



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A24A0014

SORTIE EN BOUT DE PISTE

Keewatin Air LP

Beechcraft King Air B200, C-GBYN

Aéroport de Goose Bay (CYYR) (Terre-Neuve-et-Labrador)

13 avril 2024

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 A24A0014 (publié le 21 janvier 2026).

Bureau de la sécurité des transports du Canada
200, promenade du Portage, 4e 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 A24A0014

No de cat TU3-10/24-0014F-PDF
ISBN 978-0-660-97953-3

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

This report is also available in English.

Table des matières

1.0 Renseignements de base	6
1.1 Déroulement du vol.....	6
1.1.1 Contexte.....	6
1.1.2 Vol à l'étude	6
1.2 Personnes blessées.....	9
1.3 Dommages à l'aéronef	9
1.4 Autres dommages.....	10
1.5 Renseignements sur le personnel.....	10
1.6 Renseignements sur l'aéronef.....	11
1.6.1 Généralités	11
1.6.2 Inversion de poussée de l'hélice	12
1.6.3 Freins et pneus du train d'atterrissage principal	12
1.6.4 Systèmes de détection et d'extinction d'incendie du King Air B200.....	13
1.6.5 Système annonciateur d'alarme.....	15
1.7 Renseignements météorologiques	17
1.8 Aides à la navigation.....	17
1.9 Communications.....	18
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	18
1.11 Enregistreurs de bord	18
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	18
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques.....	18
1.14 Incendie	18
1.15 Questions relatives à la survie des occupants.....	18
1.16 Essais et recherche.....	18
1.16.1 Rapports de laboratoire du BST	18
1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion.....	19
1.17.1 Exploitant.....	19
1.17.2 Formation.....	19
1.17.3 Approche stabilisée	24
1.18 Renseignements supplémentaires.....	25
1.18.1 Altitude minimale de secteur	25
1.18.2 Calcul de performance de freinage de l'aéronef	25
1.18.3 Hydroplanage	27
1.18.4 Compromis entre la vitesse et la précision.....	28
1.18.5 Rétrécissement de la cognition	28
1.18.6 Biais de confirmation	28
1.18.7 Prise de décisions fondées sur la reconnaissance.....	29
2.0 Analyse	31
2.1 Indication d'incendie moteur.....	31
2.2 Facteurs associés à l'urgence d'atterrir.....	32
2.2.1 Altitude minimale de secteur	32
2.2.2 Compromis entre la vitesse et la précision.....	32

2.3	Perception du risque et prise de décision de l'équipage de conduite	33
2.4	Formation	34
3.0	Faits établis	36
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	36
3.2	Faits établis quant aux risques.....	36
4.0	Mesures de sécurité	37
4.1	Mesures de sécurité prises	37
4.1.1	Keewatin Air LP	37

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A24A0014

SORTIE EN BOUT DE PISTE

Keewatin Air LP

Beechcraft King Air B200, C-GBYN

Aéroport de Goose Bay (CYYR) (Terre-Neuve-et-Labrador)

13 avril 2024

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

Le 13 avril 2024, à 2 h 06, heure avancée de l'Atlantique, un aéronef Beechcraft King Air B200 exploité par Keewatin Air LP (immatriculation C-GBYN, numéro de série BB 1232) a quitté l'aéroport de Goose Bay (CYYR) (Terre-Neuve-et-Labrador) pour effectuer un vol d'évacuation médicale selon les règles de vol aux instruments à destination de l'aéroport international de Québec/Jean Lesage (CYQB) (Québec), avec à son bord 2 pilotes, 2 membres du personnel médical et 1 patient. Peu après avoir décollé de la piste 26, l'équipage de conduite a reçu un avertissement d'incendie dans le moteur gauche. Il a demandé la permission de retourner à CYYR et a ensuite déclaré une situation d'urgence. L'équipage de conduite a interrompu la montée et a exécuté les opérations à effectuer de mémoire qui étaient nécessaires pour arrêter le moteur gauche. Alors qu'il suivait les vecteurs pour le retour, l'équipage de conduite a perdu temporairement ses repères visuels sur la piste, puis les a retrouvés à 0,8 mille marin du seuil. Le contrôle de la circulation aérienne a autorisé l'aéronef à faire une approche contact sur la piste 08. L'équipage a effectué un atterrissage avec un seul moteur sur la piste 08. À 2 h 12, après un toucher des roues à 9075 pieds du seuil sur la piste mouillée, l'aéronef a fait une sortie en bout de piste, a heurté 2 feux d'extrémité de piste, et s'est immobilisé environ 40 pieds après l'extrémité de la piste sur la surface aménagée. Il n'y a eu aucun blessé. L'aéronef a été légèrement endommagé.

1.0 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Contexte

Le 12 avril 2024, à 22 h 35, heure avancée de l'Atlantique¹, l'aéronef Beechcraft King Air B200 (King Air B200) exploité par Keewatin Air LP (Keewatin Air) a décollé de l'aéroport international d'Iqaluit (CYFB) (Nunavut) pour effectuer un vol d'évacuation médicale (MEDEVAC) selon les règles de vol aux instruments (IFR), avec l'aéroport international d'Ottawa/MacDonald-Cartier (CYOW) (Ontario) comme destination. Le vol nécessitait des escales de ravitaillement à l'aéroport de Goose Bay (CYYR) (Terre-Neuve-et-Labrador) et à l'aéroport international de Québec/Jean Lesage (CYQB) (Québec). Deux membres d'équipage de conduite, 2 membres du personnel médical et 1 patient étaient à bord de l'aéronef.

La 1^{re} étape de vol s'est déroulée sans incident, et l'aéronef s'est posé à CYYR à 1 h 16 le 13 avril 2024. On a refait le plein des réservoirs de carburant.

Un message d'observation météorologique régulière d'aérodrome automatique (METAR AUTO) a été émis à 2 h, 2 minutes avant que l'équipage de conduite ne démarre les moteurs pour la prochaine étape du vol. Le METAR AUTO indiquait des vents de 140° vrais (V) à 8 noeuds, aucune précipitation et un calage altimétrique de 29,83 pouces de mercure (inHg). Environ 2 heures auparavant, un autre METAR AUTO avait signalé de faibles averses.

1.1.2 Vol à l'étude

À 2 h 04, l'équipage de conduite a commencé à circuler vers la piste 26, puis a décollé 2 minutes plus tard à destination de CYQB. Le premier officier (PO) était le pilote aux commandes (PF). Une fois l'aéronef en vol, l'équipage de conduite a communiqué avec le contrôle de la circulation aérienne (ATC) à Gander (Terre-Neuve-et-Labrador), indiquant qu'il se trouvait à 700 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL). Lorsque l'ATC a autorisé l'aéronef à l'étude à se rendre à CYQB, l'équipage de conduite a vu s'allumer un voyant annonciateur sur le panneau annonciateur d'alarme indiquant un incendie du moteur gauche et a remarqué une odeur de brûlé. Lorsque l'aéronef se trouvait à environ 1200 pieds ASL, l'équipage de conduite a demandé à retourner à vue à CYYR sur la piste inverse (08), puis a déclaré une situation d'urgence.

L'équipage de conduite a stabilisé l'aéronef à environ 2200 pieds ASL et a exécuté les opérations à effectuer de mémoire de la liste de vérifications pour un incendie moteur en vol² afin d'arrêter le moteur gauche.

¹ Toutes les heures indiquées sont exprimées en heure avancée de l'Atlantique (temps universel coordonné moins 3 heures).

² Voir la section 1.17.2.2 *Procédures d'exploitation normalisées pour les incendies de moteur en vol* du présent rapport.

L'ATC a demandé à l'équipage de conduite s'il était en mesure d'effectuer l'approche à vue ou s'il préférait un vecteur radar. L'équipage de conduite a accepté l'offre de vecteur de l'ATC, et le contrôleur a autorisé l'aéronef à monter à 3100 pieds ASL et à virer à droite pour se diriger vers le nord.

L'équipage de conduite a demandé de maintenir l'altitude actuelle, car il se trouvait tout juste à la base des nuages. L'ATC lui a demandé s'il avait l'aéroport en vue ou s'il était en mesure d'effectuer une approche contact³. L'équipage de conduite a répondu qu'il avait un contact visuel avec le sol. Toutefois, en raison de la couche de nuages fragmentés, l'équipage de conduite a eu de la difficulté à maintenir un contact visuel continu avec le sol tout au long des vecteurs jusqu'à l'approche finale.

Le contrôleur de la circulation aérienne a aidé l'équipage de conduite en lui fournissant des vecteurs et en lui relayant la distance qui le séparait de l'aéroport. L'équipage de conduite a amorcé une descente lente, puis, à l'approche finale, lorsque l'ATC l'a informé qu'il se trouvait à 2 milles marins (NM) de l'aéroport, l'équipage de conduite a augmenté son taux de descente à plus de 1000 pi/min.

À 2 h 11, lorsque l'aéronef se trouvait à 1,2 NM du seuil de la piste 08, l'ATC a demandé à l'équipage de conduite s'il était en mesure d'effectuer l'approche à partir d'où il se trouvait. À ce moment-là, l'aéronef était à environ 1600 pieds ASL, avec une vitesse sol de 198 nœuds et un taux de descente de 2300 pi/min.

À 0,8 NM de la piste, l'équipage de conduite a répondu qu'il était en mesure d'effectuer l'approche, et l'ATC l'a autorisé à effectuer l'approche contact et lui a demandé de basculer vers la tour CYYR.

L'aéronef se trouvait alors à environ 1350 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL), avec la même vitesse sol (198 nœuds) et un taux de descente de plus de 2200 pi/min. Le taux de descente a augmenté à plus de 2900 pi/min alors qu'il poursuivait sa route vers la piste.

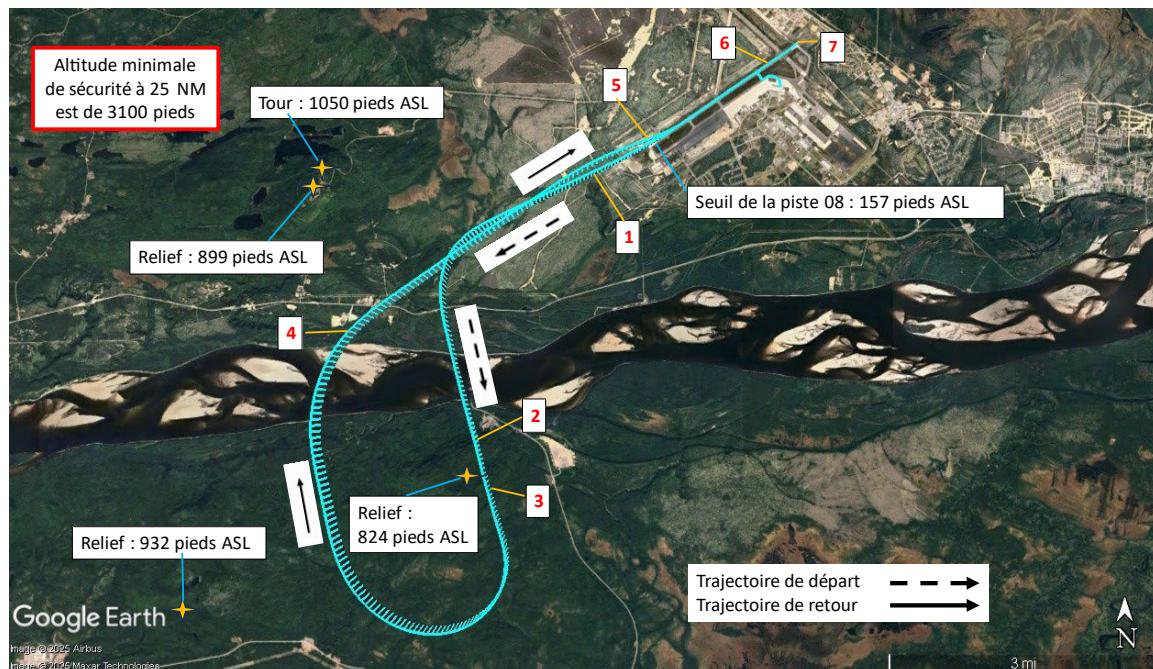
Lorsque l'aéronef s'est approché de la piste, il était environ 340 pieds à gauche de l'axe de piste. L'équipage de conduite a amorcé un roulis à droite afin d'aligner l'appareil sur la piste. L'aéronef a franchi le seuil de piste à environ 400 pieds AGL (560 pieds ASL), avec une vitesse sol de 200 nœuds et un taux de descente de plus de 2300 pi/min.

³

La section 9.6.1 du TP 14371F, *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC), RAC – Règles de l'air et services de la circulation aérienne (21 mars 2024) de Transports Canada indique : « Une approche contact est une approche effectuée par un aéronef suivant un plan de vol ou un itinéraire de vol IFR, avec une autorisation ATC, naviguant hors des nuages et avec une visibilité en vol d'au moins 1 NM, ayant une probabilité de continuer son vol jusqu'à l'aéroport de destination dans ces conditions et pouvant dévier de l'IAP [procédure d'approche aux instruments] et se rendre à l'aéroport de destination par référence visuelle au sol. »

À 2 h 12, près de 6 minutes après le décollage, l'aéronef a touché la piste 08 à environ 9075 pieds⁴ du seuil, avec 1975 pieds restants, à une vitesse d'environ 96 nœuds⁵ (figure 1).

Figure 1. Profil du vol à l'étude (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Légende

- 1 Départ de l'aéronef de la piste 26.
- 2 Arrêt du moteur gauche.
- 3 Aéronef à 2175 pieds ASL; 190 nœuds de vitesse indiquée (KIAS); vitesse sol de 157 nœuds; taux de descente de 143 pi/min.
- 4 Aéronef à 3,2 NM du seuil; 2090 pieds ASL; 177 KIAS; vitesse sol de 200 nœuds; taux de descente de 239 pi/min.
- 5 Aéronef à 340 pieds à gauche de l'axe de piste par le travers du seuil; 201 KIAS; vitesse sol de 199 nœuds; 560 pieds ASL; taux de descente de 2800 pi/min.
Nota : Le taux maximal de descente en approche finale à 0,2 NM était 2969 pi/min.
- 6 Toucher des roues au-delà de la voie de circulation B; 1975 pieds avant le bout de la piste 08; vitesse sol d'environ 96 nœuds.
- 7 Aéronef immobilisé environ 40 pieds au-delà des feux d'extrémité de piste.

La piste était mouillée; l'aéronef a fait de l'hydroplanage. Le PF a utilisé les freins et divers réglages d'inversion de poussée sur le moteur droit tout en essayant de conserver la maîtrise en direction lorsque l'aéronef s'est mis à glisser, d'abord en lacet vers la gauche, puis vers la droite. Il n'a pas été possible d'appliquer l'inversion de poussée maximale de manière continue en raison de son effet négatif sur la maîtrise en direction.

Tout en s'approchant de l'extrémité de la piste, l'aéronef continuait à glisser de côté, et il est sorti en bout de piste à une vitesse d'environ 20 nœuds. L'hélice droite et le train

⁴ La précision est de ± 200 pieds en raison de la vitesse de l'aéronef et de la fréquence d'échantillonnage des données enregistrées.

⁵ La vitesse d'atterrissement normale, selon le poids de l'aéronef, était de 103 nœuds.

d'atterrissage principal gauche ont heurté 2 feux d'extrémité de piste. L'aéronef s'est immobilisé sur la surface aménagée à environ 40 pieds au-delà de l'extrémité de la piste (figure 2).

Figure 2. L'aéronef à l'étude immobilisé sur la surface aménagée de la piste 08, après la sortie en bout de piste (Source : Ministère de la Défense nationale)



Le personnel de sauvetage et de lutte contre les incendies de l'aéroport a réagi rapidement, arrivant sur les lieux en moins d'une minute, car l'alarme d'écrasement avait été déclenchée par le contrôleur tour lorsque l'urgence a été déclarée.

Il n'y a eu aucun blessé. L'aéronef a été légèrement endommagé.

1.2 Personnes blessées

Il n'y a eu aucun blessé.

1.3 Dommages à l'aéronef

Pendant la sortie en bout de piste, 2 pales adjacentes de l'hélice droite ont heurté un feu d'extrémité de piste, ce qui a provoqué la déformation des extrémités des pales et l'apparition d'entailles sur les pales. Les dommages subis par l'hélice dépassaient les limites de réparation sur le terrain; l'hélice a donc été remplacée. Le moteur droit a été remplacé afin de réaliser l'inspection après arrêt soudain qui était requise en raison de l'impact de l'hélice.

Les 4 pneus du train d'atterrissage principal de l'aéronef présentaient des zones de caoutchouc dévulcanisé caractéristiques d'un aquaplanage dû à la dévulcanisation du caoutchouc (figure 3).

Figure 3. Caoutchouc dévulcanisé sur un des pneus de l'aéronef à l'étude (Source : BST)



1.4 Autres dommages

Deux feux d'extrémité de piste ont dû être remplacés après avoir été endommagés par l'impact avec les pneus du train d'atterrissement principal gauche et l'hélice droite de l'aéronef à l'étude.

1.5 Renseignements sur le personnel

Tableau 1. Renseignements sur le personnel

	Commandant de bord	Premier officier
Licence de pilote	Licence de pilote professionnel (CPL)	Licence de pilote de ligne (ATPL)
Date d'expiration du certificat médical	1 ^{er} octobre 2024	1 ^{er} mars 2025
Heures totales de vol	1502,9	1686
Heures de vol sur type	910,3	1163,9
Heures de vol au cours des 24 heures précédent l'événement	3,3	3,3
Heures de vol au cours des 7 jours précédent l'événement	33,8	33,8

Heures de vol au cours des 30 jours précédent l'événement	80,7	80,7
Heures de vol au cours des 90 jours précédent l'événement	187,1	168,8
Heures de vol sur type au cours des 90 derniers jours	187,1	168,8
Heures de service avant l'événement	6,5	6,5
Heures hors service avant la période de travail	16,4	16,4

L'équipage de conduite possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

Le commandant de bord s'est joint à Keewatin Air comme PO en septembre 2022 et a été promu commandant de bord en juin 2023.

Le PO s'est joint à Keewatin Air en août 2023 et possédait une qualification de commandant de bord. Durant le vol à l'étude, le PO était le PF et occupait le siège de droite.

Selon les dossiers de Keewatin Air, le commandant de bord et le PO avaient suivi leur plus récente formation en gestion des ressources de l'équipage (CRM) le 15 mai 2023 et le 11 septembre 2023, respectivement. Le vol à l'étude était le premier que les membres d'équipage de conduite effectuaient à CYYR.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Tableau 2. Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	Beech Aircraft Corporation*
Type, modèle et immatriculation	King Air, B200, C-GBYN
Année de construction	1985
Numéro de série	BB 1232
Certificat de navigabilité	5 juin 2003
Total d'heures de vol cellule	25 306,0 heures
Type de moteur (nombre)	Pratt & Whitney Canada PT6A-42 (2)
Type d'hélice (nombre d'hélices)	Hartzell Propeller Inc. HC-D4N-3A (2)
Masse maximale autorisée au décollage	12 500 lb (5669,9 kg)
Types de carburant recommandés	Jet A, Jet A-1
Type de carburant utilisé	Jet A-1

* À l'heure actuelle, Textron Aviation Inc. (Textron) détient le certificat de type pour ce type d'aéronef.

1.6.1 Généralités

L'aéronef King Air B200 est un biturbopropulseur pressurisé à voilure fixe. L'aéronef à l'étude était configuré pour effectuer des vols MEDEVAC de patients avec un équipage composé de 2 pilotes et 2 membres du personnel médical.

Au moment de l'événement, aucune anomalie non corrigée n'était consignée, et l'enquête n'a permis de relever aucun problème lié à l'équipement, à la maintenance ou à la certification de l'aéronef qui aurait pu empêcher le fonctionnement normal de l'aéronef

durant le vol à l'étude. La masse et le centre de gravité de l'aéronef respectaient les limites prescrites.

1.6.2 Inversion de poussée de l'hélice

Les moteurs de l'aéronef à l'étude étaient tous les deux équipés d'une hélice en aluminium à 4 pales à pas réversible et à vitesse constante⁶.

La vitesse de rotation de l'hélice dans la plage de calage normale reste constante à la vitesse sélectionnée par le pilote à l'aide des manettes de commande de l'hélice.

L'inversion de poussée est obtenue au sol en ramenant les manettes des gaz en dessous de la position IDLE. Les manettes des gaz doivent être tirées vers le haut pour dépasser le cran IDLE, où les ramener fait d'abord augmenter la vitesse du moteur (N_g) et fait aussi déplacer la vanne bête sur le régulateur d'hélice de manière à réduire le calage de petit pas des pales de l'hélice vers des angles de pale réduits. Cette plage de fonctionnement est appelée la plage bête au sol. Le fait de ramener davantage les manettes des gaz vers l'arrière déplace le calage de petit pas des pales de l'hélice afin de rendre possibles des angles de pas négatifs et d'augmenter la N_g dans cette plage d'inversion. La puissance de l'inversion de poussée augmente en proportion directe avec le mouvement vers l'arrière des manettes des gaz⁷.

1.6.3 Freins et pneus du train d'atterrissement principal

Le King Air B200 est équipé de 2 pneus sur chaque jambe du train principal, et l'aéronef à l'étude était équipé de pneus à grande portance optionnels⁸.

Le King Air B200 utilise un double circuit de freinage hydraulique qui est actionné en appuyant sur la partie de bout des pédales du palonnier du pilote ou du copilote. Un clapet-navette permet au pilote ou au copilote d'actionner les freins. La pression hydraulique déclenchée par la force exercée sur la pédale gauche ou droite actionne l'ensemble correspondant d'étrier et de disque de frein gauche ou droit⁹.

L'aéronef de l'événement à l'étude n'était pas muni d'un dispositif de freinage antipatinage.

Après l'événement, l'équipe de maintenance de Keewatin Air a inspecté les roues et les freins de l'aéronef afin d'en vérifier les dommages et l'état. De plus, le circuit de freinage de l'aéronef a fait l'objet d'un essai en circulation au sol afin de vérifier le fonctionnement des freins, sans que des anomalies soient relevées.

⁶ Les hélices légères Hartzell HC-D4N-3A avaient été installées conformément au certificat de type supplémentaire SA2698NM-S de Raisbeck Engineering.

⁷ Raytheon Aircraft Company, *Beechcraft Super King Air B200 & B200C Pilot's Operating Handbook and FAA Approved Flight Manual* (révisé en août 2004), section VII : Systems Description, p. 7-24.

⁸ Les pneus à grande portance sont plus grands (22x 6,75-10 contre 18x5,5 type VII), à 8 plis et sans chambre à air.

⁹ Raytheon Aircraft Company, *Beechcraft Super King Air B200 & B200C Pilot's Operating Handbook and FAA Approved Flight Manual* (révisé en août 2004), section VII : Systems Description, p. 7-15.

Après l'événement, les 4 pneus du train d'atterrissement principal de l'aéronef présentaient des zones de caoutchouc dévulcanisé. Le personnel de maintenance a estimé qu'ils étaient dans les limites de service.

1.6.4 Systèmes de détection et d'extinction d'incendie du King Air B200

1.6.4.1 Système typique

Le King Air B200 est équipé d'un système de détection d'incendie conçu pour fournir aux pilotes un avertissement immédiat en cas d'incendie dans l'un ou l'autre des compartiments moteurs. En règle générale, pour chaque moteur¹⁰, le système utilise 3 détecteurs de flammes photoconducteurs qui sont sensibles au rayonnement infrarouge. Ces détecteurs de flammes sont placés dans le compartiment moteur de manière à capter les rayons directs et réfléchis afin de surveiller l'ensemble du compartiment pour détecter tout incendie. La conductivité à travers le détecteur de flammes varie de façon directement proportionnelle à l'intensité du rayonnement infrarouge qui frappe le détecteur. Lorsque la puissance du signal atteint un niveau prédefini, un relais situé dans l'amplificateur de commande de détection de flammes se ferme pour allumer le voyant annonciateur du moteur gauche ou droit approprié (marqués « L ENG FIRE » et « R ENG FIRE »). Un seul commutateur d'essai marqué « TEST SWITCH –FIRE DET & FIRE EXT » est situé sur le côté intérieur du panneau secondaire du copilote et comporte 6 positions : système désactivé, extincteur gauche/droit et détecteurs de flammes 3, 2 et 1¹¹.

Un système extincteur d'incendie moteur optionnel peut être installé sur l'aéronef King Air B200. Ce système utilise une cartouche pyrotechnique pour décharger un agent extincteur à travers un réseau de tuyaux reliant un extincteur situé à l'intérieur de la nacelle du moteur à des buses de pulvérisation placées à des endroits stratégiques dans le compartiment moteur. Le système d'extinction d'incendie optionnel est actionné par 2 interrupteurs de commande situés sur l'écran antiéblouissement à chaque extrémité du panneau annonciateur d'alarme.

Si le système extincteur d'incendie moteur optionnel n'est pas installé, les positions « RIGHT EXT » et « LEFT EXT » sur le côté gauche du commutateur d'essai ne seront pas installées¹².

L'interrupteur de commande de l'extincteur de chaque moteur est composé de lentilles à 3 couleurs situées sous un couvercle en plastique transparent (figure 4). Pour décharger la cartouche, le pilote soulève le couvercle en plastique transparent, muni d'un fil témoin, et appuie sur la face de la lentille appropriée. L'extincteur est un système à utilisation unique qui se vide complètement lorsqu'il est activé¹³.

¹⁰ C'est le cas des moteurs utilisés sur les aéronefs King Air B200 dont le numéro de série se situe entre BB-2 et BB-1444, à l'exception du numéro 1439.

¹¹ Les positions 3, 2 et 1 permettent de mettre à l'essai chacun des 3 détecteurs de flammes photoconducteurs.

¹² Raytheon Aircraft Company, *Beechcraft Super King Air B200 & B200C Pilot's Operating Handbook and FAA Approved Flight Manual* (révisé en août 2004), section VII : Systems Description, p. 7-29.

¹³ Ibid., p. 7-30.

La lentille rouge, marquée « L (ou R) ENG FIRE – PUSH TO EXT », s'allume si un détecteur de flammes est activé. La lentille orange, marquée « D », s'allume si le système a été activé et que l'extincteur est vide. La lentille verte, marquée « OK », est uniquement destinée à la fonction d'essai, qui sert à vérifier l'éclairage des ampoules et la circuiterie du système (figure 4).

Figure 4. Interrupteur de commande de l'extincteur du moteur droit de l'aéronef à l'étude (Source : Keewatin Air LP)



Le commutateur d'essai (« TEST SWITCH – FIRE DET & FIRE EXT ») sert à vérifier l'état de service du circuit du système extincteur d'incendie. Pendant les vérifications avant le vol, le pilote doit tourner le commutateur d'essai vers les 2 positions (« RIGHT EXT » et « LEFT EXT ») pour vérifier si la lentille orange « D » et la lentille verte « OK » de chaque interrupteur de commande d'extincteur d'incendie situé sur l'écran antiéblouissement s'allument¹⁴.

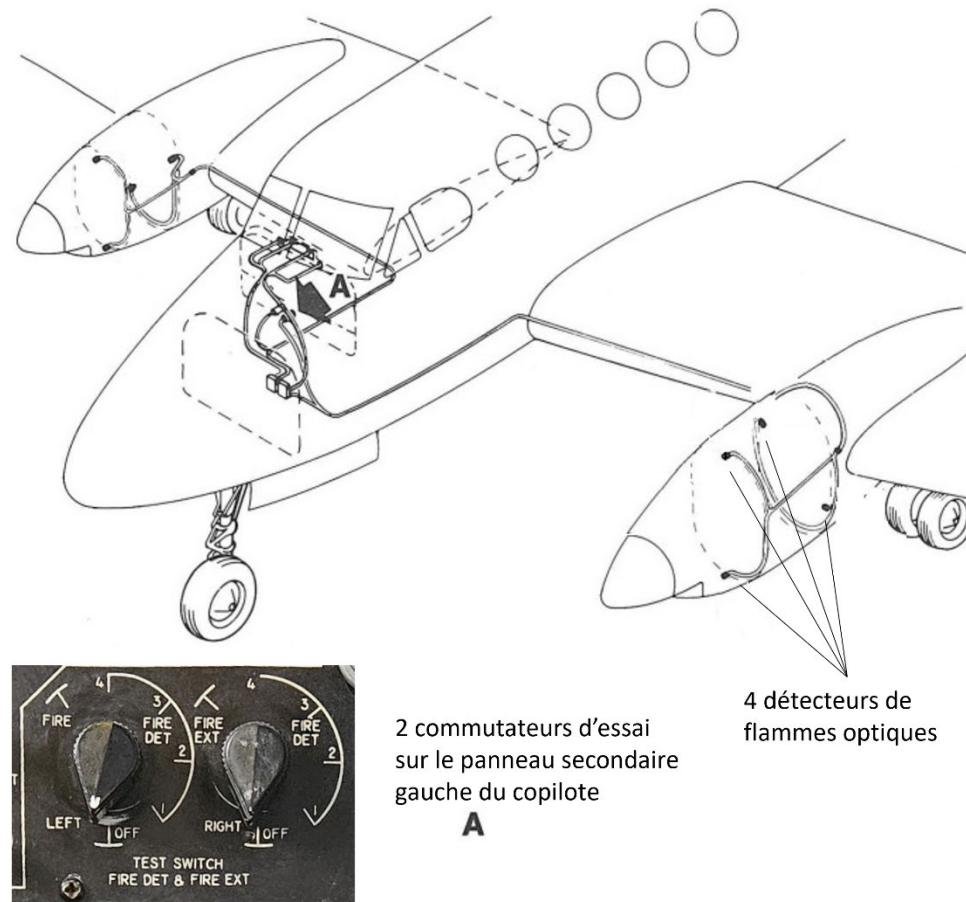
1.6.4.2 Système sur l'aéronef à l'étude

L'aéronef à l'étude avait été exporté à l'origine au Royaume-Uni, où il avait été équipé de 4 détecteurs de flammes sur chaque moteur, conformément aux exigences de certification du Royaume-Uni. L'aéronef était également équipé d'un système extincteur d'incendie optionnel comprenant 2 commutateurs d'essai ayant chacun 6 positions : système désactivé, extincteur gauche ou droit et détecteurs de flammes 4, 3, 2 et 1. L'aéronef à l'étude est le seul King Air B200 de la flotte de Keewatin Air équipé d'un système à 2 commutateurs d'essai et à 4 détecteurs de flammes (figure 5).

¹⁴

Ibid.

Figure 5. Système de détection d'incendie à 4 détecteurs de flammes de l'aéronef à l'étude, avec photo en médaillon des commutateurs d'essai (Source de l'image principale : Raytheon Aircraft Company, Beechcraft Super King Air B200, B200 and B200C United Kingdom Maintenance Manual Supplement [5 août 1988], Fire Detection – Description and Operation, p. 2, avec annotations du BST. Source de l'image en médaillon : BST)



L'enquête n'a pas permis de déterminer si l'équipage de conduite avait effectué l'essai des systèmes de détection et d'extinction d'incendie pendant l'exécution de la liste de vérifications avant le vol le jour de l'événement.

Après l'événement, aucun signe de dommage causé par la chaleur ou le feu n'a été trouvé dans la nacelle du moteur gauche. Une inspection du système de détection d'incendie du moteur gauche a révélé qu'il y avait eu abrasion de l'isolant du fil du détecteur de flammes inférieur arrière du moteur gauche. Il a été déterminé que ce fil frottait et avait établi un contact électrique avec la cloison pare-feu du moteur gauche, ce qui avait déclenché l'indication d'incendie du moteur gauche.

1.6.5 Système annonciateur d'alarme

Lorsqu'une défaillance se produit dans un système de l'aéronef surveillé par un système annonciateur d'alarme, un signal est généré et le voyant annonciateur correspondant

s'allume. Les voyants annonciateurs signalant des anomalies nécessitant une attention immédiate sont placés sur le panneau annonciateur d'alarme, situé au centre de l'écran antiéblouissement (figure 6).

Figure 6. Panneau annonciateur d'alarme de l'aéronef à l'étude (Source : Keewatin Air LP)



Les voyants annonciateurs s'allument en rouge et affichent un message indiquant une défaillance du système. Pour les incendies moteur, 2 voyants annonciateurs (« L ENG FIRE » et « R ENG FIRE ») sont prévus.

De plus, le système comprend 2 voyants clignotants « MASTER WARNING », situés aux extrémités extérieures de l'écran antiéblouissement, qui clignotent lorsqu'un avertissement se déclenche (figure 7)¹⁵.

Figure 7. Voyant clignotant « MASTER WARNING » de l'aéronef à l'étude, allumé sur le côté droit du panneau annonciateur d'alarme (Source : Keewatin Air LP)



Puisqu'ils se trouvent sur l'écran antiéblouissement, les voyants annonciateurs « ENG FIRE » et les voyants clignotants « MASTER WARNING » sont clairement visibles par les pilotes, sans aucune obstruction de la vision.

Le manuel de vol de l'aéronef dit ce qui suit [traduction] :

Toute lentille allumée dans le panneau annonciateur d'alarme restera allumée jusqu'à ce que la défaillance soit corrigée. Cependant, les voyants clignotants « MASTER WARNING » peuvent être éteints en appuyant sur la face de l'un ou l'autre de ces voyants, même si la défaillance n'a pas été corrigée. Dans un tel cas, les voyants clignotants « MASTER WARNING » se rallumeront si un autre voyant annonciateur s'allume et continueront à clignoter jusqu'à ce que l'un d'eux soit enfoncé¹⁶.

¹⁵ Ibid., p. 7-6.

¹⁶ Ibid.

L'activation d'un système de détection d'incendie provoque l'allumage du voyant annonciateur associé (« L ENG FIRE » ou « R ENG FIRE »), ainsi que des voyants clignotants « MASTER WARNING ».

Pendant l'événement, le voyant annonciateur « L ENG FIRE », le voyant clignotant « MASTER WARNING » et le voyant lumineux « ENG FIRE – PUSH TO EXT » gauche se sont allumés.

1.7 Renseignements météorologiques

Le METAR AUTO pour CYYR, émis à 2 h, indiquait ce qui suit :

- vents soufflant du 140°V à 8 nœuds;
- visibilité de 15 milles terrestres (SM);
- quelques nuages à 500 pieds au-dessus du sol (AGL) (660 pieds ASL), plafond de nuages fragmentés¹⁷ à 1300 pieds AGL (1460 pieds ASL), et une couverture nuageuse à 2500 pieds AGL (2660 pieds ASL);
- température de 5 °C et point de rosée de 3 °C;
- calage altimétrique de 29,83 inHg.

Le METAR AUTO comprenait une remarque indiquant que le plafond était une estimation.

Un message d'observation météorologique spéciale d'aérodrome (SPECI) a été publié à 2 h 12 (c.-à-d. au moment de l'événement); il indiquait les mêmes conditions météorologiques, à l'exception des vents soufflant du 120° V à 4 nœuds et de la température de 4 °C.

Avant l'événement, il y avait eu de faibles averses de pluie intermittente à l'aéroport pendant la soirée et la nuit, les précipitations ayant cessé à 0 h 22.

L'enquête n'a pas permis de déterminer quels renseignements météorologiques les pilotes avaient obtenus ou revus avant l'événement.

1.8 Aides à la navigation

Les approches aux instruments suivantes sont disponibles à CYYR :

- Navigation de surface avec système mondial de navigation par satellite (RNAV GNSS) pour les 4 pistes
- Système d'atterrissement aux instruments (ILS) de catégorie I (version Z) pour la piste 08

Après avoir déclaré l'urgence, l'équipage de conduite n'a pas saisi d'approche de retour d'urgence dans son système de positionnement mondial (GPS) pour la piste 08.

¹⁷

Les nuages fragmentés sont signalés comme représentant une couverture nuageuse de 5 à 7 octas, ce qui signifie que le ciel est couvert avec une proportion de nuages située entre 5/8 et moins de 8/8.

1.9 **Communications**

Il n'y a pas eu, que l'on sache, de problème de communication.

1.10 **Renseignements sur l'aérodrome**

CYYR est exploité par la base des Forces canadiennes Goose Bay. Le service de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronef est fourni par les Forces armées canadiennes.

L'altitude de l'aérodrome est de 160 pieds ASL. CYYR compte 2 pistes : la piste 08/26 et la piste 15/33. Les 2 surfaces de piste sont en béton avec revêtement en asphalte et mesurent 200 pieds de largeur. Les 2 pistes mesurent 11 052 pieds et 9584 pieds de longueur, respectivement, et elles ont une surface aménagée de 300 m aux deux extrémités.

1.11 **Enregistreurs de bord**

L'aéronef à l'étude n'était pas pourvu d'un enregistreur de conversations de poste de pilotage (CVR) ni d'un enregistreur de données de vol (FDR), et n'était pas tenu d'en avoir selon la réglementation. L'aéronef était toutefois équipé d'une suite avionique Garmin G1000 et d'un émetteur-récepteur satellite / unité d'acquisition des données de vol SKYTRAC ISAT-200A. Les 2 dispositifs ont été récupérés et envoyés au Laboratoire d'ingénierie du BST à Ottawa (Ontario) aux fins de récupération et d'analyse des données. Les données récupérées comprenaient les données de vol de l'aéronef (p. ex., la trajectoire, l'altitude, les accélérations longitudinales, latérales et de lacet, de même que les paramètres d'exploitation du moteur de l'aéronef).

1.12 **Renseignements sur l'épave et sur l'impact**

Sans objet.

1.13 **Renseignements médicaux et pathologiques**

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

1.14 **Incendie**

Il n'y avait aucun signe d'incendie après l'événement.

1.15 **Questions relatives à la survie des occupants**

Sans objet.

1.16 **Essais et recherche**

1.16.1 **Rapports de laboratoire du BST**

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

- LP057/2024 – Runway Overrun Analysis [Analyse de sortie en bout de piste]
- LP062/2024 – NVM Data Recovery – Flight Tracker [Récupération des données de la mémoire non volatile – Système de repérage de vol]

1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion

1.17.1 Exploitant

Keewatin Air fournit des services principalement dans l'Arctique, en vertu des sous-parties 703 (exploitation d'un taxi aérien) et 704 (exploitation d'un service aérien de navette) du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC). Keewatin Air fournit des services nolisés, mais se concentre surtout sur le transport médical et les services d'ambulance aérienne. Au moment de l'événement, la flotte MEDEVAC de Keewatin Air était composée d'appareils King Air B200, Pilatus PC-12 et Cessna Citation 560.

1.17.2 Formation

1.17.2.1 Différences dans la flotte et dans la formation

Le King Air B200 est un aéronef très polyvalent qui est produit en grand nombre. Sa polyvalence a donné lieu à un large éventail de modifications et d'options. Compte tenu de ces configurations d'aéronef variées, les 15 King Air B200 de la flotte de Keewatin ne sont pas tous identiques.

Afin d'aider ses pilotes à cerner les différences entre chaque aéronef, Keewatin Air fournit un tableau dans la liste de vérifications du pilote des appareils King Air 200 et B200¹⁸.

Parmi les exemples de différences entre les aéronefs, on peut citer les types d'actionnement du train d'atterrissage, le nombre de pales des hélices, les modifications du bord d'attaque et d'autres options, comme un extincteur d'incendie moteur.

Le tableau utilisé au moment de l'événement indiquait que 2 aéronefs de la flotte de Keewatin Air étaient équipés d'extincteurs d'incendie moteur. Cependant, 5 des 15 aéronefs King Air B200 étaient munis de cet équipement. Les 2 aéronefs désignés comme étant équipés d'extincteurs d'incendie moteur étaient l'aéronef à l'étude et 1 autre aéronef qui ne faisait plus partie de la flotte de la compagnie.

Les pilotes de King Air B200 chez Keewatin Air reçoivent une formation sur des simulateurs de vol à Wichita (Kansas), aux États-Unis. La formation est dispensée par le personnel de formation de Keewatin Air. Le simulateur utilisé pour la formation des pilotes de l'aéronef à l'étude n'était pas équipé de toutes les modifications et options disponibles pour chaque aéronef de la flotte King Air B200 et n'était pas équipé d'extincteurs d'incendie moteur. Pour cette raison, pendant la formation au sol, Keewatin Air a dispensé aux pilotes de l'aéronef à l'étude une formation sur les différences entre l'équipement installé dans tous les aéronefs du même type de la flotte de la compagnie, y compris une formation sur le

¹⁸ Keewatin Air LP, *BEECHCRAFT KING AIR Model 200 & B200 With Garmin G1000Nxi*, révision 0, p. S-2.

système extincteur d'incendie moteur. Cette formation ne relevait pas la particularité du système de détection et d'extinction de l'aéronef à l'étude, lequel était équipé de 4 détecteurs de flammes et de 2 interrupteurs d'essai.

1.17.2.2 Procédures d'exploitation normalisées pour les incendies de moteur en vol

Les procédures d'exploitation normalisées (SOP) sont des sources d'information cruciales qui offrent aux pilotes des lignes directrices sur l'utilisation générale de l'aéronef. Elles aident les pilotes dans la prise de décision et la coordination entre les membres de l'équipage de conduite.

Les SOP de Keewatin Air incluent une section sur les opérations anormales. Cette section aborde plus en détail les listes de vérifications qui contiennent des éléments à effectuer de mémoire, y compris en cas d'incendie moteur pendant une situation d'urgence en vol.

L'allumage des voyants lumineux « ENG FIRE » signifie que le système de détection d'incendie s'est déclenché et indique un incendie moteur potentiel. Dans cette situation, les SOP donnent à l'équipage de conduite l'instruction de passer en revue les éléments à effectuer de mémoire, puis de suivre la liste de vérifications pour l'arrêt d'urgence du moteur (tableau 3).

Tableau 3. Première page de la procédure d'exploitation normalisée de Keewatin Air, en cas d'incendie moteur en vol (Source : Keewatin Air LP, King Air 200 (BE20) Aircraft Standard Operating Procedures, modification 4 [1^{er} février 2022], section 4.9 : Engine fire in flight, p. 4-12)

PF	PILOTE SURVEILLANT (PM)
« IDENTIFY AND CANCEL » [IDENTIFIER ET ANNULER]	« MASTER WARNING – LEFT/RIGHT ENGINE FIRE CANCELLED » [VOYANT CLIGNOTANT « MASTER WARNING » – INCENDIE MOTEUR GAUCHE/DROIT ANNULÉ] Annule l'avertissement principal
« AUTOPILOT DISCONNECT » [DÉCONNEXION DU PILOTE AUTOMATIQUE], tout en enfonçant et en relâchant le bouton AP/YD DISC/TRIM INTRPT (pilote automatique/déconnexion de l'amortisseur de lacet/interrupteur de compensation) « ENGINE FIRE. SET MAX POWER » [INCENDIE MOTEUR. RÉGLER LA PUISSANCE AU MAXIMUM]	Règle la puissance au maximum « MAX POWER SET » [PUISSEANCE RÉGLÉE AU MAXIMUM]
« MEMORY CHECKS LEFT/RIGHT ENGINE FIRE » [VÉRIFICATIONS À EFFECTUER DE MÉMOIRE, INCENDIE MOTEUR GAUCHE/DROIT]	
« CONFIRM FUEL CUT OFF » [CONFIRMER COUPURE CARBURANT]	« LEFT/RIGHT CONDITION LEVER » [MANETTE DE COMMANDE GAUCHE/DROITE] Déplace la manette de commande vers la position de coupure
	« LEFT/RIGHT PROPELLER LEVER » [MANETTE DE L'HÉLICE GAUCHE/DROITE]

« CONFIRM FEATHER » [CONFIRMER MISE EN DRAPEAU]	Déplace la manette de l'hélice à la position de mise en drapeau
COMMANDANT DE BORD	PREMIER OFFICIER
« LEFT/RIGHT FIREWALL SHUT OFF VALVE » [ROBINET D'ARRÊT DE LA CLOISON PARE-FEU GAUCHE/DROITE] Sélectionne la position de fermeture du robinet d'arrêt de la cloison pare-feu	« CONFIRM CLOSE » [CONFIRME LA FERMETURE]
PF	PM
« FIRE STATUS » [ÉTAT INCENDIE]	« NO FIRE » [AUCUN INCENDIE]
	« MEMORY CHECKS COMPLETE » [VÉRIFICATIONS À EFFECTUER DE MÉMOIRE TERMINÉES]
« MAX CONTINUOUS POWER » [PUISSEANCE CONTINUE MAXIMALE] (ou puissance requise si la puissance continue maximale n'est pas nécessaire) « EMERGENCY ENGINE SHUTDOWN CHECKLIST » [LISTE DE VÉRIFICATIONS POUR L'ARRÊT D'URGENCE DU MOTEUR]	Règle la puissance continue au maximum « MAX CONTINOUS POWER SET » [PUISSEANCE CONTINUE RÉGLÉE AU MAXIMUM] <ul style="list-style-type: none"> • Exécute la liste de vérifications « EMERGENCY ENGINE SHUTDOWN » [ARRÊT D'URGENCE DU MOTEUR] • Déclare une situation d'urgence auprès de l'ATC • Affiche le code 7700 sur le transpondeur • Active le dispositif de suivi par satellite d'urgence • Dispense l'exposé sur les mesures de sécurité à l'intention des passagers • Informe le préposé au suivi des vols

À la page suivante, les SOP dressent ensuite une liste des éléments à effectuer de mémoire si l'aéronef en feu est équipé d'extincteurs d'incendie. Dans ce cas, les éléments à effectuer de mémoire exigent que l'équipage de conduite actionne l'extincteur avant de consulter la liste de vérifications en cas d'arrêt d'urgence du moteur (tableau 4).

Tableau 4. Deuxième page de la procédure d'exploitation normalisée de Keewatin Air en cas d'incendie moteur en vol qui se déclare sur un aéronef équipé d'extincteurs d'incendie (Source : Keewatin Air LP, King Air 200 (BE20) Aircraft Standard Operating Procedures, modification 4 [1^{er} février 2022], section 4.9 : Engine fire in flight, p. 4-13)

Vérifications à effectuer de mémoire en cas d'incendie (pour les aéronefs équipés d'extincteurs)	
PF	PM
« CONFIRM ACTUATE » [CONFIRMER L'ACTIVATION]	<p>« LEFT/RIGHT ENGINE IS ON FIRE. LEFT/RIGHT FIRE EXTINGUISHER » [MOTEUR GAUCHE/DROIT EN FEU. EXTINCTEUR GAUCHE/DROIT]</p> <p>Vide l'extincteur</p>
	« MEMORY CHECKS COMPLETE » [VÉRIFICATIONS À EFFECTUER DE MÉMOIRE TERMINÉES]
<p>« MAX CONTINUOUS POWER » [PUISSEANCE CONTINUE MAXIMALE] (ou puissance requise si la puissance continue maximale n'est pas nécessaire)</p> <p>« EMERGENCY ENGINE SHUTDOWN CHECKLIST » [LISTE DE VÉRIFICATIONS POUR L'ARRÊT D'URGENCE DU MOTEUR]</p>	<p>Règle la puissance continue au maximum</p> <p>« MAX CONTINUOUS POWER SET » [PUISSEANCE CONTINUE RÉGLÉE AU MAXIMUM]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déclare une situation d'urgence auprès de l'ATC • Exécute la liste de vérifications « EMERGENCY ENGINE SHUTDOWN » [ARRÊT D'URGENCE DU MOTEUR] • Déclare une situation d'urgence auprès de l'ATC • Affiche le code 7700 sur le transpondeur • Active le dispositif de suivi par satellite d'urgence • Dispense l'exposé sur les mesures de sécurité à l'intention des passagers • Informe le préposé au suivi des vols

De plus, la liste de vérifications du pilote qui est utilisée dans le poste de pilotage précise les procédures à suivre en cas d'urgence et met en évidence, en gras, les éléments à effectuer de mémoire. La liste de vérifications en cas d'incendie moteur en vol se trouve dans la section « ENGINE FAILURE », qui est divisée en 2 sous-sections : la 1^{re} sous-section est intitulée « EMERGENCY ENGINE SHUTDOWN » et s'applique à diverses situations, dont un incendie ou une panne moteur en vol, et la 2^e sous-section est intitulée « ENGINE FIRE IN FLIGHT ». Les 2 sous-sections renvoient les pilotes à la page A-5 pour consulter la liste de vérifications en vue d'une approche et d'un atterrissage avec un moteur inopérant (figure 8).

Figure 8. Liste de vérifications du pilote de King Air 200 et B200 de Keewatin Air (Source : Keewatin Air LP, Beechcraft King Air Model 200 & B200 With Garmin G1000NXi [révision 0], section E : Emergency procedures, p. E-2)

KING AIR 200 & B200 G1000	
ENGINE FAILURE	
EMERGENCY ENGINE SHUTDOWN	
<p>This procedure applies to the following conditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ENGINE FIRE/FAILURE IN FLIGHT • UNSCHEDULED ENGINE TORQUE INCREASE (Not responsive to power lever movement - ground or flight) • (200 ONLY) ILLUMINATION OF L or R [CHIP DETECT] • PRECAUTIONARY ENGINE SHUTDOWN 	
<p>Affected Engine:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. AP/YD DISC/TRIM INTRPT Button.....PRESS and RELEASE 2. Condition LeverFUEL CUTOFF 3. Propeller LeverFEATHER 4. Fuel Firewall ValveCLOSE 5. Fire Extinguisher (If Installed)ACTUATE 6. Trim TabsMANUALLY ADJUST 7. Autopilot.....RE-ENGAGE (If desired) 8. GeneratorOFF 9. Auto Ignition.....OFF 10. Auto feather (if installed)OFF 11. Brake Deice (if installed)OFF 12. Bleed Air Valve.....INST and ENVIRO OFF 13. Electrical Load.....MONITOR 14. Current Limiter.....CHECK <p>Refer to ONE ENGINE INOPERATIVE APPROACH + LANDING CHECKLIST (Page A-5)</p>	
ENGINE FIRE IN FLIGHT	
<input type="button" value="L ENG FIRE"/> OR <input type="button" value="R ENG FIRE"/>	
<p><i>If visual indication of fire:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ENGINE SHUTDOWN Checklist.....ACCOMPLISH <p><i>If fire persists:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 2. EMERGENCY DESCENTACCOMPLISH (Snuff out fire) <p><i>If no visual indication of fire:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Heading Change (In Bright Sunlight).....45 to 90 degrees <p><i>If annunciator does not extinguish:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 4. EMERGENCY ENGINE SHUTDOWNCONSIDER <p>Refer to ONE ENGINE INOPERATIVE APPROACH + LANDING CHECKLIST (Page A-5)</p>	
Revision 0	E - 2

Dans l'événement à l'étude, les pilotes ont effectué les éléments à effectuer de mémoire 1 à 4 qui étaient écrits en gras dans la liste de vérifications de la sous-section « EMERGENCY ENGINE SHUTDOWN ». Ils n'ont pas exécuté l'élément 5 pour activer l'extincteur d'incendie.

1.17.3 Approche stabilisée

Des recherches internationales menées en 2013 ont indiqué que chez les exploitants aériens commerciaux, entre 3,5 et 4 % des approches étaient non stabilisées¹⁹. De ce nombre, 97 % étaient poursuivies jusqu'à l'atterrissement, et seulement 3 % donnaient lieu à une remise des gaz, malgré les politiques des transporteurs aériens en matière d'approches stabilisées. Comme on l'a rapporté dans des enquêtes antérieures du BST²⁰ et d'autres organismes étrangers, les conséquences négatives des approches non stabilisées comprennent des contacts queue-sol, des sorties en bout de piste et des impacts sans perte de contrôle (CFIT). Grâce à ces connaissances, l'industrie a apporté d'importantes améliorations visant à réduire le nombre d'accidents causés par une approche non stabilisée.

La Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis décrit une approche stabilisée comme étant [traduction] :

un facteur clé d'une approche et d'un atterrissage sécuritaires. La FAA et l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) encouragent les exploitants à utiliser le concept d'approche stabilisée pour aider à éliminer les CFIT. Le concept d'approche stabilisée se caractérise par le maintien d'une vitesse d'approche, d'un taux de descente, d'une trajectoire verticale et d'une configuration stables jusqu'au point d'atterrissement.²¹

La politique de Keewatin Air en matière d'approches stabilisées indique que [traduction] « les approches non stabilisées sont souvent à l'origine d'accidents pendant l'approche et l'atterrissement, y compris ceux avec impact sans perte de contrôle (CFIT) »²².

De plus, les SOP de la compagnie incluent le texte suivant [traduction] :

Une approche est stabilisée lorsqu'elle répond à tous les critères suivants :

- a) L'aéronef se trouve sur la bonne trajectoire de vol;
- b) Seules des rectifications mineures au cap ou au tangage sont requises pour maintenir la bonne trajectoire de vol;
- c) La vitesse de l'aéronef n'est pas supérieure à la VREF [vitesse de référence d'atterrissement] + 20 nœuds de vitesse indiquée et n'est pas inférieure à la VREF au moment de franchir le FAF [repère d'approche finale] ou le FAWP [point de cheminement d'approche finale] à l'arrivée;
- d) L'aéronef est en configuration d'atterrissement finale. Tout changement de configuration d'atterrissement après avoir franchi le FAF ou le FAWP constitue une approche instable et, par conséquent, il faut amorcer une approche interrompue/remise des gaz.

¹⁹ Flight Safety Foundation, « Failure to Mitigate » dans *AeroSafety World* (février 2013).

²⁰ Rapports d'enquête sur la sécurité du transport aérien A20Q0013, A15O0015, A14W0127, A14Q0148, A14F0065, A13O0098, A12Q0161, A12P0034, A12O0005, A12W0004 et A11H0002 du BST.

²¹ Federal Aviation Administration (FAA), *Advisory Circular (AC) 120-108 : Continuous Descent Final Approach* (20 janvier 2011), p. 2, à l'adresse https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_120-108.pdf (dernière consultation le 24 décembre 2025).

²² Keewatin Air LP, *Company Operations Manual*, modification 3 (25 mars 2022), section 7.3.8 : Stable Approach Policy, p. 7-11.

- e) Le taux de descente n'est pas supérieur à 1000 pieds par minute. Si une approche exige une vitesse verticale de descente supérieure à 1000 pieds par minute, un exposé spécial doit avoir lieu;
- f) Le réglage de puissance de l'aéronef est approprié en fonction de sa configuration et ne se trouve pas en deçà de la puissance minimale d'approche définie dans le manuel d'utilisation de l'aéronef;
- g) Tous les exposés verbaux ont été donnés, et toutes les listes de vérifications ont été effectuées. [...]²³

Ces critères figurent également dans les SOP, qui prévoient ce qui suit [traduction] :

Une approche qui devient non stabilisée à une hauteur inférieure à 1000 pieds au-dessus de l'altitude de l'aéroport dans des conditions IMC [conditions météorologiques de vol aux instruments], ou une hauteur inférieure à 500 pieds au-dessus de l'altitude de l'aéroport dans des conditions VMC [conditions météorologiques de vol à vue], exige une remise immédiate des gaz. À la hauteur minimale de stabilisation et en dessous, le pilote surveillant (PM) doit annoncer la remise des gaz si l'un des paramètres de vol dépasse les critères indiqués ci-dessus²⁴. [caractères gras dans l'original]

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Altitude minimale de secteur

L'altitude minimale de secteur (MSA) est "[l']altitude la plus basse qui assure une marge minimale de franchissement de 1000 pi au-dessus de tous les objets situés dans un rayon de 25 NM autour d'une aide radio à la navigation ou un point spécifié [c'est-à-dire, un point de cheminement situé près de l'aérodrome]."²⁵

Dans l'événement à l'étude, la MSA de la zone était de 3100 pieds ASL, soit l'altitude à laquelle l'ATC a donné son autorisation. L'aéronef s'est mis en palier à environ 2200 pieds ASL, restant en dessous de la MSA pendant son retour à CYYR.

1.18.2 Calcul de performance de freinage de l'aéronef

Le manuel de vol de l'aéronef King Air B200/B200C comprend des tableaux de performance d'atterrissage indiquant les distances d'atterrissage conventionnelles²⁶. Ces tableaux fournissent des données d'atterrissage avec ou sans inversion des hélices, et avec les volets rentrés ou complètement sortis. Les tableaux partent du principe que la piste est sèche. Le manuel de vol de l'aéronef ne fournit aucun tableau pour les pistes mouillées ou encore pour les atterrissages avec un seul moteur.

²³ Ibid., section 6.24.4 : Stabilized Approaches, p. 6-53.

²⁴ Ibid.

²⁵ Transports Canada, TP 14371, *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC), GEN – Généralités (21 mars 2024), section 5.1 : Glossaire de terminologie aéronautique.

²⁶ Raytheon Aircraft Company, *Beechcraft Super King Air B200 & B200C Pilot's Operating Handbook and FAA Approved Flight Manual* (révisé en août 2004), section V : Systems Description, p. 5-120 à 5-124.

Les enquêteurs ont calculé la distance d'atterrissage au moment de l'événement à l'étude à l'aide de tableaux et de valeurs de performance et ont déterminé que, pour un atterrissage sans inversion des hélices sur une piste sèche en configuration de volets complètement sortis (avec les deux moteurs en marche), la course à l'atterrissage s'effectuerait sur environ 1600 pieds.

L'équipe d'enquête a demandé à Textron Aviation de fournir au BST les valeurs de performance de freinage dans des scénarios de piste sèche et de piste mouillée parce qu'il n'existe aucune données publiées sur piste mouillée pour l'aéronef de l'événement à l'étude. Pour estimer les conditions de piste mouillée, le constructeur de l'aéronef a utilisé les consignes et les données du Beechcraft Super King Air (B300) afin de déterminer des chiffres approximatifs pour l'aéronef B200. L'atterrissage est divisé en 2 segments distincts : la distance dans les airs et la course à l'atterrissage. Les calculs sont fondés sur l'état de la piste et sur la question de savoir si l'inversion de poussée est utilisée. La course à l'atterrissage est calculée en partant du principe qu'il y a une décélération constante et est corrigé pour tenir compte de la pente de la piste.

Textron Aviation a utilisé les spécifications suivantes pour déterminer les distances :

- Température : 4 °C;
- Poids : 12 500 livres;
- Vents : vent arrière de 2 nœuds;
- Pente : 0°;
- Taux de descente sans inversion de poussée : -800 pi/min;
- Taux de descente avec inversion de poussée : -1000 pi/min.

Le tableau 5 présente les valeurs de performance fournies par Textron Aviation.

Tableau 5. Distances dans les airs et de course à l'atterrissage de l'aéronef King Air B200 sur des pistes sèches et mouillées, avec et sans inversion de poussée (Source : Textron Aviation Inc.) Les données fournies dans ce tableau ne peuvent pas être utilisées aux fins de planification de vol.

Moteurs	État de piste	Distance dans les airs (en pieds)	Course à l'atterrissage (en pieds)	Distance totale (en pieds)
Multimoteur sans inversion de poussée	Sèche	1100	1700	2800
	Mouillée	1100	3200	4300
Multimoteur avec inversion de poussée	Sèche	1000	1100	2100
	Mouillée	1000	2100	3100

La distance la plus pertinente pour le vol à l'étude serait celle d'un aéronef multimoteur atterrissant sur une piste mouillée sans inversion de poussée, ce qui donnerait une distance de course à l'atterrissage de 3200 pieds. Cependant, l'aéronef à l'étude a atterri avec un seul moteur et une application irrégulière de l'inversion de poussée.

Une utilisation limitée de l'inversion de poussée fait en sorte que la distance nécessaire pour la course à l'atterrissage est plus longue. Par conséquent, les enquêteurs n'ont pas pu

déterminer avec précision la distance réelle dont l'aéronef a eu besoin pour s'arrêter; cependant, une fois que l'aéronef a touché le sol, la longueur maximale restante de la piste était de 1975 pieds (± 200 pieds).

1.18.3 Hydroplanage

L'hydroplanage, également appelé « aquaplanage », survient lorsqu'une couche d'eau se forme entre les pneus de l'avion et la surface de la piste, ce qui entraîne une perte d'adhérence et empêche l'avion de répondre aux commandes telles que la direction ou le freinage.

En général, on distingue 3 types d'hydroplanage, décrits comme suit :

- Un *hydroplanage visqueux* survient à une vitesse relativement faible sur une piste mouillée. La friction entre le pneu et la piste est réduite, mais pas au point d'empêcher la rotation de la roue.
- Un *hydroplanage dû à la dévulcanisation du caoutchouc* survient lorsqu'une roue bloquée se met à glisser sur la surface de la piste. Cela génère assez de chaleur pour transformer l'eau en vapeur et faire fondre le caoutchouc de manière à ce qu'il retrouve son état non vulcanisé. Seul ce type d'hydroplanage laisse une marque nette sur la bande de roulement du pneu qui ressemble à une brûlure (un endroit où le caoutchouc est dévulcanisé) et possiblement des endroits sur la piste qui ont été nettoyés à la vapeur lorsque suffisamment de chaleur est générée par la friction entre le pneu et la piste pour transformer l'eau en vapeur.
- Un *hydroplanage dynamique* survient lorsque le pneu se soulève de la surface et glisse sur une couche d'eau, comme le feraient des skis nautiques. Étant donné que des conditions extrêmes sont requises pour amorcer et maintenir un hydroplanage dynamique, ce phénomène se produit rarement. Lorsque l'hydroplanage dynamique se produit, il soulève complètement le pneu de la piste et provoque une perte considérable de friction entre le pneu et la surface de la piste. Dans ces conditions, la rotation des roues pourrait ne pas se produire et les forces de freinage seraient négligeables.

Le laboratoire du BST a déterminé qu'il était fort probable qu'un hydroplanage dynamique se soit produit au cours des 3 premières secondes suivant le toucher des roues. En conséquence, il est possible que, pendant ces 3 secondes, l'aéronef ait eu une capacité de freinage minimale, ce qui aurait fait augmenter la distance de course à l'atterrissement nécessaire.

Des indications d'un aquaplanage dû à la dévulcanisation du caoutchouc ont été remarquées sur chacun des 4 pneus du train d'atterrissement principal. Compte tenu du dérapage latéral qui s'est produit, l'aéronef n'avait probablement pas de traction pendant les derniers stades de la course à l'atterrissement, et sa capacité de freinage aurait donc été réduite, ce qui aurait encore rallongé la distance de course à l'atterrissement.

1.18.4 Compromis entre la vitesse et la précision

Le compromis entre la vitesse et la précision est la constatation qu'en raison des capacités cognitives limitées, la vitesse à laquelle une tâche est effectuée a une incidence directe sur la précision avec laquelle cette tâche est effectuée²⁷. En général, les tâches peuvent être accomplies rapidement avec plus d'erreurs ou lentement avec moins d'erreurs; la vitesse ou la précision sera sacrifiée lorsque l'autre sera privilégiée. On peut constater le compromis entre la vitesse et la précision dans les tâches motrices et physiques simples²⁸ et dans les tâches cognitives complexes, y compris le pilotage d'un aéronef²⁹.

Les compromis entre la rapidité et la précision se présentent souvent dans les situations où les personnes doivent agir sous la contrainte de temps. Par exemple, un pilote stressé par une situation d'urgence peut accomplir rapidement une série de tâches, mais en commettant des erreurs (p. ex. mauvais ordre des sous-tâches, écarts considérables par rapport aux limites de ce qui est acceptable). Cependant, l'ampleur du compromis entre la rapidité et la précision peut être réduite en acquérant de l'expérience dans une tâche par la pratique³⁰. Ainsi, à vitesse d'exécution constante, une tâche souvent pratiquée sera accomplie avec moins d'erreurs qu'une tâche moins souvent pratiquée.

1.18.5 Rétrécissement de la cognition

Les limites de l'attention humaine sont responsables de l'effet de rétrécissement de la cognition. Nos attentes et nos expériences déterminent la manière dont notre attention se concentre sur certains renseignements plutôt que d'autres dans l'environnement. Lorsque les renseignements de l'environnement sont ignorés, ils n'atteignent jamais le stade où une personne en prend conscience. Cet échec dans le traitement des renseignements mène à une cécité inattentionnelle³¹, un phénomène dans lequel certains renseignements ne sont pas traités, bien qu'ils soient bien en vue. Un pilote d'aéronef peut donc être fonctionnellement aveugle à de l'information clairement visible sur son écran de vol lorsque son attention est exclusivement concentrée sur autre chose.

1.18.6 Biais de confirmation

Les décideurs humains ont tendance à s'appuyer sur des heuristiques — ou des raccourcis — afin de simplifier le processus de séparation du signal (c.-à-d. les renseignements qui

²⁷ P. M. Fitts, « The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement », *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 47, No. 6 (juin 1954), p. 381 à 391.

²⁸ J. T. Fairbrother, *Fundamentals of Motor Behavior* (2010).

²⁹ C. D. Wickens, M. A. Vidulich, et P. S. Tsang, « Information processing in aviation », dans J. R. Keebler, E. H. Lazzara, K. A. Wilson et al. (rév.), *Human Factors in Aviation and Aerospace* (Academic Press, 2023), p. 89 à 139.

³⁰ M. Kasiri, E. Biffi, E. Ambrosini et al., « Improvement of speed-accuracy tradeoff during practice of a point-to-point task in children with acquired dystonia », *Journal of Neurophysiology* (2 octobre 2023), Vol. 130, No 4, p. 931 à 940.

³¹ A. Mack et I. Rock, *Inattentional Blindness* (The MIT Press, 1998).

sont pertinents pour leur décision) du bruit (c.-à-d. les renseignements qui sont ambigus ou non pertinents). Ces raccourcis mentaux sont bénéfiques en ce sens qu'ils mènent souvent à la prise de décisions rapides et précises, mais ils sont aussi vulnérables à de nombreuses formes de biais cognitifs, lesquels peuvent entraîner des erreurs. Un biais de confirmation est un biais cognitif dans lequel des preuves ambiguës ou non diagnostiques sont interprétées comme étant cohérentes avec des croyances ou des hypothèses existantes³². Par exemple, si un pilote pense que son aéronef subit une panne mécanique, il est probable que certains des renseignements traités par ce pilote – qui, dans des conditions normales d'exploitation, seraient mentalement classées comme étant ambiguës ou non associées à une panne mécanique – soient désormais interprétés comme des preuves confirmant cette panne mécanique.

En outre, on a démontré que le biais de confirmation peut se manifester dans diverses modalités sensorielles. Par exemple, les renseignements olfactifs (c.-à-d. l'odorat) peuvent influencer une décision qui repose principalement sur des renseignements visuels, et vice versa. Le lien intermodal entre les sens olfactif et visuel est interprété comme étant un mécanisme cognitif par lequel les signaux olfactifs guident l'attention visuelle³³.

1.18.7 Prise de décisions fondées sur la reconnaissance

La prise de décisions fondée sur la reconnaissance (*recognition-primed decision making*, ou RPD) est un modèle théorique qui a été mis au point pour expliquer comment les gens prennent des décisions efficaces dans des environnements complexes et dynamiques.³⁴ La RPD propose que les décisions sont fondées sur ce que les gens perçoivent du monde, et cette perception dépend de ce sur quoi ils portent leur attention. De plus, le modèle RPD part du principe que le contrôle des ressources d'attention constitue un compromis implicite entre l'attention portée aux stimuli attendus et le fait de se préparer à encoder des renseignements contradictoires qui pourraient contraindre l'observateur à s'écartier de son interprétation actuelle de la situation.

Dans la plupart des cas, la décision d'un observateur repose sur le 1^{er} modèle — ou schéma — mental qui correspond à sa perception de l'environnement extérieur. Cette approche décisionnelle échappe en grande partie au contrôle conscient de l'observateur et s'est développée pour permettre à l'expérience passée et aux connaissances accumulées de guider les humains dans des situations qui exigent des réactions rapides. La solution de recharge consiste à scruter l'environnement avec un contrôle attentionnel délibéré afin de distinguer un signal potentiellement significatif parmi les bruits de fond, de traiter le signal pour déterminer sa pertinence par rapport à la situation actuelle, puis d'intégrer le signal

³² R. S. Nickerson, « Confirmation bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises », *Review of General Psychology*, Vol. 2, No. 2 (1998), p. 175 à 220.

³³ A. Seigneuric, K. Durand, T. Jiang et al., « The nose tells it to the eyes: Crossmodal associations between olfaction and vision », *Perception*, Vol. 39 (2010), p. 1541 à 1554.

³⁴ G. A. Klein, « A recognition-primed decision (RPD) model of rapid decision making », *Decision Making in Action: Models and Methods*, section B : Models of naturalistic decision making, article 6 (1993), p. 138 à 147.

pertinent à un modèle mental mis à jour. La solution de rechange à la RPD est un processus plus laborieux et plus long qui exige que l'observateur analyse son environnement pour y relever les renseignements pertinents. Cette solution de rechange est souvent contre-productive dans les situations qui exigent une prise de décision rapide (p. ex. le pilotage d'un aéronef). En effet, se fier à cette approche plus lente et plus laborieuse peut être préjudiciable dans des conditions de charge de travail élevée, où d'autres tâches concurrentes de grande importance exigent des réactions rapides et précises.

2.0

ANALYSE

L'équipage de conduite dans l'événement à l'étude possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur, et rien n'indique que sa performance a été dégradée par la fatigue. L'enquête n'a permis de relever aucun problème lié à l'équipement, à la maintenance ou à la certification de l'aéronef qui aurait pu empêcher le fonctionnement normal de l'aéronef durant le vol à l'étude, et aucun signe d'un incendie moteur n'a été relevé pendant l'enquête.

L'inspection après l'événement a révélé des signes d'usure par frottement du faisceau de fils du détecteur de flammes inférieur arrière du moteur gauche, ce qui a probablement entraîné un contact électrique avec la cloison pare-feu de ce moteur et déclenché l'indication d'incendie. Par conséquent, l'analyse portera sur la réaction de l'équipage de conduite lorsqu'il a reçu l'indication d'incendie moteur, les facteurs liés à l'urgence d'atterrir, la perception des risques et la prise de décision par l'équipage de conduite (y compris les écarts par rapport aux critères d'approche stabilisée) et, enfin, la formation sur une flotte d'aéronefs dotés d'équipements différents.

2.1

Indication d'incendie moteur

L'aéronef a fait une escale sans incident à l'aéroport de Goose Bay (CYYR) (Terre-Neuve-et-Labrador) aux fins de ravitaillement. Compte tenu des vents faibles, l'équipage de conduite avait la possibilité de décoller de la piste 26, qui est alignée avec sa destination et exige moins de circulation au sol. Après le décollage, effectué à 2 h 06, alors que l'aéronef franchissait 700 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL), le voyant annonciateur d'incendie du moteur gauche s'est allumé.

En plus de voir s'allumer le voyant clignotant principal et le voyant annonciateur d'incendie moteur, l'équipage de conduite a perçu une odeur de fumée pendant le décollage.

L'équipage de conduite a donc cru que le moteur gauche était en feu. L'interprétation de la situation par l'équipage de conduite a probablement été influencée par un biais de confirmation. Dans des circonstances normales et en l'absence d'autres signes d'incendie, l'odeur de brûlé non spécifique aurait peut-être été perçue comme moins importante. Cependant, avec l'allumage du voyant clignotant principal et du voyant annonciateur d'incendie moteur, cette odeur a été interprétée comme étant la confirmation qu'il y avait un incendie moteur. L'équipage de conduite a donc cru que la meilleure chose à faire était de retourner à l'aéroport le plus rapidement possible. Pendant le retour précipité vers l'aéroport, l'équipage de conduite a omis de consulter la liste de vérifications d'urgence.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

L'allumage du voyant annonciateur d'incendie moteur et la perception d'une odeur de brûlé ont mené l'équipage de conduite à croire que le moteur gauche était en feu. Cette croyance a

contribué à la réaction rapide de l'équipage de conduite et à son empressement à atterrir le plus rapidement possible.

2.2 Facteurs associés à l'urgence d'atterrir

2.2.1 Altitude minimale de secteur

L'altitude minimale de secteur (MSA) offre une marge de sécurité pour protéger les aéronefs et assure une marge minimale de franchissement de 1000 pieds au-dessus de tous les obstacles situés dans un rayon de 25 milles marins (NM) autour d'une aide radio à la navigation ou d'un point de cheminement situé près de l'aérodrome.

Deux minutes avant l'événement, les conditions météorologiques signalées consistaient en une couche de nuages fragmentée à 1460 pieds ASL (1300 pieds AGL) et une couche nuageuse à 2660 pieds ASL (2500 pieds AGL). La MSA de la zone était de 3100 pieds ASL, altitude à laquelle le contrôle de la circulation aérienne (ATC) avait autorisé l'aéronef à voler. L'aéronef s'est mis en palier à 2200 pieds ASL, restant sous la MSA pendant le retour à CYYR.

L'ATC a demandé à l'équipage de conduite s'il souhaitait avoir un vecteur radar. L'équipage de conduite a accepté l'offre de vecteurs de l'ATC, et le contrôleur a autorisé l'aéronef à monter à 3100 pieds ASL et à virer à droite pour se diriger vers le nord. L'équipage de conduite a décidé de maintenir une altitude en dessous de ce couvert nuageux et a déclaré avoir un contact visuel avec le sol. Cependant, en raison de la couche de nuages fragmentée, l'équipage a eu de la difficulté à maintenir un contact visuel continu avec le sol tout au long des vecteurs jusqu'à l'approche finale.

Les repères visuels sont considérablement réduits la nuit, surtout dans les zones où l'éclairage au sol est minime, ce qui rend plus difficile la perception du relief et l'évaluation de la proximité du sol. Le pilotage dans des conditions de visibilité réduite augmente la charge de travail de l'équipage de conduite, surtout lorsqu'il doit manœuvrer pour rester dans des conditions météorologiques de vol à vue en naviguant autour des couches nuageuses pour maintenir le contact visuel avec le sol.

Fait établi quant aux risques

Si les équipages de conduite effectuant un vol selon les règles de vol aux instruments (IFR), de nuit, et dans des zones où les nuages sont bas et l'éclairage au sol est minime, choisissent de maintenir des repères visuels à la surface plutôt que de monter à la MSA lorsqu'ils sont confrontés à une situation d'urgence au décollage, il y a un risque accru d'impact sans perte de contrôle (CFIT).

2.2.2 Compromis entre la vitesse et la précision

L'empressement à revenir sur la piste en raison de la perception d'un incendie moteur a poussé l'équipage de conduite à prioriser la vitesse plutôt que la précision des tâches, ce qui a entraîné un compromis entre la vitesse et la précision. La priorisation par l'équipage de conduite de retourner à l'aéroport le plus vite possible s'est manifestée par la décision de

poursuivre le vol dans des conditions météorologiques de vol à vue et de rester à une altitude plus basse, au lieu de suivre l'instruction donnée par l'ATC de monter à 3100 pieds ASL. Elle a également engendré d'importants sacrifices en matière de précision des tâches. Plus précisément, l'équipage de conduite a négligé certaines tâches essentielles, y compris l'exécution des listes de vérifications (listes de vérifications pour un incendie moteur en vol, pour l'arrêt du moteur et pour une approche et un atterrissage avec un moteur inopérant), et par conséquent, l'approche n'était pas stabilisée.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

La décision de l'équipage de conduite de retourner rapidement à l'aéroport a entraîné un compromis entre la vitesse et la précision qui a contribué à la décision de voler sous la MSA, à l'omission des listes de vérifications et aux écarts par rapport aux critères d'approche stabilisée.

2.3

Perception du risque et prise de décision de l'équipage de conduite

Lors de la phase finale du retour à l'aéroport, l'équipage de conduite a probablement été soumis à une charge de travail mentale élevée en raison de la perception de l'incendie moteur, de la contrainte de temps et du manque de familiarité avec l'aéroport et le relief. Lorsque l'équipage de conduite a établi le repère visuel avec la piste à 0,8 NM de celle-ci et à environ 1350 pieds ASL, il a dû rapidement prendre la décision de poursuivre l'atterrissage ou d'effectuer une remise des gaz avec un seul moteur. Il a décidé d'atterrir.

Au point de décision situé à 0,8 NM, l'équipage de conduite a été confronté à la tâche difficile d'évaluer plusieurs priorités concurrentes et les différents résultats possibles. Parmi ces facteurs figurait la comparaison du risque posé par une remise des gaz à un seul moteur, alors que l'on croyait que l'autre moteur était en feu, par rapport au risque posé par une descente rapide pour atterrir sur une piste mouillée avec une capacité de freinage réduite, du fait qu'il ne disposait que d'un seul moteur opérationnel pour appliquer l'inversion de poussée.

Même si les deux options — atterrir ou effectuer une remise des gaz — comportaient des risques, l'équipage de conduite a estimé que la remise des gaz avec un seul moteur et un aéronef potentiellement en feu présentait un risque plus élevé que l'atterrissage, même si l'aéronef ne répondait pas aux critères d'approche stabilisée. L'équipage de conduite a peut-être aussi intégré inconsciemment sa connaissance de la longueur de la piste à son processus décisionnel, puisqu'il venait de décoller de cette même piste. Ainsi, l'équipage de conduite a possiblement surestimé l'importance du filet de sécurité que procurait la longueur de la piste d'atterrissage et aurait peut-être pris une décision différente si la piste avait été plus courte.

La décision d'atterrir a fait que l'aéronef a franchi le seuil de piste à environ 400 pieds AGL (560 pieds AGL), à une vitesse de 200 nœuds et un taux de descente de plus de 2300 pi/min. D'après la masse et la configuration de l'aéronef à l'atterrissage, avec les volets en position d'approche et un moteur hors service, la vitesse cible et la vitesse d'approche est de 103 nœuds. Les procédures d'exploitation normalisées (SOP) indiquent que la vitesse de

l'aéronef n'est pas supérieure à la V_{ref} (vitesse de référence d'atterrissage) + 20 noeuds de vitesse indiquée et n'est pas inférieure à la V_{ref} au moment de franchir le repère d'approche finale ou le point de cheminement d'approche finale à l'arrivée. Le taux de descente était supérieur à 2300 pi/min; cependant, les SOP prévoient qu'il ne doit pas dépasser 1000 pi/min et que, si une approche nécessite un taux de descente supérieur à 1000 pi/min, l'équipage de conduite doit mener un exposé spécial.

L'aéronef s'est posé sur la piste mouillée à environ 9075 pieds du seuil de la piste 08, avec 1975 pieds de piste restants, à une vitesse de 96 noeuds. L'aéronef a fait de l'hydroplanage et subi une poussée asymétrique en raison du recours à l'inversion de poussée sur le moteur droit. Le constructeur (Textron Aviation Inc.) ne disposait pas de calculs de la performance à l'atterrissage dans des conditions d'atterrissage avec un moteur inopérant et une inversion de poussée asymétrique. Après l'événement, Textron Aviation Inc. a fourni des calculs fondés sur un aéronef de configuration similaire; ces calculs ont permis de confirmer que l'aéronef ne disposait pas d'une distance suffisante pour s'arrêter sur la piste mouillée.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

L'équipage de conduite a poursuivi l'approche et l'atterrissage malgré une vitesse anémométrique et un taux de descente excessifs, qui dépassaient les critères d'approche stabilisée. Combinés à la piste mouillée et à l'inversion de poussée asymétrique, ces paramètres d'approche ont accru la distance d'atterrissage nécessaire et ont entraîné la sortie en bout de piste de l'aéronef.

2.4

Formation

Les équipages de conduite suivent chaque année un entraînement sur simulateur de vol, qui leur offre la possibilité de s'exercer aux procédures anormales et aux procédures d'urgence. Le simulateur utilisé pour former l'équipage de conduite de l'événement à l'étude n'était pas doté des interrupteurs de commande des extincteurs d'incendie moteur. Keewatin Air LP (Keewatin Air) exploite 15 Beechcraft King Air B200 (King Air B200), dont 5 sont équipés de systèmes extincteurs d'incendie moteur. Cependant, l'équipage de conduite pensait que seuls 2 aéronefs étaient équipés de ce système et que l'aéronef de l'événement à l'étude n'en faisait pas partie, ce qui fait ressortir des lacunes dans la connaissance opérationnelle de la flotte.

Les SOP de Keewatin Air fournissent des directives précises sur l'ordre dans lequel la liste de vérifications doit être suivie. Les SOP comprennent des éléments à effectuer de mémoire propres à certaines défaillances, la liste de vérifications du pilote pour ces défaillances, des mises en garde et des précautions d'atterrissage (à revoir pendant l'exposé d'approche). La SOP en cas d'incendie moteur en vol décrit la phraséologie et correspond aux éléments à effectuer de mémoire écrits en gras sur la liste de vérifications du pilote, à l'exception de l'extincteur d'incendie (s'il est installé) à vider. Une fois que la fermeture du robinet d'arrêt de la cloison pare-feu a été confirmée et que l'état d'incendie a été vérifié, la SOP stipule « MEMORY CHECK COMPLETE » [VÉRIFICATIONS À EFFECTUER DE MÉMOIRE

TERMINÉES] L'équipage de conduite déclarera alors « MAX CONTINUOUS POWER » [PUISSEANCE CONTINUE MAXIMALE] et annoncera ensuite « EMERGENCY ENGINE SHUTDOWN CHECKLIST » [LISTE DE VÉRIFICATIONS POUR L'ARRÊT D'URGENCE DU MOTEUR]. À la page suivante, on trouve des éléments supplémentaires pour [traduction] « les vérifications à effectuer de mémoire en cas d'incendie (pour les aéronefs équipés d'extincteurs) ». Les mesures à prendre consistent à confirmer et à actionner l'extincteur gauche ou droit. L'ordre dans lequel la SOP est rédigée peut amener l'équipage de conduite à oublier l'élément relatif à l'extincteur d'incendie.

Lorsque les équipages de conduite travaillent dans des conditions de charge de travail élevée (p. ex. lorsqu'ils se préparent à un atterrissage d'urgence), ils sont susceptibles de se rabattre sur leur formation lorsqu'ils doivent accomplir une série de mesures et prendre des décisions rapidement. Cette constatation est cohérente avec le modèle de prise de décisions fondée sur la reconnaissance, qui avance que les décisions sont fondées sur le premier schéma qui est représentatif de l'environnement actuel. Même si Keewatin Air dispensait à ses pilotes une formation au sol pour leur permettre de reconnaître le système d'extinction incendie des aéronefs de la flotte de la compagnie, il se peut que les pilotes, soumis à une charge de travail mentale élevée, se soient automatiquement rabattus sur leur entraînement précédent, répété souvent, sur un simulateur qui n'était pas équipé d'un système d'extinction incendie. Par conséquent, la tâche consistant à activer l'extincteur d'incendie ne s'est peut-être jamais intégrée à leur schéma pour l'exécution d'un atterrissage d'urgence avec un incendie moteur potentiel.

Le voyant annonciateur principal et le voyant annonciateur d'incendie moteur étant allumés, l'équipage de conduite a exécuté les éléments à effectuer de mémoire, mais n'a pas actionné l'extincteur d'incendie. Qu'il s'agisse d'un choix conscient découlant de la croyance qu'il n'était pas nécessaire d'activer l'extincteur, puisqu'aucune flamme n'était visible ou d'une omission due au fait qu'ils ne savaient pas que l'aéronef était équipé d'extincteurs, le résultat est que l'extincteur n'a pas été actionné.

Même si la lentille d'incendie moteur de l'interrupteur de commande du système d'extincteur était allumée et se trouvait dans le champ de vision de l'équipage de conduite, il est possible que ce dernier ait été fonctionnellement aveugle à ce voyant en raison du rétrécissement de cognition. Autrement dit, l'attention visuelle des pilotes pourrait avoir été captée et retenue par d'autres stimuli visuels présents sur l'écran antiéblouissement (p. ex. les voyants d'incendie moteur) qui étaient sans doute plus évidents sur le plan visuel.

Fait établi quant aux risques

Si les aéronefs et les simulateurs de vol sont équipés différemment — par exemple, si des interrupteurs de commande des extincteurs d'incendie moteur sont installés dans l'un, mais pas dans l'autre —, il existe un risque que les équipages de conduite ne sachent pas si un système est disponible dans l'aéronef qu'ils pilotent, surtout dans des conditions de charge mentale élevée, comme dans une situation d'urgence.

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. L'allumage du voyant annonciateur d'incendie moteur et la perception d'une odeur de brûlé ont mené l'équipage de conduite à croire que le moteur gauche était en feu. Cette croyance a contribué à la réaction rapide de l'équipage de conduite et à son empressement à atterrir le plus rapidement possible.
2. La décision de l'équipage de conduite de retourner rapidement à l'aéroport a entraîné un compromis entre la vitesse et la précision qui a contribué à la décision de voler sous l'altitude minimale de secteur, à l'omission des listes de vérifications et aux écarts par rapport aux critères d'approche stabilisée.
3. L'équipage de conduite a poursuivi l'approche et l'atterrissage malgré une vitesse anémométrique et un taux de descente excessifs, qui dépassaient les critères d'approche stabilisée. Combinés à la piste mouillée et à l'inversion de poussée asymétrique, ces paramètres d'approche ont accru la distance d'atterrissage nécessaire et ont entraîné la sortie en bout de piste de l'aéronef.

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. Si les équipages de conduite effectuant un vol selon les règles de vol aux instruments, de nuit, et dans des zones où les nuages sont bas et l'éclairage au sol est minime, choisissent de maintenir des repères visuels à la surface plutôt que de monter à l'altitude minimale de secteur lorsqu'ils sont confrontés à une situation d'urgence au décollage, il y a un risque accru d'impact sans perte de contrôle.
2. Si les aéronefs et les simulateurs de vol sont équipés différemment — par exemple, si des interrupteurs de commande des extincteurs d'incendie moteur sont installés dans l'un, mais pas dans l'autre —, il existe un risque que les équipages de conduite ne sachent pas si un système est disponible dans l'aéronef qu'ils pilotent, surtout dans des conditions de charge mentale élevée, comme dans une situation d'urgence.

4.0 MESURES DE SÉCURITÉ

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 Keewatin Air LP

Keewatin Air LP (Keewatin Air) a mené une enquête interne sur cet événement. Les mesures correctives suivantes ont été prises :

1. Examen de la formation de l'équipage

L'équipage de conduite de l'événement à l'étude a participé à une évaluation de sa formation après l'incident. Son processus décisionnel, la façon dont il a composé avec l'urgence et son respect des critères d'approche stabilisée ont fait l'objet d'un examen détaillé avec le service de la formation au vol. L'équipage de conduite a reçu une formation au sol supplémentaire mettant l'accent sur les sujets susmentionnés. En outre, l'équipage de conduite a reçu une formation sur simulateur pour insister sur les procédures correctes à suivre lors du vol à l'étude et pour s'assurer que l'équipage de conduite était à l'aise de reprendre du service.

2. Améliorations à la formation des pilotes

Dans la formation récurrente, on met davantage l'accent sur :

- la gestion des approches anormales et la mise en application de la remise des gaz lorsque les critères d'approche stabilisée ne sont pas satisfaits;
- la planification de la performance sur les pistes mouillées ou contaminées, en particulier dans des scénarios où l'aéronef a un moteur inopérant;
- l'utilisation efficace des dispositifs de freinage disponibles tout en réduisant au minimum les problèmes de maîtrise en direction;
- l'intégration de l'accident dans une étude de cas sur la gestion des ressources de l'équipage (CRM) que tous les pilotes de Keewatin Air reçoivent;
- l'examen de la formation et de la confirmation des différences entre les aéronefs dans la formation au sol.

3. Améliorations aux procédures

Les procédures d'exploitation normalisées (SOP) et les programmes de formation de Keewatin Air ont été mis à jour afin de renforcer les lignes directrices sur les évaluations de la performance à l'atterrissage lors des opérations anormales, et de garantir que les équipages de conduite sont prêts à prendre des décisions rapides lorsque les conditions dépassent les limites d'une approche stabilisée.

4. Suivi de la maintenance

- Des vérifications de contrôle de la qualité (CQ) ont été réalisées sur les aéronefs suivants : C-FMBO, C-GMBT, C-GKAO, C-FSPN, et C-GYSR. Aucune anomalie n'a été relevée.
- Keewatin Air a instauré des vérifications proactives constantes de CQ. Si un problème est relevé lors de ces examens, une formation corrective ciblée sera fournie au personnel concerné.

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 7 janvier 2026. Le rapport a été officiellement publié le 21 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.