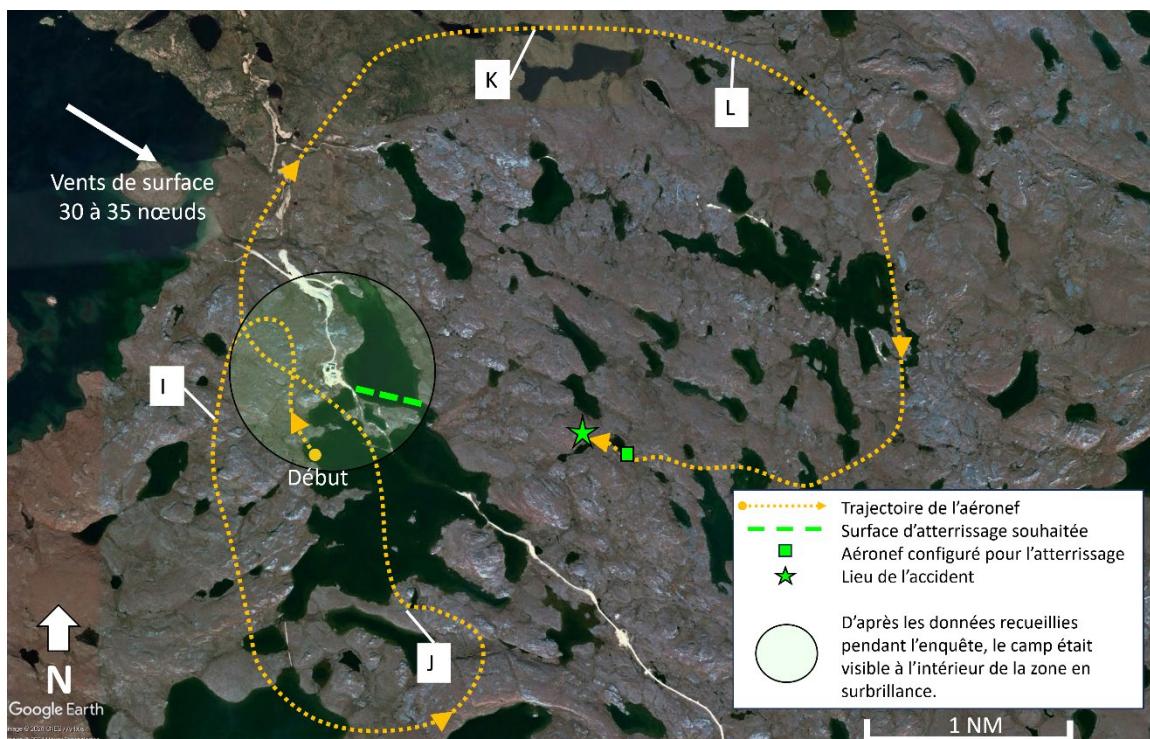


Tableau 3. Séquence des événements lors des 3^e et 4^e approches de l'aéronef à l'étude

| Événement | Heure (hhmm:ss) | Hauteur (pieds AGL) | Vitesse sol (noeuds) | Description de l'événement |
|-----------|-----------------|---------------------|----------------------|--|
| I | 1237:43 | 280 | 96 | Circuit vers la gauche pour l'approche vers le nord |
| J | 1239:40 | 155 | 62 | Interception de la trajectoire d'approche vers le nord souhaitée |
| K | 1242:01 | 700 | 124 | Vent arrière droit pour l'approche vers l'ouest |
| L | 1242:41 | 1000 | 130 | Montée à 1000 pieds AGL par inadvertance |

Lorsque l'aéronef est sorti de virage en approche finale, il se trouvait à environ 2 NM du camp routier et à 150 pieds AGL. Après avoir établi l'aéronef sur la trajectoire d'approche finale, l'équipage de conduite s'est fié au guidage de l'OEPP pour déterminer sa position par rapport à la trajectoire d'atterrissage souhaitée. L'aéronef a continué sa descente jusqu'à environ 50 pieds AGL sur la trajectoire d'approche finale. Le PM offrait de vive voix au PF un guidage latéral en se fondant sur la trajectoire indiquée sur son OEPP. À 12 h 45 min 20 s, l'aéronef a été configuré pour l'atterrissement (carré vert dans la figure 4). Lorsque l'aéronef s'est trouvé à 1,5 NM de la surface d'atterrissage souhaitée, le PF est descendu en dessous de 50 pieds AGL en prévision de l'atterrissement. À 12 h 45 min 28 s, les deux membres d'équipage de conduite ont vu une colline par le pare-brise. Le PF a mis la pleine puissance, et les deux pilotes ont tiré le manche vers l'arrière pour amorcer un cabrage. La dernière

vitesse sol enregistrée de l'aéronef était de 44 nœuds. L'aéronef a percuté le relief 2 secondes plus tard, à 12 h 45 min 30 s.

L'aéronef s'est immobilisé en équilibre sur la crête d'une colline, la moitié de l'aéronef surplombant le vide. Le P/O a activé le mode d'urgence du système de suivi SKYTRAC ISAT-200A de l'aéronef à 12 h 47 min 50 s, informant ainsi Air Tindi de l'accident. Le Centre canadien de contrôle des missions (CCCM) à Trenton (Ontario) a reçu un signal de la balise de repérage d'urgence (ELT) de l'aéronef sur la fréquence 406 MHz à 12 h 48.

La mine de Diavik a formé une équipe de recherche composée de volontaires pour contribuer au sauvetage. Ces volontaires ont quitté la mine à 19 h 04 sur 4 motoneiges munies d'équipement de survie hivernale supplémentaire et se sont rendus sur les lieux de l'accident de nuit, dans un blizzard. Des techniciens en recherche et sauvetage (SAR) des Forces armées canadiennes et les volontaires de la mine Diavik sont arrivés sur les lieux à peu près en même temps, à 20 h 36¹³.

Tout le monde a passé la nuit sur les lieux de l'événement. Le lendemain matin, tout le monde, sauf les membres de l'équipe de recherche formée de volontaires de la mine Diavik, a été transporté par hélicoptère à CDK2, puis à CYZF. L'équipe de recherche de la mine Diavik est retourné à la mine en motoneige.

1.2 Personnes blessées

Il y avait 2 membres d'équipage de conduite et 8 passagers à bord.

Le tableau 4 donne un aperçu de la gravité des blessures.

Tableau 4. Personnes blessées

| Gravité des blessures | Membres d'équipage | Passagers | Personnes ne se trouvant pas à bord de l'aéronef | Total selon la gravité des blessures |
|------------------------------|--------------------|-----------|--|--------------------------------------|
| Mortelles | 0 | 0 | – | 0 |
| Graves | 0 | 2 | – | 2 |
| Légères | 2 | 6 | – | 8 |
| Total des personnes blessées | 2 | 8 | – | 10 |

1.3 Dommages à l'aéronef

L'aéronef a subi des dommages importants dus aux forces d'impact¹⁴.

¹³ L'opération de recherche et sauvetage est analysée plus en détail à la section 1.15 *Questions relatives à la survie des occupants* du présent rapport.

¹⁴ Voir la section 1.12 *Renseignements sur l'épave et sur l'impact* du présent rapport pour obtenir de plus amples détails.

1.4**Autres dommages**

Il n'y a pas eu d'autres dommages.

1.5**Renseignements sur le personnel**

Tableau 5. Renseignements sur le personnel

| | Commandant de bord | Premier officier |
|--|---|---|
| Licence de pilote | Licence de pilote de ligne (ATPL) – avion | Licence de pilote professionnel (CPL) – avion |
| Date d'expiration du certificat médical | 1 ^{er} mai 2024 | 1 ^{er} décembre 2024 |
| Heures totales de vol | Environ 14 300 | Environ 400 |
| Heures de vol sur type | Environ 8000 | Environ 200 |
| Heures de vol au cours des 24 heures précédent l'événement | 1,8 | 1,8 |
| Heures de vol au cours des 7 jours précédent l'événement | 3,6 | 16,6 |
| Heures de vol au cours des 30 jours précédent l'événement | 14,1 | 64,6 |
| Heures de vol au cours des 90 jours précédent l'événement | 66,3 | 167,1 |
| Heures de vol sur type au cours des 90 jours précédent l'événement | 66,3 | 167,1 |
| Heures de service avant l'événement | 2,8 | 4,2 |
| Heures hors service avant la période de travail | 110 | 66 |

Le commandant de bord était le PF durant le vol à l'étude et occupait le siège de gauche. Le P/O était le PM et occupait le siège de droite.

1.5.1**Commandant de bord**

Le commandant de bord a été embauché par Air Tindi en 2008 comme commandant de bord sur des aéronefs Beechcraft King Air, poste qu'il a occupé durant environ 2,5 ans. Le 5 juin 2010, il a terminé son entraînement en ligne en vue de devenir commandant de bord sur des aéronefs Twin Otter. Le 12 juillet 2011, environ 1 an après avoir terminé son entraînement en ligne, il a été nommé commandant instructeur sur le Twin Otter. Au moment de l'événement à l'étude, le commandant de bord pilotait des aéronefs Twin Otter et Single Otter sur roues, sur skis et sur flotteurs à titre de commandant de bord hors-piste¹⁵. Avant de se joindre à Air Tindi, le commandant de bord avait travaillé pour un autre exploitant aérien canadien en Ontario, où il pilotait des aéronefs Cessna Caravan, Pilatus PC-12 et Twin Otter au cours d'opérations entre aéroports et hors-piste.

¹⁵

Un vol hors-piste ou en dehors de l'aéroport s'entend du décollage et de l'atterrissement d'un aéronef effectués là où aucune piste n'a été construite. Il peut s'agir d'opérations sur roues, sur flotteurs ou sur skis. L'expression [traduction] « commandant de bord hors-piste » est utilisé par Air Tindi pour désigner le commandant de bord d'un aéronef effectuant des vols hors-piste.

Le plus récent contrôle de la compétence du pilote du commandant de bord sur le Twin Otter avait eu lieu le 30 octobre 2023.

Le commandant de bord possédait la licence et les qualifications appropriées pour le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

1.5.2 Premier officier

Le P/O s'est joint à Air Tindi en 2021 en qualité de régulateur de vols. Alors qu'il était régulateur de vols, il s'est employé à obtenir sa licence de pilote professionnel. Il a obtenu sa licence de pilote professionnel le 15 mars 2023. Le 20 avril 2023, il a réussi un contrôle de la compétence du pilote sur Twin Otter et a été promu P/O à temps partiel sur le Twin Otter à compter du 1^{er} août 2023. Le P/O a ensuite été promu à un poste de pilote à temps plein le 17 novembre 2023. Il s'agit d'une progression typique pour les nouveaux pilotes d'Air Tindi.

Le P/O avait les licences et qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Généralités

L'aéronef à l'étude, un appareil De Havilland Inc. DHC-6 Twin Otter Series 300, est un aéronef bimoteur turbopropulsé à aile haute à haubans avec un train d'atterrissage fixe et une cabine non pressurisée. L'aéronef a été conçu comme un avion de transport régional robuste, capable d'effectuer des décollages et des atterrissages courts hors aéroport. Pour obtenir la performance de décollage et d'atterrissage courts, le Twin Otter a été conçu pour avoir une vitesse de décrochage faible, ce qui lui permet d'effectuer des approches à basse vitesse. L'aéronef est certifié pour les vols effectués par un seul pilote, mais de nombreux exploitants aériens l'utilisent souvent avec un 2^e membre d'équipage de conduite, comme c'était le cas lors du vol à l'étude. Au moment de l'événement, l'aéronef à l'étude était équipé d'un ensemble roue-ski et de sièges pour 9 passagers.

Tableau 6. Renseignements sur l'aéronef

| | |
|---|-------------------------------------|
| Constructeur | De Havilland Inc.* |
| Type, modèle et immatriculation | DHC-6 Twin Otter Series 300, C-GMAS |
| Année de construction | 1974 |
| Numéro de série | 438 |
| Date d'émission du certificat de navigabilité | 9 avril 1976 |
| Total d'heures de vol cellule | 51 995,2 heures |
| Type de moteur (nombre) | Pratt & Whitney Canada PT6A-27 (2) |
| Type d'hélice (nombre) | Hartzell HC-B3TN-3DY (2) |
| Masse maximale autorisée au décollage | 12 500 lb (5669 kg) |
| Types de carburant recommandés | Jet A, Jet A-1, Jet B |
| Type de carburant utilisé | Jet A-1 |

* De Havilland Aircraft of Canada Limited est le titulaire actuel du certificat de type pour le DHC-6.

Aucune défectuosité enregistrée non corrigée n'était consignée au moment de l'événement. Rien n'indique que la défaillance d'un composant ou d'un système a joué un rôle dans l'événement à l'étude.

La masse et le centrage de l'aéronef respectaient les limites prescrites.

1.6.2 Instruments de vol

1.6.2.1 Système d'avertissement et d'alarme d'impact

L'aéronef à l'étude était équipé d'un TAWS/RMI (indicateur radio magnétique)

Sandel ST3400, qui est un système TAWS de classes A et B. Ceci est conforme au *Règlement de l'aviation canadien (RAC)*¹⁶. Le RAC indique également que l'aéronef peut être exploité sans être équipé d'un TAWS en état de fonctionnement s'il est exploité uniquement de jour en VFR ou s'il est nécessaire que le commandant de bord le désactive dans l'intérêt de la sécurité aérienne¹⁷.

Le dispositif est capable de fournir aux équipages de conduite divers niveaux d'alerte dont l'urgence va de mises en garde ambres à des avertissements rouges. Les mises en garde ambres exigent l'attention immédiate des pilotes, tandis que les avertissements rouges exigent une intervention immédiate et énergique de la part des pilotes¹⁸. Lorsqu'un aéronef est exploité à partir d'aérodromes avec des pistes de moins de 2500 pieds de longueur ou de pistes improvisées, qui ne figurent ni l'un ni l'autre dans la base de données du dispositif, le dispositif active une fonction TAWS INH (inhibition), qui annule toutes les alertes d'évitement d'obstacle à balayage frontal et les alertes de descente prématuée, mais n'annule pas les alertes de base du système d'avertissement de proximité du sol. Le manuel de vol de l'aéronef ne prévoit pas de procédure particulière pour réagir à un avertissement

¹⁶ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien (RAC)*, paragraphe 703.71(1).

¹⁷ Ibid., paragraphe 703.71(2).

¹⁸ Sandel, *ST3400 TAWS/RMI with Traffic Capability: Pilot's Guide* (février 2004), Responding to an Alert, p. 47.

du TAWS; toutefois, le manuel d'exploitation (FOM) d'Air Tindi fournit des lignes directrices sur les mesures à prendre en cas d'avertissement de proximité du sol¹⁹.

Compte tenu de la distraction causée par les mises en garde et les avertissements quand ils sont activés lors des atterrissages hors-piste, les pilotes de Twin Otter à Air Tindi désactivaient le TAWS en tirant sur le disjoncteur. Après avoir discuté avec 11 pilotes d'Air Tindi, on a déterminé qu'il n'existant aucune procédure commune quant au moment où il fallait désactiver le TAWS. La compagnie ne fournit aucune ligne directrice quant à savoir si ou quand le TAWS doit être désactivé.

1.6.2.2 Radioaltimètre

Les radioaltimètres détectent en temps réel la hauteur de l'aéronef au-dessus du sol et sont efficaces jusqu'à 2500 pieds AGL. Ils sont incapables de voir vers l'avant : ils ne peuvent détecter que la hauteur immédiatement en dessous de l'aéronef. Le radioaltimètre de l'aéronef à l'étude était fonctionnel au moment de l'événement.

Dans son FOM, Air Tindi fournit aux pilotes effectuant des vols VFR une ligne directrice sous forme de procédure commune, qui prévoit ce qui suit [traduction] :

À moins que la configuration de la cellule ne l'empêche, les deux pilotes doivent avoir réglé la hauteur radioaltimétrique et les données d'alerte connexes au début de la descente à partir de l'altitude de croisière (effectuée dans le cadre de la liste de vérifications de descente). Lorsque c'est possible, les altitudes d'alerte des radioaltimètres des deux pilotes doivent être réglées à la même valeur²⁰.

Une pratique normalisée à l'échelle de la compagnie consiste à régler le radioaltimètre à 500 pieds AGL pendant les vols dans des conditions VFR. Puisque la charge de travail était lourde pendant les opérations hors-piste, les pilotes désactivaient souvent les avertissements du radioaltimètre en réglant le sélecteur à la position la plus élevée ou la plus basse pour éviter d'être distraits par l'avertissement pendant l'approche finale. L'enquête a permis de déterminer qu'il n'y avait pas de moment précis où les pilotes devaient désactiver l'avertissement, mais qu'il était courant de le faire soit lorsque les pilotes pouvaient voir l'aire d'atterrissement souhaitée, soit au début de la descente dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC).

Pendant l'accident, le radioaltimètre était réglé à 200 pieds AGL

¹⁹ Air Tindi Ltd., *Flight Operations Manual*, édition 4 : version 7 (9 décembre 2022), section 13.36 : TAWS/EGPWS Procedures, p. 13-44.

²⁰ Ibid., section 13.35.2 : Common Procedures, p. 13-43.

1.7 Renseignements météorologiques

1.7.1 Conditions météorologiques signalées

1.7.1.1 Conditions météorologiques signalées par la station à l'aérodrome de Diavik

Une station d'observation météorologique privée située à l'aérodrome de Diavik (CDK2) a émis des bulletins météorologiques à 11 h, 12 h et 13 h (heure de l'événement : 12 h 45). Les renseignements contenus dans ces bulletins sont présentés au tableau 7.

Tableau 7. Conditions météorologiques signalées par la station de l'aérodrome de Diavik à 11 h, 12 h et 13 h (Source : Diavik Diamond Mines Inc.)

| Conditions | À 11 h | À 12 h | À 13 h |
|---|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Vents (degrés vrai/nœuds) | 270°V/15 kt | 290°V/22 à 27 kt | 300°V/30 à 35 kt |
| Visibilité (milles terrestres) | 10 SM | 3 SM dans de la chasse-neige élevée | ¼ SM dans de la chasse-neige élevée |
| Plafond (pieds au-dessus du sol) | Couvert à 900 pi. AGL | Couvert à 500 pi. AGL | Couvert à 1000 pi. AGL |
| Température/point de rosée (degrés Celsius) | -3 °C/-3 °C | -4 °C/-4 °C | -6 °C/-6 °C |
| Calage altimétrique (pouces de mercure) | 29,14 inHg | 29,18 inHg | 29,22 inHg |

À 12 h 23, à environ 10 NM du camp routier du lac de Gras, l'équipage de conduite a reçu le bulletin météorologique suivant de CDK2 par radio :

- vents du 300° vrai (V) à 25 nœuds, avec rafales à 32 nœuds;
- visibilité de ½ SM dans de la chasse-neige élevée;
- calage altimétrique de 29,20 pouces de mercure (inHg).

1.7.1.2 Prévisions d'aérodrome pour l'aéroport de Yellowknife

Un message d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) a été émis à 4 h 40 le jour de l'événement pour l'aéroport de Yellowknife (CYZF) et contenait les renseignements présentés au tableau 8.

Tableau 8. Message d'observation météorologique régulière d'aérodrome émis à 4 h 40 pour l'aéroport de Yellowknife (CYZF) (Source : NAV CANADA)

| Heure | Vents (degrés vrai/nœuds) | Visibilité (milles terrestres) | Nuages (pieds au-dessus du sol) |
|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--|
| À partir de 7 h | 230°V/15 à 25 kt | Plus de 6 SM | Nuages épars à 1500 et 18 000 pi. AGL |
| Temporairement entre 7 h et 13 h | S.O. | S.O. | Plafond de nuages fragmentés à 3000 pi. AGL et couches supplémentaires de nuages fragmentés à 18 000 pi. AGL |
| À partir de 13 h | 280°V/18 à 28 kt | Plus de 6 SM | Quelques nuages à 1500 pi. AGL |
| Devenant à 18 h | 280°V/10 à 20 kt | Plus de 6 SM | S.O. |

1.7.1.3 Prévisions de zone graphique

On dispose de très peu de renseignements météorologiques pour la région où l'événement s'est produit. Les seules prévisions météorologiques fournies par NAV CANADA pour cette région sont les prévisions de zone graphique (GFA). Selon les GFA dont disposait l'équipage de conduite avant le départ et qui étaient valides pendant le vol à l'étude²¹, le vol allait traverser une région de plafonds localisés à 500 pieds AGL et de la visibilité de $\frac{1}{2}$ SM à 3 SM par endroits, dans de la chasse-neige élevée (annexe A).

1.8 Aides à la navigation

L'aéronef était équipé de 2 GPS (système de positionnement mondial) Garmin GNS 430W avec une carte mobile limitée indiquant les grandes étendues d'eau, les contours du relief et la position en temps réel de l'aéronef. L'aéronef était également équipé d'un Garmin Flight Stream 210, qui permet de transmettre les renseignements du Garmin GNS 430W sur la position de l'appareil aux OEPP de l'équipage de conduite et à l'application ForeFlight Mobile (ForeFlight).

ForeFlight permet de superposer les renseignements en temps réel sur la position de l'aéronef sur des cartes aéronautiques, comme les cartes de navigation VFR.

1.9 Communications

L'aéronef à l'étude était équipé d'un SKYTRAC ISAT-200A, qui est un GPS (système de positionnement mondial) et un émetteur-récepteur Iridium qui assure la communication vocale, la messagerie texte, le suivi des vols et la communication de données avec une couverture mondiale. Le dispositif transmet automatiquement la position de l'aéronef à un intervalle par défaut de 1 minute à compter d'un événement « Transceiver On » [émetteur-récepteur allumé] ou « Engines On » [moteurs en marche], selon le câblage de l'aéronef.

²¹ Prévision de zone graphique émise par NAV CANADA à 4 h 25 le 27 décembre 2023, et valide de 11 h à 23 h le 27 décembre 2023.

Les renseignements sur la position de l'aéronef (emplacement, altitude, trajectoire, vitesse, moment où les roues décollent du sol et touché des roues à l'atterrissement) peuvent être consultés en temps réel sur l'application SkyWeb de SKYTRAC. Au moment de l'événement, Air Tindi utilisait le système SKYTRAC dans le cadre de sa surveillance des vols.

Le SKYTRAC ISAT-200A offre 2 modes de fonctionnement : NORM [normal] et EMERG [urgence], qui sont sélectionnés à l'aide d'un commutateur à bascule bidirectionnel à verrouillage situé sur la face avant de l'appareil. En mode NORM, il envoie des comptes rendus de position selon l'intervalle de compte-rendu défini et peut également être utilisé comme téléphone satellite pour établir une communication vocale bidirectionnelle entre le casque du pilote et n'importe quel autre téléphone. En mode EMERG, l'appareil peut automatiquement augmenter la fréquence des comptes rendus de position, envoyer un avis par courriel ou message texte aux destinataires désignés et changer la couleur de l'icône de l'aéronef au rouge vif dans l'application SkyWeb tout en émettant des alertes visuelles et sonores.

Le FOM d'Air Tindi indique qu'en cas d'urgence, les pilotes doivent activer le mode d'urgence (EMERG) en actionnant le commutateur à bascule²².

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11 Enregistreurs de bord

L'aéronef n'était équipé d'aucun enregistreur de données de vol, et la réglementation n'en exigeait pas.

Cependant, l'aéronef était équipé d'un système de surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B), qui a fourni aux enquêteurs des renseignements importants sur la trajectoire de vol de l'aéronef, dont l'altitude, la trajectoire et la vitesse sol.

L'aéronef disposait également d'un CVR, qui avait une capacité d'enregistrement de 120 minutes. Les données du CVR ont été téléchargées avec succès par le laboratoire du BST à Ottawa (Ontario); elles comprenaient les deux vols effectués à la date de l'événement et contenaient des enregistrements sonores de bonne qualité.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

L'épave a été retrouvée sur la crête d'une colline enneigée, dans une assiette en cabré (figure 5), la moitié arrière de l'aéronef surplombant le vide (figure 6). Le dessous du fuselage avait subi des dommages importants; les deux trains d'atterrissement principaux s'étaient affaissés, tandis que le train avant s'était enfoncé dans le fuselage. Le moteur droit

²² Air Tindi Ltd., *Flight Operations Manual*, édition 4 : version 7 (9 décembre 2022), section 8.7 : Flight Following and Communications, p. 8-5.

s'était séparé au niveau de la turbine de puissance, le moyeu et l'hélice restant faiblement attachés.

Figure 5. Épave de l'aéronef à l'étude (Source : Air Tindi Ltd.)



Figure 6. Épave de l'aéronef à l'étude le matin après l'arrivée des techniciens de recherche et sauvetage (Source : ministère de la Défense nationale)



1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Rien n'indique que des facteurs médicaux ou physiologiques, y compris la fatigue, aient nui à la performance de l'équipage de conduite.

1.14 Incendie

Rien n'indique la présence d'un incendie soit avant ou après l'événement.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1 Généralités

Après que l'aéronef s'est immobilisé, l'équipage de conduite a vérifié si les passagers étaient blessés et s'ils l'étaient eux-mêmes; la plupart des passagers avaient des blessures au dos, tandis que le P/O avait une entorse à la cheville.

Le P/O a d'abord fait passer le SKYTRAC ISAT-200A en mode EMERG pour signaler l'accident et la position actuelle de l'aéronef au service de régulation des vols d'Air Tindi, puis il a remis le dispositif en mode NORM pour utiliser le téléphone satellite. Le P/O a tenté d'appeler Air Tindi, mais il n'a pas pu établir de contact parce que les deux casques d'écoute de l'équipage de conduite étaient brisés. Il a ensuite remis le dispositif en mode EMERG.

Le commandant de bord est sorti de l'avion par la porte gauche (celle du PF) et a constaté que plusieurs passagers étaient déjà sortis de l'aéronef, y compris le passager qui était assis à côté de la porte de soute arrière, sur le siège le plus en arrière. Ce passager avait été éjecté de l'aéronef par la porte de soute arrière lorsque son siège s'était délogé durant la séquence d'impact. Le commandant de bord a aidé le P/O à sortir de l'aéronef par la porte du PF. Le commandant de bord et 2 passagers ont ensuite commencé à attacher le ski de la roue avant de l'aéronef à un rocher à l'aide de sangles à cliquet afin d'assurer une stabilité supplémentaire et d'empêcher l'aéronef de glisser vers l'arrière jusqu'au bas de la colline. Les autres passagers ont commencé à monter une tente pour 6 personnes pour s'abriter et ont prodigué les premiers soins au P/O et aux passagers les plus grièvement blessés.

Malgré la faible visibilité et la nuit qui tombait rapidement, plusieurs passagers ont commencé à marcher en direction du camp routier du lac de Gras (situé à 1,25 NM à l'ouest); toutefois, le commandant de bord les a encouragés à revenir à l'aéronef, et tous les passagers et les membres de l'équipage de conduite sont restés près de l'aéronef pour attendre les services de secours.

Deux passagers n'étaient pas en mesure de sortir en raison de leurs blessures et sont restés dans l'aéronef. Le commandant de bord est resté avec eux jusqu'à l'arrivée des techniciens SAR, qui ont pu les extraire. Pour conserver la chaleur, les bâches des moteurs de l'aéronef ont été utilisées pour bloquer les portes de l'aéronef et comme couvertures de fortune.

Un passager a sorti de ses bagages un téléphone satellite, que le commandant de bord a utilisé pour communiquer avec Air Tindi afin de signaler l'accident et l'état des occupants ainsi que coordonner les opérations de sauvetage.

À 12 h 50, le CCCM a relayé le signal de l'ELT qu'il avait reçu au Centre conjoint de coordination des opérations de sauvetage (CCCOS) de Trenton, qui a dépêché un aéronef Hercules avec des techniciens SAR en provenance de Winnipeg (Manitoba) à 13 h 06.

Le CCCOS avait aussi communiqué avec 2 exploitants d'hélicoptères locaux (à 13 h 30) et le 440^e Escadron des Forces armées canadiennes à Yellowknife (à 13 h 32) pour vérifier si l'un d'eux pouvait apporter une assistance immédiate. Les deux exploitants d'hélicoptères étaient limités aux vols VFR de jour tandis que le 440^e Escadron était limité aux vols VFR de jour pour les atterrissages hors-piste. Le coucher du soleil était prévu à 14 h 21 sur le lieu de l'accident, et, compte tenu de la distance par rapport à Yellowknife, aucun des aéronefs locaux ne pouvait arriver sur les lieux pendant la lumière du jour.

La mine de Diavik avait formé une équipe de recherche composée de volontaires pour contribuer au sauvetage. Les volontaires ont quitté la mine à 19 h 04 sur 4 motoneiges munies d'équipement de survie hivernale supplémentaire et ont entrepris le trajet de 6 NM, se déplaçant de nuit dans un blizzard.

L'aéronef Hercules est arrivé au-dessus du lieu de l'événement à 19 h; toutefois, en raison des conditions météorologiques qui prévalaient à son arrivée, les pilotes du Hercules n'ont repéré l'aéronef à l'étude qu'à 19 h 49. Les techniciens SAR sont parvenus à sauter en parachute pour atteindre l'aéronef à l'étude à 20 h 36. À peu près au même moment,

l'équipe de recherche composée de volontaires de la mine Diavik est arrivée en motoneige. À 23 h 52, les techniciens SAR avaient extrait les 2 passagers restants de l'aéronef et leur avaient prodigué des soins médicaux.

Des abris chauffés ont été érigés au pied de la colline, et toutes les personnes présentes sur les lieux y ont passé la nuit. Tout le monde, à l'exception de l'équipe de recherche composée de volontaires, a été récupéré le lendemain matin par hélicoptère et transporté à CDK2, où attendaient des aéronefs d'Air Tindi. Les passagers grièvement blessés ont été transportés à CYZF à bord d'un appareil Beechcraft King Air équipé pour les évacuations médicales (MEDEVAC), puis transportés à l'hôpital. Les autres occupants de l'aéronef à l'étude sont retournés à CYZF à bord d'un aéronef De Havilland Inc. DHC-7 exploité par Air Tindi. L'équipe de recherche composée de volontaires de la mine Diavik est retournée à la mine en motoneige.

1.15.2 Harnais de sécurité

Les passagers et les membres d'équipage portaient tous leur ceinture sous-abdominale au moment de l'accident. Bien que le P/O portait sa ceinture sous-abdominale, il ne portait pas la ceinture-baudrier du système de retenue à 5 points. Le RAC stipule que pour les atterrissages, les pilotes doivent être assis et avoir bouclé leur ceinture de sécurité, y compris leur ceinture-baudrier²³.

1.15.3 Radiobalise de repérage d'urgence

L'aéronef était muni d'une ELT Kannad 406 AF qui envoyait un signal aux satellites SARSAT sur la fréquence 406 MHz.

1.15.4 Équipement de survie

Le paragraphe 602.61(1) du RAC stipule que :

[...] il est interdit d'utiliser un aéronef au-dessus de la surface de la terre, à moins que ne soit transporté à bord un équipement de survie adéquat pour assurer la survie au sol des personnes à bord, compte tenu de l'emplacement géographique, de la saison et des variations climatiques saisonnières prévues, lequel équipement de survie offre les moyens:

- (a)** d'allumer un feu;
- (b)** de fournir un abri;
- (c)** de fournir de l'eau ou de purifier l'eau;
- (d)** d'émettre des signaux de détresse visuels²⁴.

L'aéronef à l'étude était équipé d'une trousse de survie qui, selon l'interprétation de la compagnie, était conforme aux exigences de la sous-partie 602.61(1) du RAC. Pendant

²³ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), paragraphe 605.27(a).

²⁴ Ibid., paragraphe 602.61(1).

l'événement, l'équipage de conduite a eu de la difficulté à accéder à la trousse de survie, car celle-ci était rangée dans la soute à bagages arrière, qui surplombait le vide après l'impact.

La trousse de survie standard transportée à bord de l'aéronef et utilisée pendant l'événement était contenue dans un boîtier en plastique rigide. La trousse comprenait de la nourriture pouvant fournir 5000 kcal par personne pour 12 personnes ainsi que l'équipement suivant :

- 12 couvertures aluminisées;
- 6 bougies de 4 heures;
- 2 gamelles;
- 2 morceaux de papier d'aluminium épais de 9 pieds de long;
- 12 contenants en aluminium;
- 12 filets moustiquaires portatifs pour la tête;
- 2 insectifuges;
- 2 couteaux avec étuis;
- 4 bâtons phosphorescents;
- 4 tubes d'allumettes imperméables;
- 2 tubes d'allumettes résistantes au vent;
- 1 miroir héliographique;
- 1 corde de parachute (paracorde) de 50 pieds;
- 1 scie de poche;
- 2 bâches de 9 pieds sur 12 pieds pour s'abriter;
- 1 outil d'allumage;
- 2 paquets de combustible allume-feu;
- 1 lumière stroboscopique et des piles;
- 1 manuel de survie;
- 4 cuillères;
- 1 trousse de couture;
- 2 rubans de signalisation de 8 m de long;
- 1 paquet de 30 comprimés de purification d'eau;
- 2 sifflets sans bille;
- 2 rouleaux de papier de toilette sans tube intérieur²⁵.

Une tente a été ajoutée à la trousse de survie à bord de l'aéronef à l'étude; toutefois, la tente transportée à bord de l'aéronef n'était pas assez grande pour accueillir toutes les personnes à bord, qui ont donc dû s'allonger les uns sur les autres pour pouvoir se protéger des intempéries.

Air Tindi dispose d'une trousse de survie plus complète, qui comprend des tentes et des sacs de couchage en plus du contenu standard et dont les pilotes peuvent équiper l'aéronef s'ils le jugent nécessaire. Ces trousse ne sont normalement transportées que durant les

²⁵ Étiquette décrivant la trousse de survie (modèle FE 12A) qui se trouvait à bord de l'aéronef à l'étude.

vols plus longs (de plusieurs jours) loin de la base. En règle générale, la trousse de survie standard est transportée durant les vols qui reviennent à Yellowknife le même jour.

1.16 **Essais et recherche**

1.16.1 **Rapports de laboratoire du BST**

Le BST a produit le rapport de laboratoire suivant dans le cadre de la présente enquête :

- LP049/2024 – CVR Audio Recovery [Récupération des données audio du CVR]

1.17 **Renseignements sur les organismes et sur la gestion**

1.17.1 **Généralités**

Air Tindi a été fondée en 1988 et exerce ses activités à partir de CYZF depuis sa création. Air Tindi est autorisée à exploiter des aéronefs en vertu des sous-parties du RAC suivantes : 702 (Opérations de travail aérien), 703 (Exploitation d'un taxi aérien), 704 (Exploitation d'un service aérien de navette) et 705 (Exploitation d'une entreprise de transport aérien).

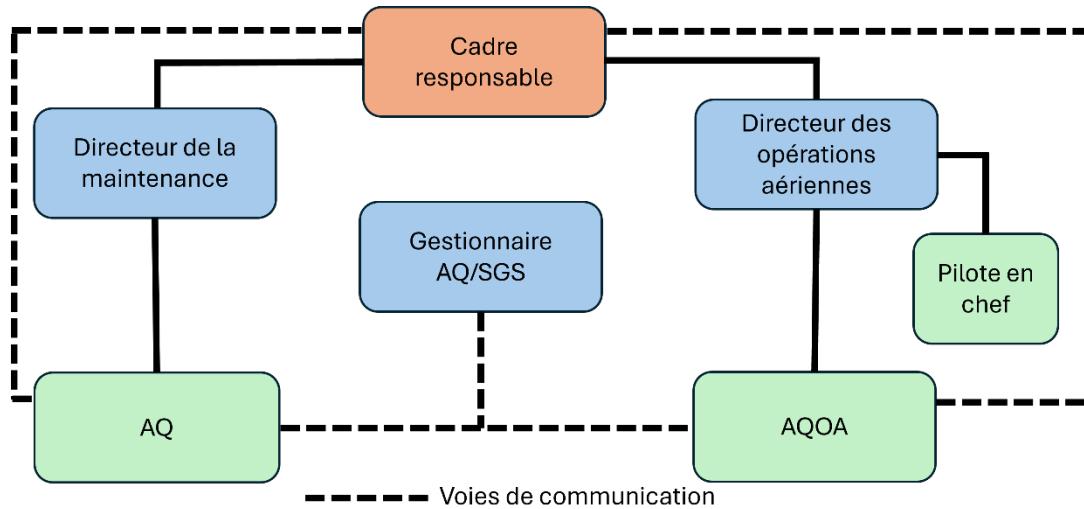
La compagnie exploite une flotte de 17 aéronefs monomoteurs et multimoteurs turbopropulsés et offre des vols quotidiens desservant des collectivités isolées, des services d'ambulance aérienne et des vols nolisés d'un bout à l'autre du Nord canadien pour le secteur minier, l'industrie du tourisme, les gouvernements et les services de soutien communautaire.

Au moment de l'événement, Air Tindi exploitait 6 aéronefs Twin Otter. Elle était autorisée à exploiter des aéronefs Twin Otter en vertu des sous-parties 702, 703 et 704 du RAC pour effectuer de jour et de nuit des vols VFR et des vols selon les règles de vol aux instruments (IFR). Le vol à l'étude était exploité en vertu de la sous-partie 703 (Exploitation d'un taxi aérien) du RAC.

1.17.2 **Structure organisationnelle d'Air Tindi Ltd.**

Au moment de l'accident, la structure organisationnelle d'Air Tindi était celle montrée à la figure 7.

Figure 7. Structure organisationnelle d'Air Tindi (Source : Air Tindi Ltd., Flight Operations Manual, édition 4 : version 7 [9 décembre 2022], section 6.3 : Company Organization Chart, p. 6-3, traduction par le BST)



Structure de responsabilité déléguée de Transports Canada et Structure de reddition de comptes sur le SGS

Selon le manuel des opérations de vol d'Air Tindi, [traduction]

[...] le cadre responsable est chargé d'établir et de maintenir la culture d'entreprise globale, de fournir aux chefs fonctionnels les ressources nécessaires pour se conformer aux règlements et maintenir les niveaux de sécurité requis, ainsi que de veiller au fonctionnement et au développement du système de gestion de la sécurité²⁶.

Le même manuel décrit ensuite la principale responsabilité du directeur des opérations aériennes, qui est d'assurer la sécurité des opérations aériennes. Il y parvient, entre autres, en s'acquittant des tâches suivantes :

- vérification des opérations et des normes opérationnelles de tous les aéronefs exploités; [...]
- supervision, organisation, fonctionnement et prise en charge des aspects suivants :
 - opérations aériennes;
 - sécurité de la cabine; [...]
 - programmes de formation; [...]
 - système de gestion de la sécurité; [...]
- assurance que les opérations de la compagnie sont effectuées conformément aux règlements, aux normes et à la politique de la compagnie en vigueur²⁷;

²⁶ Air Tindi Ltd., *Flight Operations Manual*, édition 4 : version 7 (9 décembre 2022), section 6.5.1, p. 6-4.

²⁷ Ibid., section 6.5.2, p. 6-5.

À Air Tindi, la personne qui assume le rôle de pilote en chef devient responsable de l'établissement et de la mise en œuvre des normes professionnelles afin de guider les équipages de conduite qui relèvent d'elle. Elle y parvient, entre autres, en s'acquittant des tâches suivantes :

- en élaborant des procédures d'exploitation normalisées;
- en élaborant et/ou en mettant en œuvre tous les programmes de formation approuvés requis pour l'équipage de conduite; [...]
- en supervisant l'équipage de conduite²⁸;

1.17.3 Système de contrôle d'exploitation

Air Tindi utilise un système de contrôle d'exploitation de type C aux termes duquel les pilotes assurent eux-mêmes la régulation de ses exploitations assujetties aux sous-parties 702, 703, et 704 du RAC. Avec un tel système, le directeur des opérations aériennes est responsable du système de contrôle d'exploitation et délègue le contrôle opérationnel des vols aux commandants de bord, tout en gardant la responsabilité de l'exploitation quotidienne de l'ensemble des vols.

1.17.4 Surveillance des pilotes de ligne par la direction

Le respect des politiques et procédures opérationnelles à Air Tindi est principalement assuré par le programme de formation, les contrôles de la compétence du pilote, les vérifications de compétence en ligne²⁹ et un registre des dangers qui facilite le recensement des dangers pour la sécurité dans l'organisation. Le système de surveillance repose aussi sur le signalement des problèmes par les pilotes, au moyen du système de gestion de la sécurité (SGS) de la compagnie.

Les problèmes opérationnels sont souvent abordés de manière officieuse plutôt qu'au moyen du SGS : les pilotes discutent des problèmes avec leurs supérieurs (pilotes en chef adjoints, pilote en chef), les problèmes étant réglés à l'aide de rencontres informelles et par le bouche à oreille³⁰.

Air Tindi utilise également un programme d'assurance de la qualité des opérations aériennes (AQOA) pour l'aider à assurer une surveillance des vols. Au moment de l'événement à l'étude, la compagnie disposait d'un coordonnateur du programme AQOA, qui relevait du gestionnaire du SGS. Le coordonnateur du programme AQOA avait principalement pour tâche d'aider à préparer la compagnie aux audits (clients, organismes

²⁸ Ibid., section 6.5.3, p. 6-6.

²⁹ Les exigences en matière de qualification des membres de l'équipage de conduite, stipulées à l'article 703.88 du RAC, ne comprennent pas de vérification de compétence en ligne, et les vérifications de compétence en ligne n'ont pas à être réalisées par un délégué du ministre (c.-à-d. un pilote vérificateur agréé). Les rapports des vérifications de compétence en ligne ne sont pas déposés à Transports Canada.

³⁰ Les enquêteurs ont réalisé plusieurs entrevues avec des pilotes; un résumé est analysé plus en détail à la section 1.17.13 *Renseignements recueillis auprès des pilotes d'Air Tindi Ltd.* du présent rapport.

de réglementation et internes) et, à l'occasion, d'aider le gestionnaire du SGS dans ses enquêtes, au besoin.

1.17.4.1 Suivi des données de vol

Lors des opérations IFR typiques, les trajectoires de vol et les paramètres sont pour la plupart prévisibles; l'utilisation de suivi des données de vol (FDM) est un bon outil pour prendre connaissance des déviations. Toutefois, le FDM se complique dans le contexte d'opérations autre que dans les vols typiques entre aéroports. Pendant les opérations hors-piste, les aéronefs doivent souvent faire de nombreuses orbites autour de l'aire d'atterrissement prévu afin de confirmer des paramètres de sûreté essentiels (vitesse et direction du vent, obstacles sur l'aire d'atterrissement, routes de circulation ou la performance nécessaire pour le décollage et l'atterrissement). De plus, étant donné la nature des vols en VFR, l'aéronef peut être tenu de changer de cap et d'altitude fréquemment pendant un vol typique. Au moment de l'événement, le programme d'AQOA n'utilisait pas de FDM et la réglementation ne l'exigeait pas.

1.17.5 Manuel d'exploitation

Le manuel d'exploitation (FOM) d'Air Tindi (version 7 de l'édition 4) a été approuvé par Transports Canada (TC) le 23 décembre 2022. Le but du manuel est de fournir [traduction] « au personnel de gestion et d'exploitation des instructions et des lignes directrices pour la conduite d'un service aérien sûr et efficace »³¹. Le manuel indique également que [traduction] « la compagnie exige que le personnel connaisse le contenu du manuel et applique les politiques et les procédures en conséquence »³².

En ce qui concerne le présent événement, les sections suivantes du FOM qui énoncent les responsabilités propres à plusieurs personnes sont pertinentes :

Pour le commandant de bord [traduction] :

Le commandant de bord relève du pilote en chef pour la conduite sécuritaire des vols qui lui sont assignés. Ses tâches précises consistent, notamment à : [...]

- vérifier les conditions météorologiques, tous les NOTAM applicables lorsqu'ils sont disponibles, déterminer les besoins en matière de carburant et d'huile; [...]
- effectuer les vols en respectant à la lettre les procédures d'exploitation normalisées de la compagnie pour l'aéronef (le cas échéant);
- effectuer les vols conformément au Règlement de l'aviation canadien, au manuel de vol de l'aéronef et au présent manuel d'exploitation³³.

³¹ Air Tindi Ltd., *Flight Operations Manual*, édition 4 : version 7 (9 décembre 2022), section 1.2 : Preamble, p. 1-2.

³² Ibid., section 1.2 : Preamble, p. 1-2.

³³ Ibid., section 6.6.10 : Captain, p. 6-15.

Pour le P/O [traduction] :

Les tâches du premier officier consistent, notamment à : [...]

- effectuer les vols en respectant à la lettre les *procédures d'exploitation normalisées* de la compagnie pour l'aéronef; [italique dans la version originale]
- effectuer les vols conformément au Règlement de l'aviation canadien, au manuel de vol de l'aéronef et au présent manuel d'exploitation; [...]
- aider le commandant de bord dans la gestion et la conduite du vol;
- participer à l'exécution des procédures dans le poste de pilotage, des procédures d'urgence, des procédures de liste de vérification et des procédures d'approche aux instruments sous la direction du commandant de bord et conformément aux procédures énoncées dans le présent manuel, le *manuel de vol de l'aéronef* [italiques dans la version originale] et les *procédures d'exploitation normalisées* [italiques dans la version originale] de l'aéronef; [...]
- assumer la responsabilité d'informer immédiatement le commandant de bord de toute situation où l'aéronef est géré de manière inadéquate ou est mis en danger³⁴.

La section qui décrit les exigences relatives aux vols VFR contient également des renseignements pertinents. En ce qui concerne les opérations VFR de jour à moins de 1000 pieds AGL, le FOM indique que la visibilité en vol ne doit pas être inférieure à 2 milles et que l'aéronef doit être piloté à l'écart des nuages. Cette consigne est conforme aux conditions météorologiques minimales du RAC pour les vols VFR à moins de 1000 pieds AGL³⁵. Il est interdit aux pilotes d'Air Tindi de poursuivre un vol VFR lorsqu'ils sont incapables de maintenir une altitude supérieure à 500 pieds AGL et une visibilité en vol d'au moins 2 milles³⁶. Le FOM indique également que les pilotes ne doivent pas tenter de poursuivre un vol VFR lorsqu'ils rencontrent des conditions IMC³⁷.

1.17.6 Opérations dans des conditions météorologiques de vol à vue à Air Tindi Ltd.

1.17.6.1.1 Fichiers Keyhole Markup Language de la compagnie

KML est un format de fichier utilisé pour afficher des renseignements dans un contexte géographique à l'aide de nombreuses applications comme Google Earth ou ForeFlight. Les renseignements contenus dans un fichier KML peuvent être ajoutés sous forme de couche à une carte ou à une scène existante. Ainsi, un fichier KML peut fournir une ligne de référence que les pilotes peuvent suivre.

³⁴ Ibid., section 6.6.11 : First Officer, p. 6-15 et 6-16.

³⁵ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), article 602.115.

³⁶ Air Tindi Ltd., *Flight Operations Manual*, édition 4 : version 7 (9 décembre 2022), section 10.2.2 : VFR Flight Requirements, p. 10-4.

³⁷ Ibid., section 10.4.2 : Controlled Flight into Terrain (CFIT) Avoidance Procedures, p. 10-11.

À Air Tindi, les fichiers KML sont téléversés dans les OEPP au moyen d'une application de stockage de documents dans le nuage, qui permet ensuite d'importer les fichiers dans ForeFlight. Les fichiers KML créés par la compagnie sont destinés à servir de guide pendant les approches VFR vers des endroits sans procédure d'approche certifiée, permettant aux pilotes de s'aligner en approche finale avec des endroits hors-piste plus tôt que s'ils utilisaient uniquement la navigation à vue. Les fichiers KML permettent également d'avoir une meilleure conscience de la situation lorsqu'on effectue des orbites au-dessus d'un terrain relativement sans relief, en offrant au PM une trajectoire toujours visible sur son OEPP. Le fichier KML du camp routier du lac de Gras affichait 2 aires d'atterrissage sur le lac : l'une dans une direction nord-ouest à sud-est, l'autre dans une direction est-ouest.

La seule ligne directrice officielle qu'Air Tindi dispensait aux pilotes prenait la forme d'un cours de formation en ligne sur l'OEPP qui indiquait ce qui suit [traduction] :

3.9 UTILISATION DE FICHIERS KML (Keyhole Markup Language)

Cette fonctionnalité est couramment utilisée pour les procédures prévues par la compagnie pour les trajets vers des endroits qui ne disposent typiquement pas d'approches, comme Tundra et Mould Bay. Elle permet d'importer et d'afficher des formes de cartes personnalisées dans ForeFlight.

Pour de plus amples renseignements sur son utilisation et son fonctionnement, la vidéo suivante est offerte :

ForeFlight Feature Focus: Use Map Shapes:

<https://www.youtube.com/watch?v=RXUEIOWSJrA&feature=youtu.be>³⁸ (en anglais seulement)

1.17.7 Opérations dans des conditions météorologiques de vol aux instruments à Air Tindi Ltd.

Lorsque les conditions météorologiques sont inférieures aux limites VFR prescrites et qu'il n'est pas possible de maintenir un contact visuel avec le relief, les aéronefs doivent être exploités selon les règles IFR. Selon une approche de précision aux instruments classique, les aéronefs peuvent être exploités de façon sécuritaire jusqu'à une altitude de 200 pieds AGL avec une visibilité vers l'avant de $\frac{1}{2}$ mille terrestre. Pour voler dans des IMC, les aéronefs doivent être équipés des instruments de vol requis³⁹. L'aéronef à l'étude était équipé et certifié pour les vols IFR. De plus, pour voler en IMC, les pilotes doivent détenir une qualification de vol aux instruments. Les 2 membres d'équipage de conduite de l'événement à l'étude détenaient les qualifications requises.

1.17.7.1 Altitudes minimales pour les règles de vol aux instruments

En vol IMC, les aéronefs doivent maintenir une certaine altitude pendant des étapes données d'un vol afin de veiller à la séparation par rapport au relief⁴⁰. Les altitudes

³⁸ Aerostudies Inc., *Ascent aviation e-training system*, EFB Training 2024, section 3.9 Using KML Files, p. 32.

³⁹ Transports Canada (TC), DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), article 605.18.

⁴⁰ Ibid., article 602.124.

minimales IFR sont les altitudes les plus basses établies pour un espace aérien donné qui garantissent une séparation verticale par rapport au relief. Il peut s'agir d'une altitude minimale de franchissement d'obstacles, d'une altitude minimale en route, d'une altitude minimale de sécurité, d'une altitude de sécurité dans un rayon autour d'un point dans l'espace, ou d'une altitude d'approche interrompue. En l'absence d'altitude minimale IFR publiée et compte tenu de la position géographique de l'événement, un aéronef exploité selon les règles IFR serait tenu de maintenir une altitude minimale de 1000 pieds au-dessus de l'obstacle le plus élevé situé à une distance horizontale de 5 NM de la trajectoire de vol estimée⁴¹.

1.17.7.2 Procédures d'approche aux instruments

Les procédures d'approche aux instruments fournissent aux pilotes des procédures établies pour passer du vol aux instruments à un atterrissage à vue. Ces procédures garantissent une séparation par rapport au relief, à condition qu'elles soient suivies dans les limites de tolérance pour lesquelles elles ont été conçues⁴². Bien qu'il existe des procédures d'approche aux instruments pour CDK2, il n'y a aucune procédure d'approche aux instruments publiée pour le camp routier du lac de Gras.

1.17.7.3 Procédures de descente

Une procédure courante pour passer d'IMC à des VMC dans des endroits éloignés qui ne sont pas desservis par des procédures d'approche aux instruments publiées consiste à effectuer une descente contrôlée jusqu'à une altitude minimale IFR prédéterminée. Cette altitude est souvent dérivée des altitudes des secteurs IFR, de l'altitude minimale de sécurité de l'aéroport le plus près ou de cartes indiquant le relief. Dans les opérations normales, la descente en dessous d'une altitude minimale IFR ne doit être effectuée que si un repère visuel a été établi à une altitude minimale IFR ou au-dessus de celle-ci.

Le FOM d'Air Tindi stipule [traduction] :

Pendant le passage d'IFR à VFR dans les aéroports sans approche aux instruments en vigueur ou dans les aéroports dont les conditions météorologiques à jour ne sont pas connues, les procédures suivantes doivent faire l'objet d'un exposé (avant la descente) et appliquées pendant les vols :

L'altitude minimale autorisée pendant une descente dans des conditions IMC vers un aéroport sans approche aux instruments publiée est la plus basse des deux altitudes suivantes :

- 2000 pieds au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans un rayon de 10 milles marins d'une destination GPS fixée;
- La MOCA [altitude minimale de franchissement d'obstacles], l'AMA [altitude minimale de zone] telle que publiée sur les cartes LE [carte de radionavigation de l'espace aérien inférieur], ou la MSA [altitude minimale

⁴¹ Ibid., alinéa 602.124(2)a).

⁴² Transports Canada, TP308F, *Critères d'élaboration des procédures de vol aux instruments*, changement 9.0 (1^{er} janvier 2024).

de sécurité] (si à proximité d'un aéroport avec une approche) en fonction d'un réglage local de l'altimètre⁴³.

1.17.7.4 Procédures d'approche aux instruments improvisées

Aux fins du présent rapport, les procédures d'approche aux instruments improvisées sont toutes les procédures élaborées sans certification dans le but d'exploiter un aéronef en IMC sous une altitude de sécurité IFR publiée. Ces procédures sont devenues des adaptations de procédures IFR établies. Contrairement aux approches certifiées, les approches improvisées n'ont pas fait l'objet d'un processus de certification et ne garantissent donc pas la marge de franchissement du relief ou des obstacles prévue par les *Critères d'élaboration des procédures de vol aux instruments* de TC⁴⁴.

1.17.7.4.1 Procédure d'approche aux instruments improvisée avec radioaltimètre

Au moment de l'événement, les pilotes d'Air Tindi avaient pour pratique de régler le radioaltimètre de manière à faciliter une approche aux instruments improvisée à une altitude inférieure à l'altitude minimale IFR. La pratique courante à Air Tindi consistait à régler le radioaltimètre à 500 pieds comme altitude de descente acceptable pour les régions de toundra, où la hauteur du relief ne varie pas beaucoup et où les structures d'origine humaine ne dépassent pas cette hauteur. Les pilotes volaient en IMC jusqu'à une hauteur au-dessus du niveau du sol réglée sur le radioaltimètre, de manière similaire à une altitude minimale de descente dans les approches de non précision publiées. Plusieurs pilotes d'Air Tindi ont également indiqué que le fait de régler l'altitude de descente en dessous de 500 pieds sur le radioaltimètre était également une pratique courante s'ils estimaient que le relief n'était pas un facteur.

1.17.7.4.2 Approche avec sélecteur d'azimut ou approche avec cap

Une méthode employée pour obtenir un guidage latéral afin d'effectuer une approche aux instruments improvisée consiste à utiliser l'OBS ou à suivre un cap fixe. Sur de nombreux dispositifs GPS, il est possible de régler une trajectoire de l'OBS vers n'importe quel point de cheminement de la base de données ou vers n'importe quel point de cheminement créé par l'utilisateur. Une fois qu'une trajectoire de l'OBS est sélectionnée, l'indicateur de situation horizontale de l'aéronef peut fournir un guidage latéral vers ou à partir d'un point de cheminement sur une trajectoire souhaitée précisée. Cette méthode est souvent employée conjointement avec le radioaltimètre pour fournir à la fois un guidage latéral et un guidage vertical.

Lorsqu'une trajectoire OBS n'est pas utilisée conjointement avec l'indicateur de situation horizontale de l'aéronef et que seul un cap est suivi, la dérive due au vent ne sera pas détectable. Même si l'aéronef est orienté dans la direction souhaitée, la trajectoire au-dessus

⁴³ Air Tindi Ltd., *Flight Operations Manual*, édition 4 : version 7 (9 décembre 2022), section 10.7.1 : Let-down Procedure, p. 10-24.

⁴⁴ Transports Canada, TP308F, *Critères d'élaboration des procédures de vol aux instruments*, changement 9.0 (1^{er} janvier 2024).

du sol peut ne pas être celle prévue, car l'aéronef dérivera avec le vent. L'enquête n'a pas permis de déterminer si l'équipage de conduite s'est référé à l'OBS pendant les approches aux instruments improvisées effectuées durant le vol à l'étude.

1.17.7.4.3 Approches de navigation de surface improvisées

Des approches aux instruments improvisées peuvent également être formulées à l'aide des dispositifs de système mondial de navigation par satellite installés à bord, comme le Garmin GNS430, ou à l'aide de l'OEPP, grâce à l'utilisation de « points de cheminement utilisateur ». À l'instar des fichiers KML, ces dispositifs peuvent fournir un guidage latéral entre deux points et peuvent également être programmés pour afficher un pseudo-alignement de descente pour le guidage vertical.

1.17.8 Procédures d'exploitation normalisées

Les procédures d'exploitation normalisées (SOP) d'Air Tindi pour le Twin Otter ont été revues et approuvées par TC le 26 février 2020. Les SOP fournissent [traduction] « des lignes directrices pour l'utilisation de l'aéronef Twin Otter dans le respect des limites du manuel de vol de l'aéronef »⁴⁵. Les SOP indiquent ce qui suit [traduction] :

Bien que les SOP assurent la normalisation des tâches exécutées par les membres d'équipage de conduite, elles ne couvrent pas toutes les situations. Les membres d'équipage de conduite doivent donc faire preuve de jugement et de cohérence dans l'application des procédures. Tout écart par rapport aux SOP devrait faire l'objet d'un exposé rigoureux et être compris par toutes les personnes concernées⁴⁶.

Les SOP renvoient au FOM pour des lignes directrices sur la façon dont les diverses procédures doivent être exécutées.

1.17.9 Exposés d'approche

Les renseignements qui doivent faire l'objet d'un exposé varient selon qu'il s'agit d'une approche VFR ou IFR. Dans le cas d'une approche VFR, l'exposé doit porter sur la piste d'atterrissement et les vitesses d'approche, ainsi qu'examiner les menaces⁴⁷. Dans le cas d'une approche IFR, l'équipage de conduite doit faire un exposé sur le type d'approche, la piste d'atterrissement, la source de navigation principale, l'altitude minimale de descente, les

⁴⁵ Air Tindi Ltd., *De Havilland Twin Otter (DHC-6) Standard Operating Procedures*, édition 1, version 2 (1^{er} février 2020), chapitre 1, section 1.2 : Preamble, p. 1-2.

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Comme l'indique le *Flight Operations Manual* d'Air Tindi Ltd., édition 4, version 7 (9 décembre 2022), section 13.29.3, Threat Based Briefings, p. 13 à 35, au cours d'un examen des menaces, le pilote surveillant doit nommer toutes les menaces pertinentes pour la procédure faisant l'objet de l'exposé ainsi que les stratégies destinées à les atténuer. Le pilote aux commandes doit ensuite signaler toute autre menace perçue et les stratégies d'atténuation. S'il n'y a pas de menaces, l'équipage de conduite n'est pas tenu d'organiser d'exposé sur les menaces.

vitesses d'approche, la procédure d'approche interrompue et l'altitude d'approche interrompue. L'équipage de conduite doit également réaliser un examen des menaces⁴⁸.

Les exposés d'approche de l'équipage de conduite à Air Tindi sont présentés dans le FOM, qui indique ce qui suit [traduction] :

Avant chaque décollage ou atterrissage, les équipages doivent réaliser un exposé fondé sur les menaces. L'objectif principal de ces exposés comprend notamment :
[...]

Le PM énumère toutes les menaces pertinentes pour la procédure faisant l'objet de l'exposé, ainsi que les stratégies visant à atténuer ces menaces

Le PF continue en exposant toute autre menace perçue, avec des stratégies d'atténuation

S'il n'y a aucune menace perçue, l'équipage n'est pas tenu d'organiser d'exposé sur les menaces

L'équipage peut consulter les fiches de gestion des menaces spécifiques au type d'aéronef, qui se trouvent à bord de chaque aéronef⁴⁹.

Pendant le vol à l'étude, l'équipage de conduite n'a pas fait d'exposé officiel sur les approches ni d'examen des menaces connexes. Il a toutefois signalé périodiquement, tout au long du vol, les mauvaises conditions météorologiques, les conditions de givrage et la masse brute d'exploitation de l'aéronef. Il a aussi discuté du fait que la 4^e tentative d'approche serait la dernière avant le retour à CYZF.

1.17.10 Organiseur électronique de poste de pilotage

1.17.10.1 Généralités

Air Tindi équipe ses pilotes d'OEPP pour les aider dans divers aspects de la préparation et de l'exécution des vols. Ces dispositifs sont chargés d'applications qui remplacent les documents imprimés traditionnels. Les OEPP permettent d'accéder facilement au FOM, aux SOP et à d'autres documents essentiels de la compagnie, garantissant ainsi que les pilotes disposent des renseignements les plus récents.

Conformément au FOM d'Air Tindi, le commandant de bord et le P/O disposaient chacun d'un OEPP sous la forme d'une tablette iPad mini⁵⁰. Ces dispositifs étaient pourvus de l'application ForeFlight, qui comprend les cartes, les graphiques, les renseignements météorologiques, les manuels et les listes de vérifications nécessaires à la planification et à l'exécution des vols. Cette application, utilisée de concert avec le dispositif Garmin Flight Stream 210 qui était installé dans l'aéronef, fournissait des fonctions de navigation par GPS en affichant la position propre de l'aéronef en temps réel sur l'appareil. ForeFlight est

⁴⁸ Air Tindi Ltd., *Flight Operations Manual*, édition 4 : version 7 (9 décembre 2022), section 13.29.3 : Threat Based Briefings, p. 13-34.

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ Ibid., section 13.19 : Electronic Flight Bag (EFB) Operations, p. 13-18.

également capable de fournir une fonction d'accroissement de la vision⁵¹ aux deux pilotes sur leurs OEPP respectifs, si elle est sélectionnée. Pour sélectionner cette fonction, on appuie sur l'icône appropriée dans une barre d'outils en haut de l'écran. Cette barre d'outils est visible à tout moment lors de l'utilisation de l'application.

L'application de stockage en nuage, qui sert de dépôt de documents relié à un serveur et rend possible une synchronisation facile des documents pour chaque OEPP de la compagnie, était également installée sur les OEPP. La compagnie conservait dans des dossiers distincts les documents comme les rapports sur l'état des bandes d'atterrissement propres à certaines destinations qui ne sont pas publiés dans le *Supplément de vol – Canada* de NAV CANADA, de manière à les rendre plus accessibles aux pilotes. L'application de stockage en nuage peut également stocker des fichiers KML dans ces dossiers.

1.17.10.2 Utilisation de l'organiseur électronique de poste de pilotage à Air Tindi Ltd.

Les pilotes suivent une formation sur l'utilisation des OEPP qui combine un apprentissage en ligne et une formation en cours d'emploi. La partie en ligne de la formation est suivie à la suite de l'embauche, puis tous les 12 mois. De nombreux pilotes ont déclaré que la plupart des fonctions des OEPP s'apprennent en vol avec des pilotes plus expérimentés ou en expérimentant soi-même avec les OEPP.

À Air Tindi, il est interdit d'utiliser la fonction de position propre de l'aéronef sur les OEPP pour la navigation lorsque l'aéronef vole à plus de 80 nœuds, à moins que l'aéronef ne soit équipé d'un Garmin Flight Stream 210⁵². Au moment de l'événement, tous les Twin Otter exploités par Air Tindi étaient équipés de dispositifs Garmin Flight Stream 210.

Dans le FOM, les lignes directrices relatives à l'utilisation des OEPP sont principalement axées sur la gestion des dispositifs (niveau de la pile, défaillances des OEPP, gestion des applications, etc.). Le FOM fournit également les instructions suivantes concernant l'utilisation des OEPP pendant les opérations aériennes [traduction] :

- Montée – Pendant la montée, le(s) pilote(s) surveille(nt) les cartes et les segments de route applicables sur l'OEPP.
- Croisière – Pendant l'étape de croisière ou en route du vol, il faut surveiller périodiquement l'OEPP pour vérifier la progression le long de l'itinéraire. Il faut prendre garde d'éviter une exposition prolongée à la lumière directe du soleil afin de réduire les risques de surchauffe. Les équipages de conduite doivent sélectionner et examiner les procédures d'arrivée et d'approche prévues pour l'aéroport de destination, en laissant affichée la carte nécessaire suivante.
- Arrivée/approche – Si on suit une procédure d'arrivée publiée, le(s) pilote(s) surveillera (surveilleront) la carte applicable. Pendant l'étape d'approche du vol, l'OEPP sera surveillé et la carte d'approche appropriée sera affichée. La vue

⁵¹ L'accroissement de la vision montre une vue artificielle du relief à l'extérieur de l'aéronef.

⁵² Air Tindi Ltd., *Flight Operations Manual*, édition 4 : version 7 (9 décembre 2022), section 13.19.2 : Preflight Procedures, p. 13-19.

paysage ou portrait sera « verrouillée » à l'aide de l'application ForeFlight, au besoin⁵³.

1.17.10.3 Lignes directrices de Transports Canada sur l'utilisation de l'organiseur électronique de poste de pilotage

TC fournit des lignes directrices relatives à l'utilisation des OEPP dans les opérations commerciales dans la circulaire d'information (CI) 700-20. Les CI ne sont pas des règlements exécutoires, mais plutôt des lignes directrices à l'intention des exploitants aériens qui portent sur une question précise. Comme l'indique TC dans sa circulaire : « [I]a présente Circulaire d'information (CI) [...] ne peut en elle-même ni modifier, ni créer une exigence réglementaire, ni peut-elle autoriser de changements ou de dérogations aux exigences réglementaires, ni établir de normes minimales.⁵⁴ »

La CI de TC sur les OEPP indique ceci : « [I]a fonctionnalité de position propre devrait seulement être utilisée à des fins stratégiques (p. ex., conscience de la situation) et ne devrait pas être utilisée comme outil pour effectuer des manœuvres au sol ou la navigation de bord.⁵⁵ »

La CI établit ensuite les exigences relatives à la documentation :

- 1) Les procédures d'exploitation normalisées de la compagnie doivent comprendre l'énoncé suivant :

« Le présent OEPP n'est pas certifié comme système de navigation. Transports Canada n'a pas évalué l'OEPP en fonction des performances ou de la fiabilité du matériel ou des logiciels de la plateforme (y compris la fonctionnalité GPS). »
[italique dans la version originale]⁵⁶

Cet énoncé ne figurait ni dans les SOP, ni dans le FOM d'Air Tindi.

1.17.11 Formation sur les impacts sans perte de contrôle à Air Tindi Ltd.

Un impact sans perte de contrôle (CFIT) [traduction] « se produit lorsqu'un aéronef en état de navigabilité, sous la commande de l'équipage de conduite, percute par inadvertance le

⁵³ Ibid., section 13.19.4 : Flight Operations, p. 13-20.

⁵⁴ Transports Canada, Circulaire d'information (CI) 700-020 : Organiseurs électroniques de poste de pilotage (numéro 03 : 28 mars 2018), section 1.0 : Introduction, p. 3 de 59, à l'adresse https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ci_700_020__organiseurs_electroniques_de_poste_de_pilote_ge.pdf (dernière consultation le 1^{er} décembre 2025).

⁵⁵ Ibid., Annexe G – Évaluation opérationnelle au niveau de la direction ou de la société, Utilisation de la position propre de l'aéronef, Fonctionnalité de position propre d'OEPP, p. 35, à l'adresse https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ci_700_020__organiseurs_electroniques_de_poste_de_pilote_ge.pdf (dernière consultation le 1^{er} décembre 2025).

⁵⁶ Ibid., Annexe G – Évaluation opérationnelle au niveau de la direction ou de la société, Exigences relatives à la documentation de l'entreprise, p. 36, à l'adresse https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ci_700_020__organiseurs_electroniques_de_poste_de_pilote_ge.pdf (dernière consultation le 1^{er} décembre 2025).

relief, un obstacle ou un plan d'eau, habituellement sans que l'équipage ait conscience de l'imminence de la collision »⁵⁷.

Les *Normes de service aérien commercial* exigent des entreprises qui exploitent des vols en vertu de la sous-partie 703 du RAC et qui effectuent des vols IFR ou des vols VFR de nuit qu'elles fournissent une formation sur la façon d'éviter les CFIT. La formation doit comprendre les éléments suivants :

- (i) les facteurs pouvant mener à des accidents et à des incidents CFIT;
- (ii) le cas échéant, les caractéristiques de fonctionnement, propriétés et limites du GPWS [dispositif avertisseur de proximité du sol];
- (iii) les stratégies destinées à prévenir les CFIT;
- (iv) les méthodes permettant d'améliorer la conscience de la situation; et
- (v) les manœuvres de rétablissement et profils pertinents au type d'avion⁵⁸.

Air Tindi dispense cette formation sous la forme d'un cours en ligne, que le commandant de bord et le P/O avaient suivi en janvier et avril 2023, respectivement. La formation comprend tous les thèmes exigés par le RAC.

La compagnie fournit également dans son FOM des lignes directrices pour les situations dans lesquelles des pilotes volant en VFR rencontrent des conditions météorologiques qui se détériorent ou des conditions de voile blanc. Les lignes directrices indiquent que les pilotes sont tenus d'effectuer un virage à 180 degrés à l'aide des instruments de vol tout en s'assurant de ne pas perdre d'altitude. Les pilotes reçoivent en outre la consigne d'éviter la tentation de descendre à une altitude plus basse pour continuer à voler en VFR, car cela ferait augmenter considérablement le risque de CFIT⁵⁹.

1.17.12 Culture de sécurité organisationnelle

1.17.12.1 Généralités

La culture de sécurité établie au sein d'organisations complexes est reconnue comme étant adaptative, évoluant [traduction] « graduellement en fonction des conditions locales, des événements antérieurs, du caractère du leadership, et de l'humeur de l'effectif »⁶⁰. En tant que facteur déterminant du comportement quotidien des gens, la culture de sécurité a été définie comme « le "moteur" qui pousse le système vers l'objectif de maintenir une résistance maximale face aux dangers opérationnels peu importe la personnalité du

⁵⁷ Flight Safety Foundation, « Controlled Flight Into Terrain (CFIT) », à l'adresse <https://flightsafety.org/toolkits-resources/past-safety-initiatives/controlled-flight-into-terrain-cfit/> (dernière consultation le 3 avril 2025).

⁵⁸ Transports Canada, *Normes de service aérien commercial*, norme 723 : Exploitation d'un taxi aérien : Avions, section VIII : Formation, alinéa 723.98(29)a) : Formation destinée à éviter les impacts sans perte de contrôle (CFIT).

⁵⁹ Air Tindi Ltd., *Flight Operations Manual*, édition 4 : version 7 (9 décembre 2022), section 13.48 : Specialty Operations, p. 13-56.

⁶⁰ J. Reason, « Achieving a safe culture: Theory and practice », *Work & Stress*, vol. 12, n° 3 (1998), p. 293 à 306.

leadership ou les préoccupations [économiques auxquelles est confrontée l'industrie] »⁶¹. Comme sous-composante au sein d'organisations complexes, les plus petits groupes de personnes qui exploitent une technologie unique ou qui, étant donné la nature de leurs fonctions, exécutent leurs tâches indépendamment de l'organisation dans son ensemble, existent à l'intérieur d'une sous-culture qui est typiquement caractérisée par un ensemble de croyances et d'intérêts uniques relatifs à la sécurité.

La culture de sécurité communique tacitement les attentes aux nouveaux ou anciens membres de l'organisation, ce qui influe sur l'exécution du travail ainsi que sur le degré de participation des membres aux processus de l'organisation.

La culture de sécurité est la façon dont la sécurité est perçue, valorisée et privilégiée au sein d'une organisation. Une culture de sécurité positive et active reflète un engagement réel envers l'exploitation sécuritaire à tous les niveaux (c.-à-d. l'intégration verticale de l'information) dans l'organisation⁶². On peut également la décrire comme [traduction] « la manière dont une organisation se comporte quand personne ne l'observe » ou « la façon dont nous faisons les choses ici »⁶³. La culture de sécurité de l'organisation est influencée par les valeurs, les attitudes et les comportements des intervenants.

La mise en place d'une culture de sécurité positive⁶⁴ pose de nombreux défis; il s'agit néanmoins d'une première étape nécessaire dans la définition des valeurs, des attitudes et des comportements dont les exploitants aériens ont besoin pour gérer efficacement les risques liés à leurs activités. Ces efforts et investissements finiront par entraîner l'émergence d'une culture de sécurité positive où tous les intervenants considéreront les pratiques non sécuritaires comme inacceptables et où l'on gérera les risques de manière à les réduire au plus bas niveau raisonnablement possible, ce qui améliorera la gestion des dangers opérationnels.

Une solide culture de sécurité se développe à partir de la haute gestion de l'organisation, et se caractérise par des processus proactifs visant à déterminer, à évaluer et à atténuer les risques opérationnels. Si des conditions non sécuritaires passent inaperçues, ne sont pas corrigées ou ne sont pas priorisées efficacement par l'exploitant aérien, cela pourrait entraîner une plus grande acceptation de tels risques à tous les échelons de l'organisation, ce qui réduirait l'efficacité du SGS de l'exploitant aérien et son rendement au chapitre de la sécurité. La hiérarchie des influences sur la façon dont le travail est accompli au sein d'une organisation a été décrite comme étant les « 4 P » :

⁶¹ Ibid.

⁶² V. Aslan et al., « Safety culture assessment and implementation framework to enhance maritime safety », *Transportation Research Procedia*, vol. 14 (2016), p. 3895 à 3904.

⁶³ Health and Safety Executive (Royaume-Uni), « Organisational culture: Overview », à l'adresse hse.gov.uk/humanfactors/topics/culture.htm (dernière consultation le 2 décembre 2025).

⁶⁴ Il existe plusieurs façons de décrire la culture de sécurité au sein d'une organisation. Des termes comme « saine » ou « positive » sont souvent employés de façon interchangeable pour décrire la culture de sécurité, tout comme les termes « malsaine » ou « négative ». Le BST préfère décrire la culture de sécurité comme étant soit positive, soit négative.

- Philosophie : la philosophie d'une organisation fournit une spécification générale de la façon dont elle veut fonctionner et elle communique les valeurs dans toute l'organisation.
- Politiques : les politiques d'une organisation fournissent une spécification générale de la façon dont la direction s'attend à ce que les tâches soient exécutées.
- Procédures : les procédures d'une organisation stipulent les étapes précises qu'une personne doit suivre pour accomplir une tâche. Elles opérationnalisent la philosophie et les politiques en indiquant comment on doit exécuter le travail.
- Pratiques : les pratiques d'une organisation reflètent ce qui se passe réellement durant les activités quotidiennes. Dans un monde idéal, les pratiques suivraient les procédures à la lettre. Toutefois, en réalité et pour toutes sortes de raisons, les pratiques peuvent s'écartez des procédures⁶⁵.

L'une des mesures d'une culture de sécurité positive est l'harmonisation entre les 4 P et les efforts visant à cerner les lacunes et à s'améliorer continuellement. Si les 4 P ne sont pas axées sur la sécurité et ne sont pas harmonisées pour atteindre l'objectif général d'une exploitation sûre, cela peut indiquer qu'une culture de sécurité négative est présente dans une organisation.

1.17.12.2 Culture de sécurité à Air Tindi Ltd.

Selon sa politique de sécurité, Air Tindi s'engage à assurer la sécurité et la durabilité du transport aérien, en mettant l'accent sur une culture de sécurité positive et sur la protection de l'environnement. Grâce à son SGS, Air Tindi encourage tout son personnel à prioriser la santé, la sécurité, l'environnement et la qualité dans ses actions, en cherchant à prévenir les dangers en milieu de travail et à assurer le bien-être du personnel. On attend des employés qu'ils exercent un leadership visible en matière de santé, de sécurité, d'environnement et de qualité, en intégrant les valeurs de la compagnie à toutes les activités et en respectant les règlements et les normes⁶⁶.

L'enquête a permis de déterminer que les pilotes d'Air Tindi adoptaient une attitude axée sur les objectifs dans leur prise de décision, qu'ils étaient très fiers de mener à bien leurs vols dans des environnements opérationnels difficiles et qu'ils acceptaient généralement de déroger aux procédures publiées. L'enquête a aussi permis de déterminer que les P/O d'Air Tindi ont beaucoup de respect pour les commandants de bord hors-piste expérimentés, qu'ils les tiennent en grande estime et qu'ils peuvent parfois succomber à

⁶⁵ A. Degani et E. L. Weiner, *On the Design of Flight Deck Procedures*, NASA Contractor Report 177642 (NASA Ames Research Center : juin 1994), p. 5 à 8, à l'adresse <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19940029437/downloads/19940029437.pdf> (dernière consultation le 3 décembre 2025).

⁶⁶ Air Tindi Ltd., *Flight Operations Manual*, édition 4 : version 7 (9 décembre 2022), section 2.2. : Safety Policy, p. 2-2.

l'effet de halo⁶⁷ pendant les vols VFR par mauvais temps. Les P/O sont généralement très nouveaux dans l'industrie de l'aviation et comptent souvent sur les commandants de bord pour déterminer quelles sont les pratiques acceptables au sein de l'organisation et dans l'industrie. Les P/O n'exprimaient pas aux commandants de bord leurs préoccupations au sujet des pratiques non sécuritaires, comme le vol VFR en IMC, car ils avaient l'impression que c'était la pratique adoptée pour les vols dans le Nord.

Le SGS d'Air Tindi sert à signaler les événements opérationnels qui ont eu une incidence sur le vol, mais il n'est généralement pas utilisé pour relever de possibles lacunes de sécurité. Comme dans un événement précédent concernant Air Tindi⁶⁸, l'enquête sur l'événement à l'étude n'a pas permis de recenser de signalements de pratiques non sécuritaires dans le SGS, même si ces pratiques ont été signalées par tous les pilotes interrogés au cours de l'enquête. L'enquête a permis de déterminer que les pilotes qui constataient des écarts par rapport aux SOP de la compagnie ou aux procédures publiées avaient tendance à en parler de manière informelle aux commandants de bord chevronnés plutôt qu'à utiliser le SGS.

Ces conclusions concordent avec les rapports d'enquête antérieurs du BST sur la sécurité du transport aérien⁶⁹ concernant les accidents d'Air Tindi, ainsi qu'avec l'enquête interne menée par Air Tindi sur cet accident⁷⁰ et sur l'accident précédent concernant un Twin Otter⁷¹.

L'enquête d'Air Tindi sur l'événement à l'étude a révélé que l'équipage de conduite avait adopté une attitude déterminée et confiante, typique de son personnel, en continuant de chercher des moyens d'atteindre sa destination malgré la détérioration des conditions. Étant donné que la compagnie exerce ses activités dans des environnements difficiles, elle compte sur des commandants de bord très expérimentés pour relever ces défis, tandis que les P/O, qui sont souvent nouveaux dans l'industrie de l'aviation commerciale, apprennent en cours d'emploi sous la supervision de leurs commandants de bord. Étant donné que les P/O ne comptent pas les mêmes années d'expérience et de formation spécialisées que les commandants de bord, ils comptent également sur les commandants de bord pour les informer des diverses menaces auxquelles ils sont confrontés pendant les opérations aériennes.

⁶⁷ Comme le décrit Britannica, à l'adresse <https://www.britannica.com/science/halo-effect> (dernière consultation le 28 janvier 2025), l'effet de halo est un biais cognitif qui consiste à laisser une impression formée à partir d'un seul trait ou une seule caractéristique influencer plusieurs jugements ou évaluations de facteurs non liés. En l'occurrence, le respect que le P/O subalterne témoignait pour le commandant de bord chevronné a probablement influencé son jugement sur la sécurité d'utiliser des procédures VFR en IMC.

⁶⁸ Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A21W0098 du BST, section 1.18.2.

⁶⁹ Rapports d'enquête sur la sécurité du transport aérien A21W0098, A19W0015, A14W0181, A11W0151 et A05W0127 du BST.

⁷⁰ Air Tindi Ltd., *DHC-6 | C-GMAS Controlled Flight into Terrain (CFIT)*, Report Number 5142364, édition 1, version 1 (16 février 2024).

⁷¹ Air Tindi Ltd., *TIN223 / C-GNPS Aircraft Accident*, Initial Report for Issue #5106973 (5 novembre 2021).

L'acceptation de la dérogation par rapport aux procédures et la correction insuffisante de la culture de la compagnie ont également été relevées lors de l'enquête interne menée par Air Tindi sur un accident antérieur⁷², au cours duquel un Twin Otter avait décollé sans disposer de suffisamment de carburant pour terminer le vol, ce qui avait entraîné une panne d'alimentation carburant et un atterrissage en dehors des limites d'un aéroport.

1.17.12.2.1 Acceptation de pratiques non sécuritaires

Dans les activités d'une entreprise, il arrive que le personnel adopte des pratiques non sécuritaires en s'efforçant d'atteindre des objectifs. Ces pratiques non sécuritaires sont parfois acceptées progressivement comme faisant partie intégrante du travail – dans une dérive qui passe inaperçue – et peuvent finir par être enseignées aux nouveaux employés, ce qui perpétue leur utilisation. Parce que ces pratiques non sécuritaires se poursuivent sans occasionner d'effet négatif ou, souvent, en donnant des résultats positifs (p. ex., vols parvenant à destination, clients satisfaits), elles peuvent entrer dans la norme. Les pratiques non sécuritaires consistent, par exemple, à effectuer un vol en surcharge, à effectuer un vol avec des réserves de carburant insuffisantes, à omettre de consigner des anomalies dans le carnet de route de l'aéronef et à « braver le mauvais temps ».

De nombreux facteurs sous-jacents peuvent entraîner l'adoption de pratiques non sécuritaires en aviation. Lorsque le personnel répète toujours la même routine (p. ex., effectuer le même vol régulier ou la même inspection d'aéronef), ces activités peuvent devenir routinières, ce qui entraîne une baisse de vigilance. Il se peut que le personnel trouve des façons plus efficaces d'exécuter une tâche mais qu'il ne tienne pas compte des risques connexes ou des liens entre les tâches. Dans certains cas, les employés se trouvent contraints d'improviser et de résoudre des problèmes sur-le-champ; sur le terrain, il n'est pas toujours pratique de respecter la procédure écrite. Dans d'autres cas, le personnel et les organisations doivent composer au mieux avec les ressources dont ils disposent. Dans des cas extrêmes, il se développe une culture d'entreprise dans laquelle des pratiques non sécuritaires sont acceptées comme façon de faire.

1.17.13 Renseignements recueillis auprès des pilotes d'Air Tindi Ltd.

Au cours de l'enquête, des renseignements ont été recueillis auprès des pilotes de Twin Otter exploités par Air Tindi dans le but de mieux comprendre les pratiques quotidiennes des pilotes de ligne. Les observations recueillies sont résumées au tableau 9 ci-dessous :

⁷² Ibid.

Tableau 9. Résumé des observations des pilotes d'Air Tindi

| Sujet | Résumé des observations |
|---|--|
| Utilisation d'approches aux instruments improvisées | <ul style="list-style-type: none"> La plupart des pilotes interrogés avaient déjà effectué une certaine forme de procédure d'approche aux instruments improvisée pendant qu'ils étaient à l'emploi d'Air Tindi. Cette pratique est plus courante parmi les commandants de bord chevronnés et au cours des opérations hors-piste de la compagnie. Les P/O subalternes faisaient confiance aux commandants de bord et étaient à l'aise d'adopter les approches aux instruments improvisées. En général, les commandants de bord embauchés à l'extérieur de la compagnie n'avaient pas recours aux approches aux instruments improvisées et étaient plus réticents à braver le mauvais temps. Les pilotes estimaient que la direction acceptait ces pratiques et que les pilotes occupant un rôle de gestion effectuaient des approches aux instruments improvisées. La direction ne semblait pas s'opposer à cette pratique. Les pilotes subalternes sont exposés à la pratique des approches aux instruments improvisées pendant les vols opérationnels. Lorsque les pilotes volaient selon des plans de vol IFR, les procédures d'approche aux instruments improvisées n'étaient pas utilisées. |
| Culture | <ul style="list-style-type: none"> Les pilotes estimaient que la direction appuierait leur décision de reporter ou d'annuler un vol en raison de conditions météorologiques préoccupantes. Tous les pilotes se sont dit très fiers de leur capacité à voler dans ces conditions et ont reconnu la pression qu'ils s'imposaient pour accomplir leur travail. |
| Utilisation d'OEPP | <ul style="list-style-type: none"> Il n'existe aucune ligne directrice officielle sur la manière dont l'OEPP doit être utilisé pendant les vols VFR; tout le monde l'intègre à son processus décisionnel comme bon lui semble. L'OEPP est considéré comme un outil qui améliore la conscience de la situation. L'OEPP n'est pas considéré comme une source de distraction dans le poste de pilotage. |
| Surveillance par la direction | <ul style="list-style-type: none"> La surveillance des opérations de vol est limitée. Il est difficile pour la direction de s'assurer du respect de la réglementation dans tous les vols. |
| Conditions météorologiques | <ul style="list-style-type: none"> Les conditions météorologiques représentaient le plus grand danger avec lequel les pilotes devaient composer. Il n'existe aucune approche structurée pour empêcher la poursuite d'un vol lorsque les conditions météorologiques se détériorent. Les limites personnelles relatives aux conditions météorologiques variaient considérablement dans le groupe de pilotes. Il était courant de monter à travers les nuages pendant les opérations VFR. Rencontrer du mauvais temps en route ou à destination dérangeait moins les pilotes si les conditions météorologiques à CYZF étaient propices au vol VFR. Les vols décollaient souvent de CYZF selon les règles VFR, peu importe les conditions météorologiques à destination, si les prévisions météorologiques indiquaient que les conditions à CYZF resteraient propice au vol VFR. |
| Système de gestion de la sécurité | <ul style="list-style-type: none"> Le SGS intervenait principalement en réaction à une condition non sécuritaire déjà présente et n'était pas très efficace pour reconnaître les menaces avant qu'elles ne s'aggravent. |

| Sujet | Résumé des observations |
|-------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> Les questions de sécurité avaient tendance à être traitées de manière informelle, à l'aide de discussions avec d'autres pilotes, plutôt que par l'intermédiaire du SGS. |
| TAWS | <ul style="list-style-type: none"> Pendant l'approche en vue d'atterrissements hors-piste, il arrive régulièrement que les pilotes désactivent le TAWS (en tirant le disjoncteur) afin d'éviter les mises en garde et les avertissements pendant les manœuvres d'atterrissement à vue. |

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Surveillance exercée par Transports Canada

1.18.1.1 Généralités

Transports Canada, Aviation civile (TCAC), par l'intermédiaire de son programme de surveillance, s'assure que les entreprises « respectent les exigences réglementaires »⁷³. Il y a 2 catégories d'activités de surveillance qui s'appliquent au présent rapport : la surveillance des systèmes et la surveillance des processus⁷⁴.

En ce qui concerne la surveillance des systèmes, les inspections de validation de programme permettent de surveiller les systèmes et de procéder à un examen global de la compagnie en utilisant des méthodes d'échantillonnage afin de vérifier si la compagnie dispose des systèmes nécessaires pour respecter les exigences réglementaires. En ce qui concerne la surveillance des processus, les inspections de processus se concentrent sur un ou plusieurs processus précis. Elles vérifient si ces processus respectent les exigences réglementaires et fonctionnent correctement. La fréquence de ces inspections dépend de facteurs comme le type d'activités, le roulement des employés clés de la compagnie, l'historique de conformité et la nature des constatations.

TCAC peut émettre 2 types de rétroactions à la suite des inspections de validation de programme ou des inspections de processus : une constatation de non-conformité ou une observation. Une constatation est un compte rendu factuel reposant sur des preuves qui indique en quoi une entreprise ne respecte pas la réglementation. Une constatation peut relever une non-conformité avec les exigences de certification ou avec les règles de conduite. Une observation est un compte rendu factuel indiquant qu'un titulaire de document d'aviation canadien ne respecte pas ses propres manuels, programmes, systèmes, processus et procédures, ou les normes de sécurité publiées de l'industrie. « Une observation est destinée à saisir et à communiquer des préoccupations qui peuvent ne pas

⁷³ Transports Canada, *Instruction visant le personnel (IP) SUR-001*, Procédures de surveillance, édition n° 09 (4 août 2020), section 1.11(1)0.

⁷⁴ Ibid.

être incluses dans une réglementation normative, mais qui ont un impact matériel sur la sécurité aéronautique⁷⁵. »

Une compagnie est obligée de répondre à une constatation de non-conformité, à défaut de quoi elle s'expose à divers niveaux de résolution pouvant aller de sanctions pécuniaires à la suspension de documents. Les réponses des compagnies aux observations sont volontaires; toutefois, dans le cas des compagnies qui ont mis en place un SGS, « les observations et les constatations de TCAC doivent être enregistrées et traitées au moyen de ce système »⁷⁶.

1.18.1.2 Surveillance à Air Tindi Ltd.

Dans les 5 années précédant l'événement, TC avait procédé aux activités de surveillance suivantes à Air Tindi :

- 27 février 2019 – Inspection de processus réactive relativement à la navigabilité et aux opérations aériennes;
- 16 décembre 2021 – Inspection de processus réactive relativement aux opérations aériennes;
- 3 février 2022 – Inspection de processus prévue relativement à la navigabilité et aux opérations aériennes;
- 23 février 2022 – Inspection de processus prévue relativement à la sécurité de la cabine;
- 30 mai 2023 – Inspection de processus prévue relativement à la sécurité de la cabine.

De plus, en raison des restrictions de voyage liées à la COVID-19, TC a mené plusieurs inspections ciblées par téléphone afin de consigner les risques et la situation de la compagnie entre le 4 avril 2020 et le 28 juin 2021. Pendant ces activités de surveillance, TC a formulé 3 constatations et 8 observations à l'intention d'Air Tindi.

Au cours de l'inspection de processus réactive menée après l'accident de 2021⁷⁷, les inspecteurs régionaux de TC ont tenté d'adopter une approche différente dans leurs activités réglementaires. Ils connaissaient bien les processus de la compagnie, qui étaient souvent conformes aux exigences du RAC. Ils ont ainsi cru que quelque chose qui n'avait pas pu être détecté par leurs processus d'audit habituels était probablement l'un des facteurs ayant contribué à la série d'accidents survenus à Air Tindi⁷⁸.

Par conséquent, ils ont entrepris une évaluation de la culture organisationnelle de la compagnie, en s'intéressant aux questions liées à cet événement. Cette approche a été approuvée par la direction régionale de TC et accueillie favorablement par la direction

⁷⁵ Transports Canada, *Instruction visant le personnel (IP) SUR-029*, Remédier aux lacunes déterminées à l'aide de la surveillance, édition 03 (3 mai 2023), section 5.3(2).

⁷⁶ Ibid., section 8.6(5).

⁷⁷ Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A21W0098 du BST.

⁷⁸ Rapports d'enquête sur la sécurité du transport aérien A21W0098, A19W0015, A14W0181 et A11W0151du BST.

d'Air Tindi, qui souhaitait en savoir plus sur les facteurs sous-jacents liés à l'événement. Les inspecteurs régionaux ont interrogé divers employés—qu'il s'agisse de commandants de bord, de P/O ou de l'équipe de direction—au sujet de l'événement et de la nature des opérations quotidiennes à Air Tindi. Cependant, une fois les données recueillies, il s'est posé la question de savoir comment les analyser et communiquer les enjeux potentiels qui pourraient en découler. TC ne dispose d'aucun produit de communication réglementaire autre que les observations et les constatations dans lesquels les résultats de ce type d'activités de surveillance pourraient être communiqués. Étant donné qu'aucune non-conformité réglementaire n'avait été relevée, on a décidé de clore l'inspection et d'émettre une lettre résumant les données et contenant 4 brèves observations concernant certains des enjeux cernés.

L'inspection de processus réactive d'Air Tindi, qui a été menée après l'accident de 2021 susmentionné, a donné lieu aux observations suivantes [traduction] :

- 1- Les équipages des Dash 7 mettent davantage l'accent sur l'utilisation des SOP et des listes de vérifications que les équipages des Twin Otter.
- 2- Les nouveaux premiers officiers de Twin Otter souhaitent voler en suivant les SOP et les listes de vérifications, mais ce ne sont pas tous les commandants de bord de Twin Otter qui utilisent régulièrement les listes de vérifications.
- 3- Les commandants de bord chevronnés de Twin Otter ont influencé certains commandants de bord à imiter leur style de pilotage.
- 4- Les équipages ressentent une pression pour être à l'heure, ce qui incite certains d'entre eux à se précipiter, même si on reconnaît que cette pression ne provient pas directement de la direction⁷⁹.

1.18.2 Questions relatives aux facteurs humains

1.18.2.1 Tendance à s'en tenir au plan

La tendance à s'en tenir au plan se décrit comme la tendance à poursuivre un plan d'action initial même quand les circonstances changent et requièrent l'adoption d'un nouveau plan^{80,81,82}. Une fois qu'un plan a été établi et mis en œuvre, il devient plus difficile de reconnaître dans l'environnement des indices ou des conditions indiquant qu'un changement est nécessaire qu'il ne le serait si un plan n'avait pas déjà été établi.

Pour qu'une personne reconnaissse qu'un changement de plan s'impose et réagisse rapidement, par exemple lorsqu'un pilote constate la nécessité de dérouter vers un autre

⁷⁹ Transports Canada, lettre du chef de l'équipe technique au gestionnaire supérieur responsable d'Air Tindi Ltd. (19 janvier 2022).

⁸⁰ B. Berman et R. K. Dismukes, « Pressing the Approach », dans *Aviation Safety World*, volume 1, numéro 6 (décembre 2006), p. 28.

⁸¹ S Dekker, *Safety Differently: Human Factors for a New Era*, 2^e édition (CRC Press, 2015), p. 75.

⁸² J. Orasanu et L. Martin, « Errors in Aviation Decision Making: A Factor in Accidents and Incidents », article présenté lors de HESSD 98, Working Conference on Human Error, Safety and Systems Development, Seattle [Washington] (avril 1998), p. 102.

site d'atterrissement, elle doit percevoir des conditions comme étant suffisamment importantes pour agir immédiatement.

Les facteurs contextuels du moment sont déterminants dans la décision de poursuivre le plan ou de l'abandonner pour adopter une autre option. Deux aspects clés sont l'ordre dans lequel nous parvennent les indices sur la situation en développement et leur influence relative⁸³. Les indices situationnels et les conditions se détériorent souvent de façon graduelle et ambiguë, pas rapidement et clairement.

Avec la détérioration progressive des conditions, il existe presque toujours des indices initiaux dont l'interprétation peut suggérer que la situation est maîtrisée et peut être maintenue sans que le risque augmente⁸⁴. Cela renforce la tendance des gens à s'en tenir au plan. Souvent, les conséquences de l'abandon d'un plan sont sérieuses, p. ex. un déroutement, une approche interrompue, et des preuves solides sont nécessaires pour modifier le plan.

La recherche montre qu'au fur et à mesure que l'atteinte de l'objectif approche (p. ex. quand on approche de la destination ou on n'est qu'à une courte distance de la piste), il peut y avoir une tendance naturelle à minimiser les risques potentiels au profit de l'atteinte de l'objectif (c.-à-d., atteindre la destination)⁸⁵.

La performance humaine est axée sur les objectifs, ce qui est souvent un aspect très positif. Toutefois, la combinaison d'une sous-estimation des risques et d'un souci d'atteinte des objectifs peut contribuer à ce que les pilotes aient tendance à poursuivre le vol dans des conditions limites, en particulier si les conséquences du choix de l'autre solution (p. ex., causer des retards aux passagers) sont majeures.

Des travaux de recherche ont porté sur les mesures d'atténuation pour les situations ambiguës et incertaines dans lesquelles les pilotes ont tendance à suivre leurs plans initiaux. L'une d'entre elles prévoit que la formation sur la gestion des risques devrait apprendre aux pilotes à aller au-delà de leur évaluation initiale des risques de la situation et à rechercher d'autres points de vue, surtout lorsque la conclusion de leur évaluation initiale des risques est de poursuivre le vol⁸⁶.

Une autre mesure d'atténuation dans une telle situation consiste, pour la compagnie et le pilote, à changer leur mentalité axée sur les objectifs de manière à passer d'une approche par défaut consistant à poursuivre le vol à l'approche contraire, soit arrêter le vol lorsque les conditions sont incertaines et les repères, ambigus. Le but de cette approche est de faire

⁸³ S. Dekker, *Safety Differently: Human Factors for a New Era*, 2^e édition (CRC Press, 2015), p. 75.

⁸⁴ Ibid., p. 75 et 76.

⁸⁵ J. M. Orasanu et al., « Errors in Aviation Decision Making: Bad Decisions or Bad Luck? », article présenté lors de la Fourth Conference on Naturalistic Decision Making (mai 1998), p. 8.

⁸⁶ J. Orasanu, U. Fischer et J. Davison, « Risk Perception and Risk Management in Aviation », dans : R. Dietrich et K. Jochum (dir.), *Teaming Up: Components of Safety under High Risk* (Routledge, 2004), p. 93 à 116, dans R. Key Dismukes, *Human Error in Aviation, Critical Essays on Human Factors in Aviation series* (Routledge, 2009), p. 270.

passer la prise de décision à une évaluation adéquate des avantages ou des risques, sur le plan de la sécurité, qui sont associés au maintien ou à la modification du plan initial⁸⁷.

Une 3^e stratégie d'atténuation pour les pilotes consiste à examiner l'influence que les normes, les valeurs, les objectifs et le système de récompense de la compagnie ont sur leur propre prise de décision opérationnelle. Cet aspect est important, parce que les pilotes partagent souvent les objectifs de la compagnie et que les opérations normales et quotidiennes comportent souvent des conflits d'objectifs inhérents⁸⁸.

1.18.2.2 Le travail tel qu'il est prescrit par opposition au travail tel qu'il est accompli

Lorsque l'on cherche à comprendre le fonctionnement des organisations dans des systèmes socio-techniques complexes et à haut risque, l'un des concepts qui ont été développés pour comprendre comment les personnes accomplissent leur travail dans ces environnements dynamiques est celui du travail tel qu'il est prescrit par opposition au travail tel qu'il est accompli^{89,90,91}. Le travail tel qu'il est prescrit représente la manière dont le travail a été défini au moyen de procédures, de règlements et de processus officiels, souvent élaborés par la direction avec une contribution minime du personnel opérationnel de première ligne⁹². Cette forme de travail est très souvent considérée comme la « bonne » façon de travailler et présente habituellement l'avantage supplémentaire de faire l'objet d'une forme de processus officiel d'évaluation et d'atténuation des risques.

Le travail tel qu'il est accompli correspond à ce que les gens accomplissent réellement au quotidien en cherchant à réaliser une tâche précise tout en conciliant divers objectifs. Cela se produit souvent dans un monde non idéalisé, où le personnel, l'équipement et le temps, entre autres facteurs, sont limités. Pour atteindre les objectifs requis tout en gérant ces facteurs, diverses adaptations ont tendance à être adoptées pour maintenir le fonctionnement du système. Ce type de travail ne fait pas normalement l'objet d'une évaluation officielle des risques, mais il est façonné par les connaissances et l'expérience des personnes qui sont aux premières lignes d'une opération.

La principale raison pour laquelle il existe souvent une divergence entre ces 2 types de travail est que le travail tel qu'il est accompli est trop complexe et variable pour être

⁸⁷ Ibid.

⁸⁸ Ibid.

⁸⁹ E. Hollnagel, *Safety I and Safety II: The Past and Future of Safety Management* (2014). p. 40 et 41.

⁹⁰ S. Shorrock, *The Varieties of Human Work*, à l'adresse <https://humanisticsystems.com/05/12/2016/the-varieties-of-human-work/> (dernière consultation le 8 décembre 2025).

⁹¹ S. Dekker, *Foundations of Safety Science: A Century of Understanding Accidents and Disasters* (2019). p. 50-54.

⁹² S. Shorrock, *The Varieties of Human Work*, à l'adresse <https://humanisticsystems.com/05/12/2016/the-varieties-of-human-work/> (dernière consultation le 8 décembre 2025).

entièrement défini par des procédures, et qu'il s'écarte toujours de ces processus statiques, car il doit s'adapter à des conditions et à des facteurs variables^{93,94}.

1.18.3 Risque associé au secteur du taxi aérien au Canada

En 2019, le BST a publié le Rapport d'enquête sur une question de sécurité du transport aérien (SII) A15H0001⁹⁵. La SII a été entreprise parce qu'il y avait plus d'accidents et de pertes de vie dans le secteur du taxi aérien que dans tous les autres secteurs de l'aviation commerciale au Canada, ce qui était encore le cas au moment de l'événement à l'étude.

La SII a révélé que la plupart des pertes de vie attribuables aux accidents résulte de vols ayant commencé dans des conditions météorologiques de VMC, qui se sont poursuivis jusqu'à la perte des repères visuels et se sont soldés soit par un CFIT soit par une perte de maîtrise. Cette pratique est communément appelée « braver le mauvais temps ». L'analyse des données sur les accidents a révélé que les facteurs contributifs s'inscrivaient dans 2 grandes catégories :

- l'acceptation de pratiques non sécuritaires;
- la gestion inadéquate des dangers opérationnels.

La pratique consistant à braver le mauvais temps a une longue histoire dans le secteur du taxi aérien et a été étudiée dans le cadre de la SII et de plusieurs événements plus récents⁹⁶.

En plus, la SII cherchait à mieux comprendre les pressions auxquelles l'industrie devait faire face et les problèmes de sécurité rencontrés dans ses activités quotidiennes. Les renseignements recueillis ont été classés en 19 thèmes de sécurité qui, à la suite d'une analyse supplémentaire combinée avec d'autres données, ont mené à diverses conclusions. De ces 19 thèmes, les 9 suivants et leurs conclusions respectives sont pertinents dans le cadre de la présente enquête :

- *La technologie embarquée*⁹⁷ : si employée dans une opération, elle peut améliorer sensiblement la sécurité des activités de taxi aérien.
- *Chances de survie* : La résistance de l'aéronef à l'impact, les exposés de sécurité et l'équipement de secours sont autant de facteurs essentiels pour accroître les possibilités de survie des occupants en cas d'accident.

⁹³ E. Hollnagel, *Safety I and Safety II: The Past and Future of Safety Management* (2014), p. 40-41.

⁹⁴ S. Shorrock, *The Varieties of Human Work*, à l'adresse <https://humanisticsystems.com/05/12/2016/the-varieties-of-human-work/> (dernière consultation le 8 décembre 2025).

⁹⁵ Rapport d'enquête sur une question de sécurité du transport aérien A15H0001 du BST, *Améliorer la sécurité : Réduire les risques liés aux activités de taxi aérien au Canada* (7 novembre 2019), à l'adresse www.bst.gc.ca/fra/rapports-reports/aviation/etudes-studies/a15h0001/a15h0001.html (dernière consultation le 8 décembre 2025).

⁹⁶ Rapports d'enquête sur la sécurité du transport aérien A23P0003, A22Q0122, A19C0145, A19Q0128 et A19P0112 du BST.

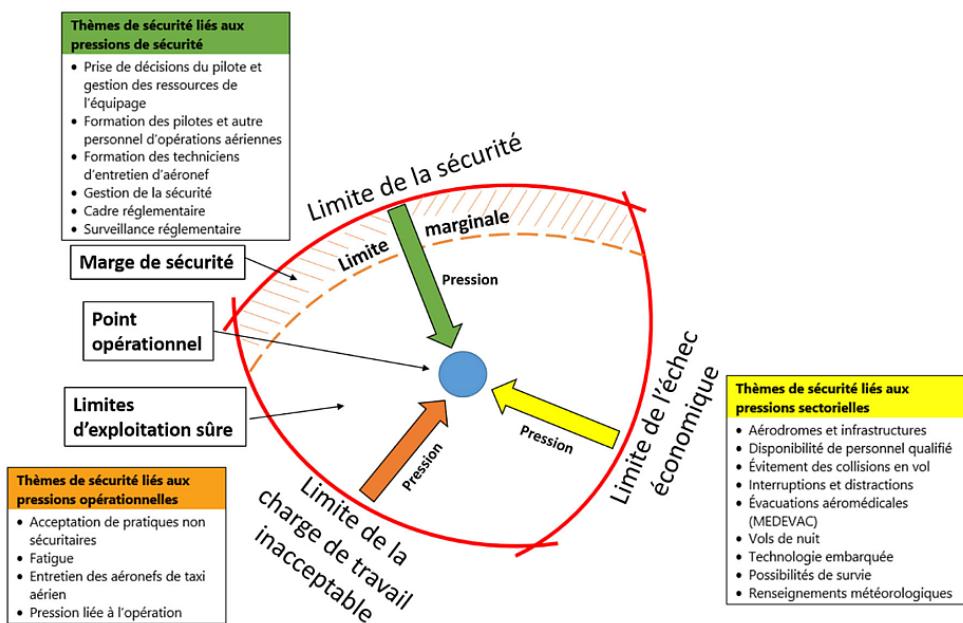
⁹⁷ La technologie embarquée fait référence aux instruments d'évitement du relief, aux avertisseurs de proximité du sol, aux enregistreurs vidéo embarqués et aux organisateurs électroniques de poste de pilotage, entre autres.

- *Acceptation de pratiques non sécuritaires* : Si les pratiques non sécuritaires ne sont pas reconnues et ne font pas l'objet de mesures d'atténuation, ou si de telles pratiques sont acceptées au fil du temps en tant que méthodes de travail « normales », le risque d'accident est augmenté.
- Les *renseignements météorologiques* sont un élément essentiel de la planification des vols. Ils permettent aux pilotes de prendre des décisions éclairées en fonction des conditions météorologiques.
- La *pression opérationnelle*, qui peut être interne et externe, y compris la pression de produire des résultats, peut influer négativement sur la sécurité.
- La *prise de décision et la gestion des ressources de l'équipage (CRM)* sont des compétences cruciales qui aident les équipages de conduite à gérer les risques associés aux opérations aériennes.
- La *gestion de la sécurité* est importante pour que les exploitants aériens puissent proactivement cerner les dangers et réduire les risques au plus bas niveau raisonnablement possible.
- *Cadre réglementaire* : Pour atteindre un niveau de sécurité acceptable, la réglementation doit suivre les progrès réalisés en aviation.
- *Surveillance réglementaire* : Un système de surveillance réglementaire rigoureux comprenant la promotion, la surveillance et le renforcement de la sécurité est essentiel pour que les exploitants aériens obtiennent le soutien dont ils ont besoin afin de gérer efficacement les risques liés à leur activité et de respecter la réglementation.

Les thèmes de sécurité qui sont ressortis des consultations auprès de l'industrie ont été intégrés dans une version adaptée du modèle des limites d'exploitation sûre élaboré à l'origine par Cook et Rasmussen⁹⁸. Ce modèle a été retenu pour illustrer l'interaction entre les thèmes de sécurité, le contexte et les pressions concurrentes inhérentes au secteur du taxi aérien (figure 8).

⁹⁸ Adapté de Cook et Rasmussen (2005) dans D. D. Woods, J. Schenk et T. T. Allen, « An Initial Comparison of Selected Models of System Resilience », dans : C. P. Nemeth, E. Hollnagel et S. Dekker (dir.), *Resilience Engineering Perspectives, Volume 2: Preparation and Restoration* (CRC Press, 2009), p. 78.

Figure 8. Modèle des limites d'exploitation sûre adapté pour le Rapport d'enquête sur une question de sécurité du transport aérien A15H0001 (Source : BST)



La nature complexe et variée du secteur du taxi aérien et l'ampleur des pressions auxquelles ces exploitants aériens font face engendrent des dangers et des facteurs de risque difficiles à gérer. Les risques liés au secteur du taxi aérien persistent depuis des décennies et résistent aux mesures d'atténuation plus traditionnelles.

1.18.3.1 Dérive organisationnelle

Selon des travaux de recherche sur la sécurité des systèmes, les accidents sont généralement le résultat d'un ensemble de facteurs, qui peut comprendre des bavures et des méprises de la part d'une personne, tout en étant influencé par des comportements organisationnels.

Une des tendances organisationnelles observées dans des systèmes complexes est une dérive vers la défaillance. Cette dérive se produit lorsque les composantes de ces systèmes complexes interagissent, évoluent et s'adaptent à de nouvelles situations d'une manière qui peut pousser les opérations vers la marge de sécurité, souvent en raison d'un manque de ressources⁹⁹.

Cette rareté des ressources exerce une pression sur les opérations, ce qui entraîne des compromis entre ce qui est rentable ou efficient et ce qui est sécuritaire. Le défi que représente la gestion de ces pressions concurrentes réside dans le déséquilibre de la rétroaction entre ces divers éléments. Il est souvent facile de mesurer les économies ou les gains d'efficience découlant d'une décision donnée, mais il est plus difficile de quantifier les

⁹⁹

S Dekker, *Drift Into Failure: From Hunting Broken Components to Understanding Complex Systems*, (2011), p. 37.

aspects de la sécurité qui ont été compromis pour atteindre ces autres objectifs¹⁰⁰. La capacité d'une organisation à continuer d'exercer ses activités face à de telles pressions peut même inspirer de la fierté.

Si ces changements opérationnels ont été suivis d'une exécution réussie, on en vient à croire encore plus que la décision était la bonne et qu'il n'y a pas eu d'incidence évidente sur la sécurité. Cependant, les réussites passées ne sont pas garantes de succès futurs, et les décisions de constamment compromettre des aspects de la sécurité de cette manière entraîneront inévitablement un changement du niveau de risque, qu'une organisation pourrait ne pas remarquer.

En outre, puisque la dérive survient de façon graduelle ou cumulative, elle n'est pas facile à détecter. De plus, la dérive du rendement organisationnel tend à être jugée en fonction du succès du plus récent changement et non de l'écart par rapport à la conception originale.

1.18.3.2 Gestion des ressources de l'équipage et gestion des menaces et des erreurs

Selon la CI 700-042 de TC, la CRM

intègre le développement de compétences techniques à la formation sur les communications et la coordination entre les membres de l'équipage, et [...] la gestion des risques opérationnels, en appliquant des concepts de gestion des menaces et des erreurs¹⁰¹.

La CI décrit ensuite la gestion des menaces et des erreurs (GME), en précisant qu'elle traite de la reconnaissance et de l'analyse des dangers potentiels, de la mise en œuvre des stratégies appropriées pour contrer les menaces ainsi que du recours à diverses mesures permettant d'éviter, de déceler ou d'atténuer les erreurs avant qu'elles n'aient des conséquences néfastes, comme un état indésirable de l'aéronef¹⁰².

La GME est un principe général de sécurité pour toutes les opérations d'aviation et comprend 3 éléments : les menaces, les erreurs et les états indésirables de l'aéronef. Le cadre de la GME repose sur le concept selon lequel les équipages de conduite doivent gérer les menaces et les erreurs comme faisant partie intégrante des opérations aériennes, car elles peuvent toutes deux potentiellement conduire à un état indésirable de l'aéronef, à partir duquel l'équipage de conduite doit prendre des mesures pour éviter une situation non sécuritaire¹⁰³.

¹⁰⁰ Ibid., p. 38 et 39.

¹⁰¹ Transports Canada, *Circulaire d'information (CI) 700-042 : Gestion des ressources de l'équipage (CRM)*, (numéro 02 : 14 mars 2020), section 2.3 Définitions et abréviations 1)k), à l'adresse https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ci_700_042.pdf (dernière consultation le 8 décembre 2025).

¹⁰² Ibid., section 4.1 Généralités (9), à l'adresse https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ci_700_042.pdf (dernière consultation le 8 décembre 2025).

¹⁰³ Ibid., Annexe E – Matériel de formation en gestion des ressources de l'équipage, section 1) Introduction, à l'adresse https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ci_700_042.pdf (dernière consultation le 8 décembre 2025).

Certains aspects d'un environnement augmentent la complexité opérationnelle. Cependant, si les équipages de conduite reconnaissent les menaces et trouvent des façons de les gérer, les erreurs peuvent être évitées. Comme on peut le lire dans la CI,

[s]i une erreur se produit, des éléments qui font déjà partie du système, comme les inspections et les vérifications opérationnelles, peuvent résister à l'erreur afin d'éviter des conséquences négatives. La personne responsable peut aussi reconnaître qu'elle a commis une erreur et la réparer rapidement¹⁰⁴.

Selon l'approche de TC, l'exploitant aérien a des responsabilités clés à assumer pour veiller à l'efficacité de la formation en CRM au sein de son organisation :

- 1) Au bout du compte, l'efficacité d'un programme de formation en CRM contemporaine dépend de la mesure dans laquelle un exploitant aérien traite la CRM en tant que partie intégrante de sa culture. La culture de sécurité de l'entreprise devrait soutenir la CRM dans toute l'organisation, et parmi les membres des équipages des aéronefs.
- 2) La formation en CRM devrait également décrire les dangers et les risques identifiés par le système de gestion de la sécurité de l'exploitant (le cas échéant).
- 3) La CRM couvre tout le personnel opérationnel et devrait inclure la familiarisation initiale, la pratique annuelle, les commentaires et le renforcement continu.
- 4) L'exploitant est entièrement responsable de toutes les activités liées à la formation du personnel que ce soit par un programme interne ou par une formation donnée par un sous-traitant¹⁰⁵.

Pour renforcer davantage l'efficacité de la CRM, les exploitants aériens devraient veiller à ce qu'elle soit intégrée à toutes les étapes de la formation. Les concepts de CRM devraient également être mis en évidence dans les listes de vérifications, les exposés, les procédures en situation anormale et d'urgence ainsi que dans d'autres domaines liés au service de ligne.

1.18.4 Liste de surveillance du BST

La Liste de surveillance du BST énumère les principaux enjeux de sécurité qu'il faut s'employer à régler pour rendre le système de transport canadien encore plus sûr.

1.18.4.1 Surveillance réglementaire

Tous les transporteurs sont responsables de gérer les risques en matière de sécurité au sein de leur organisation et dans le cadre de leurs activités. La réglementation aide les exploitants aériens en leur fournissant un cadre directeur et en stipulant certaines exigences minimales et certains niveaux minimaux de sécurité. Toutefois, bien qu'il incombe aux exploitants aériens de satisfaire à ces exigences, TC est tenu d'inspecter les

¹⁰⁴ Ibid., Annexe E – Matériel de formation en gestion des ressources de l'équipage, section 1)h)(iii)A), à l'adresse https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ci_700_042.pdf (dernière consultation le 8 décembre 2025).

¹⁰⁵ Ibid., section 6.2 Responsabilités de l'exploitant, à l'adresse https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ci_700_042.pdf (dernière consultation le 8 décembre 2025).

exploitants aériens et d'effectuer des vérifications auprès d'eux afin de s'assurer qu'ils se conforment à cette réglementation et qu'ils respectent les niveaux minimaux de sécurité.

Cependant, la surveillance exercée par TC ne parvient pas toujours efficacement à cerner les lacunes dans les processus de gestion de la sécurité au sein des entreprises et à intervenir assez tôt. De plus, on a relevé à certaines occasions un déséquilibre entre l'utilisation d'inspections classiques pour vérifier la conformité aux règlements et la vérification des processus de sécurité des entreprises pour déterminer leur bon fonctionnement.

À la suite d'un accident mortel d'hélicoptère-ambulance près de Moosonee (Ontario) en 2013¹⁰⁶, le Bureau a recommandé que

le ministère des Transports renforce ses politiques, ses procédures et sa formation en matière de surveillance, afin que la fréquence et l'objet de la surveillance et des activités de contrôle après surveillance, y compris les mesures d'application, correspondent à la capacité de l'exploitant de gérer efficacement le risque.

Recommandation A16-14 du BST

Le BST a jugé en mars 2025 que la dernière réponse de TC à cette recommandation dénotait une attention non satisfaisante. Plus précisément, la réponse de TC ne donne pas de cadre clair sur la façon dont il entend s'assurer que la fréquence et l'objet de la surveillance (c.-à-d. au niveau des systèmes ou au niveau des processus) et des activités après surveillance, y compris les mesures d'application, correspondent à la capacité de l'exploitant aérien de gérer efficacement le risque¹⁰⁷.

MESURES À PRENDRE

L'enjeu de la **surveillance réglementaire dans le transport aérien** demeurera sur la Liste de surveillance jusqu'à ce que TC démontre que son cadre de surveillance permet

- de cerner les situations de non-conformité;
- de garantir la prise de mesures correctrices rapides pour les situations de non-conformité et pour toute lacune liée à la sécurité mise en lumière;
- de confirmer que les exploitants peuvent gérer efficacement la sécurité de leurs opérations.

Il est essentiel de répondre de manière satisfaisante à la recommandation A16-14 du BST pour atteindre ces objectifs.

¹⁰⁶ Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A13H0001 du BST.

¹⁰⁷ Recommandation A16-14 du BST : Surveillance de l'aviation commerciale au Canada : politiques, procédures et formation, à l'adresse <https://www.tsb.gc.ca/fra/recommendations-recommendations/aviation/2016/rec-a1614.html> (dernière consultation le 8 décembre 2025).

2.0

ANALYSE

L'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. L'enquête n'a pas révélé de problèmes médicaux ou physiologiques chez les membres d'équipage de conduite. L'analyse portera sur les facteurs organisationnels, humains et opérationnels qui ont contribué à l'événement.

L'analyse portera principalement sur la culture de sécurité à Air Tindi Ltd. (Air Tindi) et son incidence sur la décision de l'équipage de conduite de décoller et de poursuivre les vols, sur l'utilisation d'approches aux instruments improvisées, sur l'utilisation de systèmes de positionnement mondial (GPS) et sur le système d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS). L'analyse portera également sur les enjeux liés à la surveillance des opérations par la compagnie, à la surveillance de ces opérations par Transports Canada (TC) et aux lignes directrices de TC sur l'utilisation des dispositifs électroniques à bord, comme les organisateurs électroniques de poste de pilotage (OEPP). Elle portera également sur les aspects de cet événement liés à la survie.

2.1

Air Tindi Ltd.

2.1.1

La décision de décoller et de poursuivre le vol

L'enquête a permis de déterminer que si les conditions météorologiques à l'aéroport de Yellowknife (CYZF) étaient conformes aux conditions météorologiques de vol à vue (VMC), il était pratique courante à Air Tindi pour les pilotes de Twin Otter effectuant des opérations hors-piste de quitter l'aéroport selon les règles de vol à vue (VFR), quelles que soient les conditions météorologiques à la destination. Les destinations desservies par des atterrissages hors-piste ne disposent pas d'approches aux instruments, de sorte que les pilotes doivent effectuer les arrivées et les approches à vue. À l'extérieur de CYZF, il y a peu de stations d'observation météorologique dans les environs, et les prévisions météorologiques sont limitées. Cela a mené les pilotes à tenter des vols si la météo au point de départ était propice aux vols VFR.

Étant donné que les prévisions indiquaient que les conditions météorologiques resteraient VMC à CYZF, l'équipage de conduite était probablement moins préoccupé par les conditions météorologiques à la destination, car il supposait qu'il pourrait toujours revenir à CYZF s'il rencontrait des conditions météorologiques en dehors de son niveau de confort opérationnel. L'aéronef a quitté CYZF en vol VFR pour la 1^{re} étape de vol de la journée et, une fois sorti de la zone de contrôle, a monté à travers des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) pour profiter de vents plus favorables. L'enquête a permis d'établir que cette pratique de monter à travers des IMC pendant un vol VFR une fois sorti de la zone de contrôle de CYZF était également courante à Air Tindi.

À divers moments au cours de la 1^{re} étape de vol de la journée, de même qu'au début du vol à l'étude (2^e étape de vol), l'équipage de conduite a relevé les conditions météorologiques difficiles; toutefois, il n'a jamais estimé que la menace posée par les conditions météorologiques était telle qu'il ne pourrait pas mener à bien le vol. À mesure que l'aéronef

se rapprochait de sa destination, il devenait de plus en plus improbable que l'équipage de conduite interrompe le vol et retourne à CYZF, car il sous-estimait le risque en vue d'atteindre l'objectif.

Dans le Rapport d'enquête sur une question de sécurité du transport aérien (SII) A15H0001 du BST, il a été déterminé que l'expérience antérieure de vols réussis dans de mauvaises conditions météorologiques renforçait cette pratique parmi les pilotes.

Cela découle de la façon dont les pilotes exerçant des activités de taxi aérien interprètent les risques lorsqu'ils décident d'entreprendre et de poursuivre un vol donné. Compte tenu de la plus grande complexité de ces opérations et, par extension, de la multitude de facteurs qu'un pilote ou un équipage de conduite donné doit prendre en considération avant de décider de décoller ou non, il s'ensuit naturellement que les pilotes adoptent un seuil de tolérance au risque plus élevé afin d'exercer leurs activités avec succès dans ce secteur.

Lorsque les pilotes du secteur des taxis aériens ajustent leur seuil de tolérance au risque, les résultats positifs obtenus lorsqu'ils ont mené leurs activités dans de mauvaises conditions VFR produisent un déséquilibre de la rétroaction qui influe sur la prise de décision future. Il est souvent facile de mesurer les économies ou les gains d'efficience découlant d'une décision donnée, mais il est plus difficile de quantifier les aspects de la sécurité qui ont été compromis pour atteindre ces autres objectifs. Si ces changements opérationnels ont été suivis d'une exécution réussie, c.-à-d. que le vol a atteint sa destination sans anicroche, cela renforce la conviction que la décision était la « bonne » et qu'il n'y a pas eu d'incidence évidente sur la sécurité.

Cependant, les réussites passées ne sont pas garantes de succès futurs, et les décisions de constamment compromettre des aspects de sécurité de cette manière entraîneront inévitablement un changement du niveau de risque posé par une opération en particulier. Les organisations peuvent ne pas s'en rendre compte si leurs mécanismes de surveillance ne sont pas suffisamment sensibles pour détecter au fil du temps cette dérive par rapport aux procédures d'exploitation normalisées (SOP) ou aux lignes directrices présentées dans leurs manuels d'exploitation.

La longue expérience du commandant de bord de l'événement à l'étude dans le secteur des taxis aériens a probablement modifié sa perception du risque au fil du temps, l'amenant à adopter un seuil de tolérance au risque plus élevé pour les limites météorologiques. Cela l'a rendu confiant quant à la possibilité de mener à bien les vols de la journée malgré les conditions météorologiques difficiles, ce qui a contribué à la décision d'effectuer le vol et de tenter d'atterrir au lac de Gras.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

La décision de l'équipage de conduite de décoller pour les vols de la journée et de poursuivre le vol à l'étude dans des conditions météorologiques qui se détérioraient a été influencée à la fois par les expériences antérieures réussies de l'équipage de conduite dans

des conditions similaires et par la tendance à s'en tenir au plan, ce qui a conduit à une perception réduite des risques associés à la poursuite de ce vol VFR en IMC.

2.1.2 Approches aux instruments improvisées

Lorsque l'aéronef est arrivé dans la région, l'équipage de conduite n'a d'abord pas été en mesure de déterminer sa position par rapport au camp routier sans l'aide de ses OEPP, et il a décidé d'utiliser une approche aux instruments improvisée pour mener le vol à terme. L'approche VFR conçue par la compagnie fournissait le guidage dont l'équipage de conduite avait besoin pour trouver le camp routier. Au cours des tentatives d'atterrissage au camp routier du lac de Gras, l'équipage de conduite a systématiquement repéré à vue le camp routier à une distance de $\frac{1}{2}$ mille marin (NM).

Au cours de la 2^e approche, l'équipage de conduite a effectué une orbite afin de déterminer le cap à suivre pour exécuter une approche aux instruments improvisée. Après avoir déterminé le cap, l'équipage de conduite a repositionné l'aéronef sans compenser les vents forts de l'ouest. Le vol selon un cap ne fournit pas de renseignements sur la position latérale; ainsi, même si l'aéronef était orienté dans la bonne direction, il ne se trouvait pas à la position prévue par l'équipage de conduite. L'équipage a donc amorcé l'approche aux instruments improvisée alors que l'aéronef se trouvait à $\frac{1}{2}$ NM au sud de la trajectoire qu'il avait prévu suivre pour atteindre la bande d'atterrissage improvisée sur le lac gelé. Tout au long de cette procédure, l'équipage de conduite n'était pas conscient de sa position par rapport au camp routier, que le premier officier (le pilote surveillant) n'a reconnu à l'aide de l'OEPP qu'une fois que l'aéronef avait amorcé une approche finale courte vers une partie non prévue du lac.

Pour l'approche finale vers le lac de Gras, l'équipage de conduite a établi une nouvelle trajectoire à suivre à l'aide du GPS et a amorcé une approche aux instruments improvisée jusqu'à une hauteur de 50 pieds au-dessus du sol (AGL). Lors des 3 tentatives d'atterrissage au camp routier, l'aéronef a descendu en IMC jusqu'à des altitudes inférieures à celles définies dans les procédures d'approche de précision classiques. Contrairement aux approches aux instruments certifiées, les approches aux instruments improvisées n'intègrent pas de marge de franchissement du relief garantie.

L'aéronef était piloté à une hauteur de moins de 50 pieds AGL dans des IMC pendant l'approche finale. Compte tenu de la faible visibilité due à la chasse-neige élevée et à l'environnement de faible contraste, l'équipage de conduite n'a aperçu la colline dans le pare-brise que 2 secondes environ avant l'impact. Bien que l'équipage de conduite ait tenté d'éviter la colline en mettant les moteurs à pleine puissance et en amorçant un cabrage, l'impact avec le relief était inévitable.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Alors qu'il exécutait une approche aux instruments improvisée dans une zone où la visibilité était réduite, l'équipage de conduite a descendu intentionnellement à moins de 50 pieds

AGL sans repère visuel suffisant par rapport à la surface, et l'aéronef a heurté un relief descendant.

Au cours de l'enquête, les enquêteurs du BST se sont entretenus avec 11 pilotes de Twin Otter d'Air Tindi au sujet de la prévalence de diverses approches aux instruments improvisées dans les opérations. La majeure partie de ces pilotes avaient exécuté des approches aux instruments improvisées à des altitudes inférieures aux altitudes de sécurité prévues par les règles de vol aux instruments (IFR). Les pilotes étaient généralement d'avis qu'étant donné que le relief au nord de Yellowknife est relativement plat et que les obstacles sont rares, la marge était suffisante pour permettre une descente sécuritaire jusqu'à 500 pieds AGL.

Cette façon de penser était renforcée par la disponibilité des renseignements sur la position de l'aéronef dans un poste de pilotage moderne. Même s'ils ne sont pas certifiés pour les vols IFR, les OEPP équipés d'un GPS fournissent des renseignements extrêmement précis sur la position pendant le vol, qui peuvent être superposés aux renseignements sur le relief. Grâce à ces renseignements sur la position et aux renseignements en temps réel sur la hauteur au-dessus du relief affichés sur les radioaltimètres, les pilotes se sentaient à l'aise de créer leurs propres enveloppes de sécurité en dehors de la réglementation en vigueur.

Fait établi quant aux risques

Le fait de piloter un aéronef en IMC à des altitudes inférieures aux minimums établis pour le vol IFR augmente le risque d'impact sans perte de contrôle (CFIT).

2.1.3

Systèmes de positionnement mondial

À Air Tindi, les pilotes utilisent l'application Foreflight Mobile (ForeFlight), une application GPS disponible sur leurs OEPP, comme principal outil d'aide à la navigation pendant les opérations, tant en vol qu'au sol. Même si la capacité de navigation à l'aide de l'OEPP est en place depuis un certain temps, la formation et les procédures relatives aux OEPP à Air Tindi sont principalement axées sur la gestion des dispositifs (niveaux de pile acceptables, mise à jour des logiciels, gestion des feuilles de percée pour le vol, etc.). Air Tindi ne fournit aucune formation ni ligne directrice sur la façon dont elle s'attend à ce que les pilotes utilisent ou intègrent le GPS et les fonctions de navigation auxiliaires disponibles dans ForeFlight à leur prise de décision en vol.

L'utilisation des OEPP comme principale source de directives de navigation pour le vol en IMC n'est pas une procédure normalisée; elle n'a fait l'objet d'aucune évaluation officielle des risques par Air Tindi ou Transports Canada, et, plus important encore, elle n'est pas permise par la réglementation en vigueur. De plus, cette pratique peut mener à des comportements risqués, comme celui de « braver le mauvais temps », ainsi qu'à d'autres actions qui contreviendraient au *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) en ce qui concerne les vols IFR et VFR. Il en découle un risque pour la sécurité qui n'est pas encore défini lorsque les pilotes utilisent les puissantes fonctions mises à leur disposition par ForeFlight sur l'OEPP afin de gérer des conditions météorologiques difficiles et d'augmenter leurs chances d'atteindre leur destination.

Il est important de reconnaître l'incidence positive importante qu'un OEPP, et plus particulièrement sa fonctionnalité GPS, a eue sur la conscience de la situation et sur la prise de décision dans les opérations hors-piste visées par la sous-partie 703 (Exploitation d'un taxi aérien) du RAC. Dans un secteur qui a traditionnellement souffert d'une insuffisance et d'une absence de renseignements à bien des égards, l'accès à des cartes plus détaillées, à des renseignements en temps réel sur la position et à une multitude d'autres fonctions de navigation peut améliorer considérablement la sécurité dans des contextes opérationnels normaux et d'urgence. Le risque posé par une application comme ForeFlight dans ce contexte est qu'un outil doté de fonctions très puissantes visant à améliorer la prise de décision et la conscience de la situation des pilotes a été introduit dans un environnement dynamique sans aucune contrainte quant à la manière d'intégrer sans danger cette technologie dans le poste de pilotage.

Pendant le vol à l'étude, l'équipage de conduite se fiait souvent aux OEPP comme principale source de directives de navigation. La capacité de prolonger les axes de surfaces d'atterrissement potentielles, la disponibilité de renseignements sur la circulation aérienne et l'affichage de cartes mobiles géoréférencées sont tous des éléments qui ont rendu l'équipage de conduite plus à l'aise de voler dans des conditions météorologiques qui se détérioraient.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

La dépendance excessive de l'équipage de conduite vis-à-vis les OEPP pour la conscience de la situation a contribué à sa décision de poursuivre le vol à vue en IMC.

Fait établi quant aux risques

Si les exploitants aériens ne fournissent pas de lignes directrices officielles sur l'utilisation des procédures d'approche VFR établies par la compagnie, il existe un risque que les équipages de conduite utilisent ces approches en IMC et augmentent ainsi le risque de CFIT.

2.1.4 Systèmes d'avertissement et d'alarme d'impact

Les TAWS sont conçus pour être utilisés là où la majeure partie des aéronefs sont exploités : de piste à piste. Bien que ces systèmes fournissent des avertissements de relief au cours des opérations hors-piste, ils émettent également des avertissements lorsqu'on atterrit intentionnellement à un endroit où il n'y a pas de piste ou d'aérodrome. Ces avertissements sont conçus pour être difficiles à ignorer. Les pilotes sont formés pour réagir aux avertissements du TAWS en IMC sans réfléchir ni vérifier la validité de l'avertissement; cependant, dans le cas de vols VFR, les pilotes pourraient ne pas donner suite à l'avertissement s'ils connaissent le relief et l'ont en vue.

Au cours des opérations hors-piste, le fait que les avertissements du TAWS sont destinés à attirer l'attention des pilotes fait en sorte que ces avertissements constituent eux-mêmes une distraction pendant les manœuvres d'atterrissement à vue. Étant donné que l'atterrissement constitue l'une des étapes les plus critiques du vol, surtout pendant les opérations hors-piste, les pilotes d'Air Tindi désactivaient le TAWS avant d'amorcer une approche VFR en vue d'atterrir.

Au cours du vol à l'étude, l'équipage de conduite était au courant des conditions météorologiques défavorables et ne voulait pas que les avertissements du TAWS viennent ajouter à sa distraction pendant l'approche d'atterrissement VFR à venir. Ainsi, l'équipage de conduite a désactivé le TAWS lors de la montée après le départ de CYZF, pendant le 1^{re} étape de vol de la journée. Le TAWS n'a jamais été réactivé, même si diverses étapes de vol ont été effectuées en IMC.

Fait établi quant aux risques

La désactivation intentionnelle du TAWS de l'aéronef élimine une mesure de protection essentielle conçue pour avertir les pilotes d'un CFIT imminent.

2.1.5 Surveillance inefficace des opérations

L'un des signes qu'il règne une culture de sécurité positive au sein d'une organisation est le fait que la philosophie, les politiques, les procédures et les pratiques de la compagnie sont harmonisées. Même si la philosophie, les politiques et les procédures d'Air Tindi étaient rigoureuses et harmonisées, les pratiques au moment de l'événement ne l'étaient pas. La compagnie n'évaluait pas la façon dont les pratiques étaient mises en œuvre au quotidien par rapport à sa philosophie énoncée, à ses politiques écrites et à ses procédures élaborées.

Les mécanismes actuellement en place à Air Tindi pour assurer ou améliorer le respect des politiques et procédures opérationnelles sont le programme de formation, les contrôles de compétence du pilote, un registre des dangers, les vérifications de compétence en ligne, un programme d'assurance de la qualité des opérations aériennes (AQOA) et l'auto-signalement par l'intermédiaire du système de gestion de la sécurité (SGS). Ces mécanismes n'ont pas permis de détecter ni de gérer la pratique non sécuritaire des pilotes consistant à utiliser des dispositifs GPS pour créer et exécuter des approches IFR non certifiées, ainsi que celle consistant à poursuivre des vols VFR en IMC.

Le manuel d'exploitation d'Air Tindi contient des procédures qui précisent les limites météorologiques que les pilotes doivent respecter lorsqu'ils effectuent des vols. Comme l'a démontré l'événement à l'étude, malgré ces lignes directrices, il existe toujours une pratique qui consiste à tenter d'effectuer les vols même lorsque les conditions météorologiques sont égales ou inférieures à ces limites. Il existe donc un écart entre les procédures établies par Air Tindi en matière de limites météorologiques et les pratiques exécutées par les pilotes.

L'une des limites de l'approche de surveillance d'Air Tindi est qu'il existait peu de mécanismes permettant d'avoir une idée nette de la manière dont les aéronefs sont pilotés par rapport aux SOP de l'organisation. L'un des mécanismes de surveillance utilisés par Air Tindi est la vérification de compétence en ligne des pilotes. Cette vérification offre un aperçu limité des opérations, car elle n'est pas réalisée souvent (environ une fois par année), elle a tendance à se concentrer sur les pilotes les moins expérimentés de la compagnie plutôt que sur les pilotes les plus expérimentés, et le rendement du pilote pendant la vérification de compétence en ligne peut être influencé par la simple présence d'un pilote vérificateur.

Bien qu'Air Tindi dispose d'un SGS, les pratiques non sécuritaires étaient acceptées par les pilotes et considérées comme faisant partie du travail normal; ces pratiques n'ont jamais déclenché de rapport dans le SGS ni de mesures plus importantes de la part de la direction de la compagnie pour régler les enjeux.

Bien qu'Air Tindi eût créé un registre des dangers, le danger associé à la poursuite des vols VFR dans des conditions IMC n'était pas un danger consigné qui était suivi ou géré officiellement. Le risque posé par la façon dont l'utilisation des outils GPS dans les OEPP influent sur la prise de décision en vol n'est pas non plus mentionné dans le registre.

Le concept des limites d'exploitation sûre présenté par le BST dans son SII sur les activités de taxi aérien explique comment le fait que les activités d'Air Tindi soient soumises à des pressions sectorielles et opérationnelles a conduit à l'adoption de pratiques non sécuritaires. Les pressions en matière de sécurité qui auraient normalement dû contrebalancer les pressions opérationnelles se sont avérées inefficaces dans le contexte de l'événement à l'étude, et ce, pour les raisons suivantes :

- Les pilotes d'Air Tindi ont accepté des pratiques non sécuritaires comme faisant partie de leur travail normal et ne perçoivent donc plus les risques liés à ces pratiques. Cette façon de travailler s'était normalisée au fil du temps, en l'absence de conséquences particulières indiquant qu'il s'agit d'une approche non sécuritaire et inefficace pour gérer les diverses pressions auxquelles les pilotes font face lorsqu'ils travaillent pour un exploitant aérien visé par la sous-partie 703 (Exploitation d'un taxi aérien) du RAC.
- La formation n'a aucune incidence sur ces pratiques qui ne sont pas des procédures officialisées. Ces pratiques sont plutôt apprises et répandues par l'apprentissage opérationnel informel pendant les vols.
- La surveillance exercée par la compagnie était également devenue insensible au risque que posaient ces pratiques, car celles-ci n'étaient utilisées qu'au niveau opérationnel (pendant les vols) et n'étaient pas directement observées par la direction de la compagnie; il était donc difficile de savoir exactement dans quelle mesure elles s'étaient répandues. Cependant, cette insensibilité a également créé un déséquilibre de rétroaction, les pratiques étant tacitement approuvées en l'absence de preuve claire indiquant que les marges de sécurité avaient été réduites.
- La surveillance réglementaire n'est pas non plus suffisamment sensible pour détecter cette dérive par rapport aux SOP, car l'approche de TC en matière de surveillance réglementaire est davantage axée sur la conformité des processus documentés (p. ex. les SOP, le manuel du SGS) avec le cadre réglementaire que sur la façon dont les processus sont suivis au quotidien. Cet enjeu sera examiné plus à fond dans la section suivante consacrée à la surveillance réglementaire.

Il en est résulté une augmentation progressive, mais non détectée du risque au fil du temps, étant donné que les pratiques non sécuritaires ne sont pas détectées et ne sont donc pas corrigées. Cette dynamique sous-jacente explique également, du moins en partie, les accidents survenus dernièrement à Air Tindi. Les enquêtes précédentes du BST sur les

accidents d'Air Tindi ont mis en évidence des pratiques non sécuritaires, comme décoller alors que de l'équipement essentiel à la sécurité ne fonctionnait pas entièrement, cesser progressivement d'utiliser les listes de vérifications, ainsi qu'accepter des dérogations aux procédures publiées que les mécanismes de surveillance de la compagnie étaient incapables de détecter avant qu'elles ne contribuent à un événement. Les pressions sectorielles et opérationnelles qui ont conduit à l'adoption de ces pratiques non sécuritaires pousseront toujours les opérations vers la limite de sécurité définie dans le concept des limites d'exploitation sûre, et si la compagnie n'a pas les moyens de détecter l'écart entre les procédures et la pratique, le risque que des accidents comme celui-ci surviennent subsistera.

Air Tindi dispose d'un ensemble complet de SOP et de lignes directrices dans son FOM concernant la gestion des ressources de l'équipage et la gestion des menaces et des erreurs; toutefois, quel que soit le niveau de formation ou de lignes directrices fourni par la compagnie, même les programmes les plus solides de gestion des menaces et des erreurs et de gestion des ressources de l'équipage seront inefficaces si la culture de la compagnie permet et accepte l'utilisation de pratiques non sécuritaires et les dérogations aux procédures. Les moyens administratifs de défense contre les risques ne sont efficaces que s'ils sont utilisés tels qu'ils ont été conçus. Une divergence entre les procédures de la compagnie et les pratiques des pilotes indique une culture de sécurité affaiblie.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Les mécanismes de surveillance employés par Air Tindi n'ont pas pu détecter la dérive par rapport aux SOP, et les dérogations par les pilotes, y compris l'exécution d'approches aux instruments improvisées en IMC, n'ont pas été corrigées.

Même si l'aéronef à l'étude était équipé d'un dispositif capable d'enregistrer les données de vol, Air Tindi n'avait pas établi de programme de suivi des données de vol, et la réglementation ne l'exigeait pas. Ces programmes permettent de cerner les problèmes associés au respect des SOP, à la prise de décisions par les pilotes et au respect des limites des aéronefs. Les compagnies peuvent ainsi gérer de manière proactive les risques opérationnels touchant les vols avant qu'un accident ne se produise. Malgré les difficultés intrinsèques de la surveillance des données de vol dans les opérations assujetties à la sous-partie 703 du RAC, même une capacité d'enregistrement de données rudimentaires dans un aéronef permet d'extraire et d'analyser des données précieuses. Si les exploitants aériens qui disposent de méthodes de suivi des données de vol ne surveillent pas activement leurs opérations aériennes, ils pourraient manquer une occasion de détecter les dérives vers des pratiques non sécuritaires, ce qui augmente le risque pour les pilotes et les passagers.

Fait établi quant aux risques

Si les exploitants aériens n'utilisent pas les capacités de surveillance des données de vol dont ils disposent, ils peuvent manquer des occasions de veiller à l'efficacité et au respect des procédures publiées, ce qui augmente le risque d'accident.

2.2 Cadre réglementaire

2.2.1 Surveillance d'Air Tindi Ltd. par Transports Canada

La surveillance réglementaire est particulièrement difficile à assurer dans le secteur du taxi aérien. Il y a des centaines d'exploitants aériens pour différents types d'opérations : hydravions, hélicoptères et avions terrestres; aéronefs monomoteurs et multimoteurs; vols VFR et vols IFR. Toutes ces opérations se déroulent dans différents types d'environnements dangereux.

La surveillance de TC vise à garantir que les exploitants aériens sont capables de gérer les risques inhérents à leurs activités, que les mesures visant à améliorer la sécurité permettent de cerner les dangers et d'atténuer les risques de manière efficace, que les cas de non-respect des règlements soient résolus rapidement et que des mesures correctives soient prises.

Avant l'événement à l'étude, la surveillance exercée par TC à l'endroit d'Air Tindi comprenait diverses inspections de processus prévues en 2022 et 2023, ainsi que des inspections de processus réactives à la suite d'accidents survenus en 2019 et 2021. Ces 4 inspections ont donné lieu à 3 constatations et à 8 observations.

L'approche actuelle de TC en matière de surveillance est fortement axée sur l'évaluation des processus documentés des exploitants aériens, ce qui laisse une lacune potentielle quant à l'évaluation de la façon dont les aéronefs sont pilotés au quotidien. Le risque que comporte cette approche est que très souvent, et comme dans d'autres systèmes complexes, il existe un écart entre le travail tel qu'il est prescrit, qui a été défini dans des processus et des procédures, et le travail tel qu'il est accompli par le personnel de première ligne.

Le travail tel qu'il est prescrit a tendance à offrir une version simplifiée et idéalisée de la façon dont le travail devrait être accompli, avec des conditions systémiques présumées (p. ex. personnel, équipement, temps) plus optimales que celles qu'on constate dans la pratique. Par conséquent, le travail tel qu'il est accompli aura tendance à afficher un écart et une dérive par rapport au travail prescrit, du fait que le personnel de première ligne tente de répondre aux pressions sectorielles et opérationnelles.

Cette adaptation représente généralement une source importante de succès pour les exploitants aériens qui tentent de gérer les réalités de l'exploitation d'une entreprise dans un environnement complexe et dynamique. Cependant, lorsqu'un incident ou un accident se produit, cette incohérence a tendance à être mise en évidence comme la raison pour laquelle les choses se sont mal passées, sans que l'on cherche vraiment à comprendre pourquoi, déjà, elles étaient faites ainsi. Il ne faut pas en déduire que tout le travail tel qu'il est accompli doit être considéré comme la « mauvaise façon », mais seulement qu'il est

compréhensible que ce type de pratiques voie le jour, compte tenu des pressions exercées sur le personnel de première ligne. Le risque posé par ces pratiques et adaptations non documentées est qu'elles n'ont fait l'objet d'aucune évaluation officielle des risques, et que le risque qui en résulte pour l'exploitation est donc inconnu.

La surveillance exercée par TC est efficace pour déterminer la conformité documentée avec divers règlements, mais possède une capacité limitée à découvrir les écarts entre les processus et les procédures documentés, d'une part, et les comportements en vol quotidiens, d'autre part. La gestion d'une grande partie de cette responsabilité incombe à l'exploitant aérien. Toutefois, comme le souligne la section précédente, cette surveillance interne peut être difficile pour les exploitants aériens, en particulier dans un environnement où les ressources sont plus limitées, comme c'est le cas dans le secteur du taxi aérien.

De plus, comme l'ont indiqué la recommandation A16-14 du BST et les évaluations des réponses de TC à cette recommandation depuis qu'elle a été émise en 2016, la simple vérification de la conformité réglementaire dans une partie d'une organisation ne garantit pas que les exploitants d'aviation commerciale sont en mesure de gérer efficacement la sécurité au sein de leur organisation. TC doit également confirmer que les exploitants aériens sont en mesure de gérer efficacement la sécurité, qu'ils disposent ou non d'un SGS

Fait établi quant aux risques

Au moment d'évaluer la conformité avec la réglementation, l'approche en matière de surveillance qu'emploie actuellement TC repose fortement sur l'examen des processus documentés d'un exploitant aérien plutôt que sur l'observation des opérations. Il est donc difficile pour TC de détecter les écarts par rapport à la réglementation en vigueur, ce qui peut réduire les marges de sécurité à des niveaux inacceptables.

D'autres approches disponibles qui pourraient être mieux adaptées à la détection de ces lacunes pourraient être intégrées aux inspections axées sur les processus de TC. La tentative des inspecteurs de TC d'adopter une approche différente de l'inspection réactive menée à la suite d'un accident d'Air Tindi survenu en 2021¹⁰⁸ en témoigne.

Après l'événement de 2021, les inspecteurs régionaux de TC ont reconnu que l'approche habituelle ne serait guère efficace pour cerner les enjeux de sécurité sous-jacents qui contribuaient aux événements récurrents à Air Tindi. Leur travail a mis au jour certains des facteurs sous-jacents qui étaient présents dans l'événement de 2023, bien que dans un contexte différent, comme la dérive par rapport aux SOP, les conséquences d'un gradient d'expérience élevé dans les postes de pilotage des Twin Otter et la pression que les équipages s'imposaient eux-mêmes pour mener à bien les vols.

Une approche en matière de surveillance réglementaire qui met fortement l'accent sur l'audit des processus et des procédures documentés ne donnera qu'une image incomplète de la façon dont les compagnies gèrent la sécurité dans leurs opérations, surtout dans un contexte où les opérations ont naturellement tendance à dériver vers la limite de sécurité

¹⁰⁸ Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A21W0098 du BST.

au fil du temps sous l'effet des pressions sectorielles et opérationnelles inhérentes à ces opérations.

Fait établi quant aux risques

Si, à la suite d'une surveillance réglementaire, les exploitants aériens sont uniquement tenus de donner suite aux constatations de non-conformité réglementaire et ne sont pas tenus de donner suite aux observations concernant la non-conformité avec leurs propres manuels, programmes, systèmes, processus et procédures ou avec les normes de sécurité publiées de l'industrie, il existe un risque que les lacunes de sécurité relevées au cours de la surveillance persistent.

2.2.2 Lignes directrices de Transports Canada sur les organisateurs électroniques de poste de pilotage

Dans la CI 700-020, TC indique que l'utilisation de la position propre fournie par les applications GPS des OEPP sert uniquement à améliorer la conscience de la situation et ne doit pas être utilisée pour la navigation principale. Toutefois, les lignes directrices figurant dans la CI 700-020 ne sont pas actuellement représentatives des fonctions disponibles dans les applications GPS et de leur capacité à être intégrées aux instruments de vol, créant ainsi une suite d'outils plus avancés qui permettent aux pilotes de disposer d'une fonctionnalité plus avancée de conscience de la situation.

Lorsque la CI 700-020 a été publiée en 2018, elle harmonisait les lignes directrices canadiennes avec celles de la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis et de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). La circulaire s'appuyait sur les travaux déjà réalisés par ces organisations afin de définir plus clairement les lignes directrices relatives à une technologie en pleine croissance, en cherchant surtout à simplifier les diverses catégories de matériel disponibles et leurs applications les mieux adaptées.

Les exploitants aériens ont rapidement mis en œuvre cette nouvelle technologie et ses avancées constantes afin de soutenir leurs opérations. Même si, au moment d'élaborer cette circulaire d'information sur les OEPP, on a pu envisager la possibilité que ces outils finissent par influencer la prise de décision des pilotes, l'utilisation de certaines fonctions de navigation avancées désormais offertes par les OEPP et leur intégration à la prise de décision des pilotes se sont accélérées beaucoup plus rapidement et de manières inattendues pour TC.

Il n'y a donc aucune ligne directrice de TC concernant les fonctions plus avancées disponibles dans les applications GPS des OEPP, et, en l'absence de telles lignes directrices, les pratiques informelles qui augmentent potentiellement les risques pour la sécurité continuent de se propager. Des recherches supplémentaires sur cette question doivent être menées pour comprendre dans quelle mesure cette nouvelle technologie a influé sur la prise de décision des pilotes et pour élaborer des lignes directrices adéquates qui mettent en évidence les moyens les plus sûrs d'intégrer cet outil décisionnel.

Fait établi quant aux risques

Si la réglementation ou les lignes directrices réglementaires tardent à s'adapter aux changements technologiques qui ont une incidence sur des domaines opérationnels critiques, il y a un risque que cette technologie soit utilisée d'une manière qui compromette la sécurité de l'exploitation des aéronefs.

2.3

Chances de survie

Du fait de la vitesse d'approche relativement faible du Twin Otter et du fort vent contraire lors de la dernière tentative d'atterrissement, tous les occupants ont survécu à l'impact avec la colline. Pendant la séquence d'impact, les casques d'écoute des pilotes ont été endommagés au point de devenir inutilisables. Le téléphone satellite à bord nécessitait l'utilisation d'un casque d'écoute. Par chance, dans cet événement, un passager avait un téléphone satellite personnel dans ses bagages, qui a été utilisé pour signaler la situation à Air Tindi et, par la suite, pour tenir les occupants informés de la mission de sauvetage en route vers le lieu de l'accident.

Une fois qu'il a été établi qu'il n'y avait pas de décès, le contenu de la trousse de survie à bord est devenu essentiel à la survie. L'équipement de survie doit permettre de créer un abri, de se nourrir et de se réchauffer. La compagnie croyait que la trousse de survie à bord de l'aéronef à l'étude répondait aux exigences du RAC, selon son interprétation. Le caractère général des règlements écrits permet aux exploitants aériens d'adapter l'équipement de survie aux besoins de leurs opérations particulières, plutôt que d'adopter une approche universelle. Il incombe donc à l'exploitant aérien de s'assurer que l'équipement de survie à bord est suffisant pour ses opérations.

L'abri prévu dans la trousse de survie prenait la forme de deux bâches de 9 pieds sur 12 pieds. De plus, l'aéronef était équipé d'une petite tente à bord. La bâche ne peut servir d'abri que si l'environnement offre des supports adéquats pour servir de structure. Dans les opérations menées au nord de la limite forestière, et en particulier en hiver, il y a très peu d'éléments pouvant servir de supports pour la bâche et ainsi permettre de construire un abri. De plus, étant donné que les bâches ne sont pas isolées, tout abri construit à partir de celles-ci serait extrêmement difficile à chauffer à une température offrant des chances de survie pendant un hiver arctique moyen. La tente qui se trouvait à bord n'était pas assez grande pour abriter toutes les personnes à bord, et les occupants ont eu beaucoup de mal à la monter dans le vent. Le commandant de bord a fabriqué une porte de fortune avec les bâches des moteurs de l'aéronef afin de protéger les passagers qui, en raison de leurs blessures, ne pouvaient pas sortir de l'aéronef.

Pour fournir de la chaleur, la trousse de survie contenait des bougies et des allumettes, toutes deux insuffisantes pour fournir suffisamment de chaleur dans une situation de survie dans l'Arctique. Le commandant de bord a allumé une bougie dans l'aéronef pour tenter de fournir un peu plus de chaleur et a déclaré que cela n'avait probablement pas eu d'effet perceptible sur la température à l'intérieur de l'aéronef accidenté.

Compte tenu de l'immensité du Canada, de l'éloignement de certains endroits desservis par des aéronefs et des conditions météorologiques défavorables possibles, il peut falloir des heures, voire des jours, avant que les secours arrivent après un accident. Les exploitants aériens devraient tenir compte de la possibilité que les secours n'arrivent pas immédiatement et que le matériel de survie transporté à bord de l'aéronef soit nécessaire pendant des périodes prolongées en cas de mauvaises conditions météorologiques.

Fait établi quant aux risques

Étant donné que l'équipement de survie minimal requis par la réglementation est sujet à interprétation, il pourrait être insuffisant pour fournir le nécessaire aux survivants après un accident, ce qui créerait un risque que les passagers et les pilotes ne puissent survivre dans l'environnement.

3.0 FAITS ÉTABLIS

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

Il s'agit des facteurs qui ont causé l'événement ou qui y ont contribué.

1. Les mécanismes de surveillance employés par Air Tindi n'ont pas pu détecter la dérive par rapport aux procédures d'exploitation normalisées, et les dérogations par les pilotes, y compris l'exécution d'approches aux instruments improvisées en conditions météorologiques de vol aux instruments, n'ont pas été corrigées.
2. La décision de l'équipage de conduite de décoller pour les vols de la journée et de poursuivre le vol dans des conditions météorologiques qui se détérioraient a été influencée à la fois par les expériences antérieures réussies de l'équipage de conduite dans des conditions similaires et par la tendance à s'en tenir au plan, ce qui a conduit à une perception réduite des risques associés à la poursuite de ce vol selon les règles de vol à vue dans des conditions météorologiques de vol aux instruments.
3. La dépendance excessive de l'équipage de conduite vis-à-vis les organisateurs électroniques de poste de pilotage pour la conscience de la situation a contribué à sa décision de poursuivre le vol à vue dans des conditions météorologiques de vol aux instruments.
4. Alors qu'il exécutait une approche aux instruments improvisée dans une zone où la visibilité était réduite, l'équipage de conduite a descendu intentionnellement à moins de 50 pieds au-dessus du sol sans repère visuel suffisant par rapport à la surface, et l'aéronef a heurté un relief ascendant.

3.2 Faits établis quant aux risques

Il s'agit des facteurs dans l'événement qui présentent un risque pour le système de transport. Ces facteurs peuvent, ou non, avoir causé l'événement ou y avoir contribué, mais ils pourraient présenter un risque dans le futur.

1. Le fait de piloter un aéronef en conditions météorologiques de vol aux instruments à des altitudes inférieures aux minimums établis pour le vol selon les règles de vol aux instruments augmente le risque d'impact sans perte de contrôle.
2. Si les exploitants aériens ne fournissent pas de lignes directrices explicites sur l'utilisation des procédures d'approche selon les règles de vol à vue établies par la compagnie, il existe un risque que les équipages de conduite utilisent ces approches en conditions météorologiques de vol aux instruments et augmentent ainsi le risque d'impact sans perte de contrôle.

3. La désactivation intentionnelle du système d'avertissement et d'alarme d'impact de l'aéronef élimine une mesure de protection essentielle conçue pour avertir les pilotes d'un impact sans perte de contrôle imminent.
4. Si les exploitants aériens n'utilisent pas les capacités de surveillance des données de vol dont ils disposent, ils peuvent manquer des occasions de veiller à l'efficacité et au respect des procédures publiées, ce qui augmente le risque d'accident.
5. Au moment d'évaluer la conformité avec la réglementation, l'approche en matière de surveillance qu'emploie actuellement Transports Canada repose fortement sur l'examen des processus documentés d'un exploitant aérien plutôt que sur l'observation des opérations. Il est donc difficile pour Transports Canada de détecter les écarts par rapport à la réglementation en vigueur, ce qui peut réduire les marges de sécurité à des niveaux inacceptables.
6. Si, à la suite d'une surveillance réglementaire, les exploitants aériens sont uniquement tenus de donner suite aux constatations de non-conformité réglementaire et ne sont pas tenus de donner suite aux observations concernant la non-conformité avec leurs propres manuels, programmes, systèmes, processus et procédures ou avec les normes de sécurité publiées de l'industrie, il existe un risque que les lacunes de sécurité relevées au cours de la surveillance persistent.
7. Si la réglementation ou les lignes directrices réglementaires tardent à s'adapter aux changements technologiques qui ont une incidence sur des domaines opérationnels critiques, il y a un risque que cette technologie soit utilisée d'une manière qui compromette la sécurité de l'exploitation des aéronefs.
8. Étant donné que l'équipement de survie minimal requis par la réglementation est sujet à interprétation, il pourrait être insuffisant pour fournir le nécessaire aux survivants après un accident, ce qui créerait un risque que les passagers et les pilotes ne puissent survivre dans cet environnement.

4.0 MESURES DE SÉCURITÉ

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 Air Tindi Ltd.

Après l'accident, Air Tindi Ltd. (Air Tindi) a mené sa propre enquête de sécurité interne et a relevé plusieurs processus et procédures qui pourraient être améliorés. En conséquence, Air Tindi a pris les mesures suivantes :

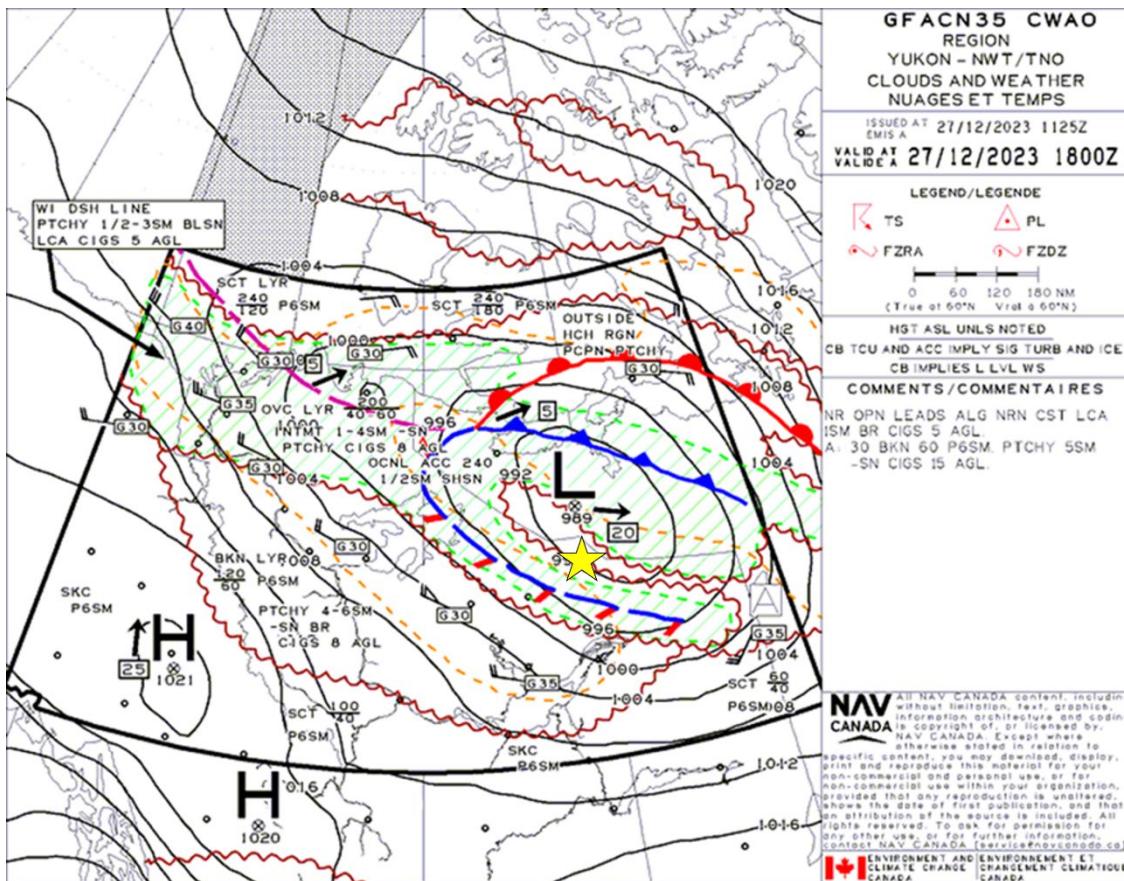
- Elle a augmenté les restrictions météorologiques pour tous les vols au-dessus d'un terrain sans caractéristiques marquées.
- Elle a mis en œuvre des exigences obligatoires pour le pilote surveillant et des mesures à prendre par le premier officier pour toutes les approches et tous les atterrissages hors-piste.
- Elle a réalisé des entretiens personnels avec chaque commandant de bord d'Air Tindi au sujet de la culture de la compagnie, des normes, des facteurs humains et de la prise de décision fondée sur les menaces plutôt que sur les objectifs.
- Elle a amélioré la formation sur la gestion des ressources de l'équipage afin de favoriser un changement de culture et de comportement.
- Elle a mis en œuvre un système de régulation des vols en co-responsabilité pour toutes les opérations afin de favoriser un changement de culture et de comportement.
- Elle a mis en œuvre un outil d'évaluation des risques des vols (*Flight Risk Assessment Tool – FRAT*) pour mieux évaluer les risques avant la régulation des vols.
- Elle a augmenté la formation sur simulateur afin de favoriser le changement de culture et de comportement nécessaire et de réduire le gradient d'expérience dans le poste de pilotage.
- Elle a révisé la liste des articles à inclure dans les trousse de survie et l'a mise à jour afin de s'assurer que l'efficacité de l'équipement de survie correspond à l'environnement et aux risques.
- Elle a mis à niveau tous les instruments des aéronefs pour améliorer la conscience de la situation.

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 19 novembre 2025. Le rapport a été officiellement publié le 8 janvier 2026.

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.

5.0 ANNEXES

5.1 Annexe A – Prévision de zone graphique - Carte nuages et temps GFACN35 émise à 4 h 25, heure normale des Rocheuses, le 27 décembre 2023 (l'étoile jaune indique le lieu de l'accident)



Source : NAV CANADA