



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A19W0052

PERTE DE PUISSANCE DU MOTEUR ET ATERRISSAGE FORCÉ

Buffalo Airways Ltd.

Douglas DC3C-S1C3G, C-GJKM

Aéroport de Hay River/Merlyn Carter (Territoires du Nord-Ouest)

3 mai 2019

Déroulement du vol

Le 3 mai 2019, à 7 h 41¹, le Douglas DC3C-S1C3G (immatriculation C-GJKM, numéro de série 13580), exploité par Buffalo Airways Ltd. (Buffalo Airways), a quitté l'aéroport de Hay River/Merlyn Carter (CYHY) (Territoires du Nord-Ouest) pour effectuer un vol régulier de transport de marchandises en régime de vol aux instruments à destination de l'aéroport de Yellowknife (CYZF) (Territoires du Nord-Ouest), avec 2 membres d'équipage de conduite à bord. Le commandant de bord était le pilote aux commandes (PF), et le premier officier (PO) était le pilote qui n'est pas aux commandes (PNF).

La visibilité au moment du départ était de 4 milles terrestres (SM) dans de la neige faible. Quelques minutes plus tard, la visibilité a diminué à 1,5 SM dans de la neige faible, avec un plafond à 3500 pieds au-dessus du sol².

Après le départ, pendant que l'avion franchissait 1200 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL)³ en montée pour atteindre une altitude de croisière de 5000 pieds ASL, l'équipage de conduite a achevé la liste de vérification après décollage et réglé le réchauffeur de carburateur à 20 °C.

Pendant que le PO réglait le réchauffeur de carburateur, l'équipage a constaté une diminution de la pression d'huile dans le moteur gauche (Pratt & Whitney R-1830-92). Quelques instants plus tard, l'équipage de conduite a aussi constaté des indications de températures d'huile et de culasse de cylindre en hausse pour le moteur gauche. Le commandant de bord a ordonné au PO de joindre le

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée des Rocheuses (temps universel coordonné moins 6 heures).

² D'après le message d'observation météorologique spéciale d'aérodrome (SPECI) de 7 h 44 pour CYHY.

³ L'élévation de l'aéroport CYHY est de 541 pieds ASL.

centre de contrôle régional pour déclarer une urgence (PAN PAN⁴) et demander l'autorisation de retourner à CYHY; le PO a exécuté l'ordre. Le manuel de vol de l'avion ne contient aucune procédure relative aux indications moteur anormales.

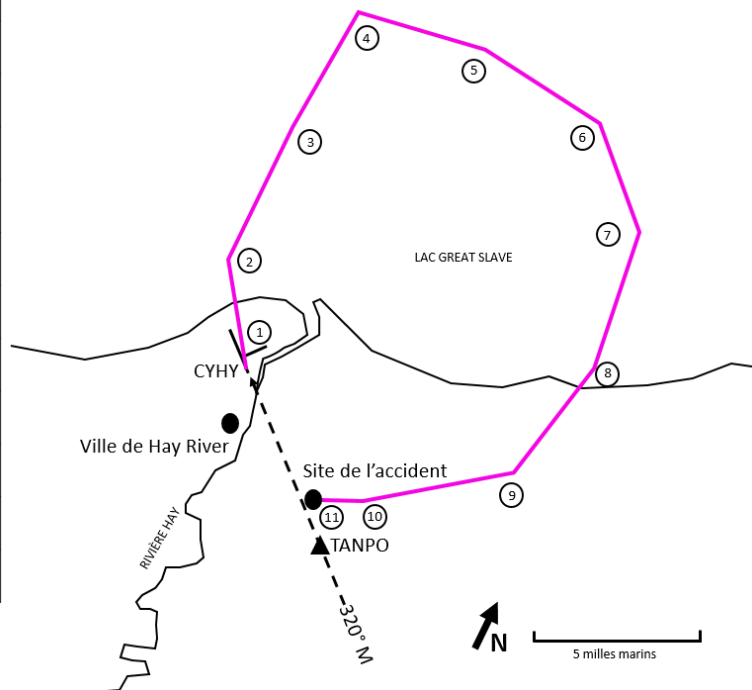
L'avion était muni d'un dispositif de suivi des vols par satellite qui transmettait les renseignements suivants toutes les 2 minutes :

- Vitesse sol moyenne
- Trajectoire moyenne
- Altitude moyenne selon le système de positionnement mondial (GPS)

La figure 1 montre la trajectoire de l'avion d'après les données récupérées du dispositif de suivi par satellite.

Figure 1. Renseignements de suivi par satellite récupérés du vol à l'étude. La ligne magenta représente la trajectoire de l'avion. (Source : BST, d'après les données reçues de Latitude Technologies Corporation)

Point	Heure	Vitesse sol (nœuds)	Trajectoire (degrés magnétiques)	Altitude GPS (pieds ASL)
1	0741:11	52	317	525
2	0743:10	108	14	1345
3	0745:10	114	6	1969
4	0747:10	112	56	1969
5	0749:10	119	130	1903
6	0751:10	101	59	1345
7	0753:10	118	158	1214
8	0755:10	120	177	1148
9	0757:11	103	211	1181
10	0759:11	85	259	820
11	0801:01	42	215	525



Au moment où l'avion a atteint une altitude de 1969 pieds ASL (figure 1, point 3), le commandant de bord a réduit la puissance du moteur gauche et a augmenté la puissance du moteur droit à la

⁴ Selon TERMINAV, une urgence s'agit d'un « [é]tat concernant la sécurité d'un aéronef ou de tout autre véhicule, ou celle d'une personne se trouvant à bord ou en vue, mais qui n'est pas caractérisé par la nécessité d'une assistance immédiate. Le signal d'urgence est PAN PAN prononcé de préférence trois fois ». (Source : NAV CANADA, Base de données terminologique TERMINAV, à l'adresse <http://www1.navcanada.ca/logiterm/addon/terminav/termino.php> [dernière consultation le 4 décembre 2019]).

puissance maximale sauf décollage (puissance METO)⁵. L'équipage de conduite a entrepris de préparer une approche par système d'atterrissage aux instruments à CYHY en passant par le point de cheminement TANPO⁶.

À 7 h 47 (figure 1, point 4), alors que l'avion effectuait un virage vers la droite en route vers TANPO, l'équipage de conduite a observé de la fumée et de l'huile qui s'échappaient du moteur gauche et a entendu des bruits inhabituels en provenance du moteur gauche. Conformément à la liste de vérification de panne moteur, l'équipage de conduite a éteint le moteur gauche et a mis l'hélice en drapeau.

À 7 h 48, comme la situation s'aggravait, l'équipage de conduite a déclaré une urgence MAYDAY⁷. Quelques instants plus tard, l'équipage de conduite a achevé la liste de vérification de descente avant de commencer la liste de vérification d'approche. Or, étant donné la crise qui s'aggravait, l'équipage de conduite n'a pu achever la liste de vérification d'approche, qui comprenait l'exposé d'atterrissage.

À 7 h 53 (figure 1, point 7), l'équipage de conduite a mis l'avion en palier à 1214 pieds ASL. Le PO a constaté que l'indicateur de pression hydraulique du train d'atterrissage sorti indiquait zéro⁸. Estimant que l'absence totale de pression posait un problème, le PO l'a signalée au commandant de bord, qui lui a ordonné de [traduction] « préparer le train d'atterrissage ». Le PO a sorti le train d'atterrissage, ce que n'attendait pas le commandant de bord, puisque l'avion n'avait pas amorcé son approche finale, et le contact visuel avec l'aéroport n'avait pas encore été établi.

À 7 h 55 (figure 1, point 8), l'avion se dirigeait toujours vers TANPO à une altitude de 1200 à 1300 pieds ASL et à une vitesse anémométrique stable de 100 KIAS (vitesse indiquée en nœuds). Au moment où l'avion passait par le travers du point de cheminement TANPO, le commandant de bord a amorcé un virage vers la droite pour croiser le radiophare d'alignement de piste en vue de l'approche finale. La vitesse anémométrique de l'avion a diminué de 100 KIAS à 80 KIAS, et son altitude a diminué à 1100 pieds ASL. La perte de vitesse anémométrique a réduit la vitesse de réaction des commandes de vol de l'avion; le commandant de bord a ordonné l'escamotage du train d'atterrissage (figure 1, point 9).

Une fois le train rentré, à 7 h 59, l'équipage de conduite a entendu des sons inhabituels et a ressenti des vibrations en provenance du moteur droit. La vitesse anémométrique de l'avion était alors de 80 KIAS, et son altitude a commencé à baisser sous les 800 pieds ASL.

⁵ La puissance maximale au décollage du moteur Pratt & Whitney R-1830 est de 1200 BHP (puissance au frein) à 2700 tr/min et 48 pouces de pression d'admission au niveau de la mer, limitée à 5 minutes de fonctionnement continu. La puissance nominale continue – puissance maximale sauf décollage (METO) est de 1050 BHP, à 2550 tr/min et 42,5 pouces de pression d'admission au niveau de la mer.

⁶ Le point de cheminement TANPO est le repère d'approche finale pour une approche au système d'atterrissage aux instruments de la piste 32 à CYHY.

⁷ Selon TERMINAV, Mayday est une « [e]xpression signifiant : "Je suis en détresse". Signal international de détresse en radiotéléphonie. De préférence répétée trois fois, l'expression signale un danger imminent et grave et signifie que l'aide est immédiatement nécessaire. » (Source : NAV CANADA, Base de données terminologique TERMINAV, à l'adresse <http://www1.navcanada.ca/logiterm/addon/terminav/termino.php> [dernière consultation le 4 décembre 2019]).

⁸ Un indicateur de pression hydraulique distinct pour la pression hydraulique du circuit de sortie du train d'atterrissage principal se trouve sur la paroi de droite du poste de pilotage, à côté du manomètre de pression du circuit hydraulique principal. Lorsque le train d'atterrissage est rentré, il est normal que l'indicateur de pression hydraulique du circuit de SORTIE du train d'atterrissage principal indique zéro.

Pour tenter de maintenir l'altitude, l'équipage de conduite a augmenté la puissance du moteur droit à la puissance maximale au décollage, sans effet toutefois. L'équipage de conduite s'est alors préparé en vue d'un atterrissage d'urgence sur le ventre, et a sorti les volets en courte finale pour réduire la vitesse au poser.

À 8 h 01, l'avion a atterri dans une fondrière sur les terres de la Première Nation K'at'l'Odeeché, à environ 3,5 milles marins au sud-est de CYHY. Une fois l'avion immobilisé, le PO a évacué l'avion par la fenêtre de droite du poste de pilotage, pendant que le commandant de bord est resté dans le poste de pilotage pour éteindre le moteur droit et les systèmes de bord avant d'évacuer l'avion par la porte avant. Le PO a joint le centre d'information de vol pour l'aviser de l'état de l'équipage de conduite et de l'emplacement de l'avion. La radiobalise de repérage d'urgence ne s'est pas déclenchée durant l'atterrissage forcé, donc le PO l'a activée manuellement pour aider les ressources de recherche et sauvetage (SAR) à repérer l'épave. L'équipage de conduite n'a pas subi de blessures. L'avion a été lourdement endommagé (figure 2). Il n'y a pas eu d'incendie après l'impact. Les premiers intervenants sont arrivés sur les lieux de l'accident à 11 h 14.

Figure 2. Photo aérienne du lieu de l'accident (vue vers le nord-ouest). La flèche verte indique la trajectoire de l'avion après son poser. (Source : Première Nation K'at'l'Odeeché, avec annotations du BST)



Renseignements sur le personnel

Les dossiers indiquent que le commandant de bord et le PO possédaient les licences et les qualifications nécessaires au vol en vertu de la réglementation en vigueur.

Le commandant de bord détenait une licence de pilote de ligne - avion et il était titulaire d'un certificat médical valide de catégorie 1 au moment de l'événement. Il avait à son actif plus de 9400 heures de vol au total, dont 300 heures sur type.

Le PO détenait une licence de pilote professionnel - avion et il était titulaire d'un certificat médical de catégorie 1 valide au moment de l'événement. Il avait à son actif plus de 900 heures de vol au total, dont 400 heures sur type.

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

Renseignements sur l'aéronef

L'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément aux règlements en vigueur et aux procédures approuvées. La masse et le centrage se situaient dans les limites prescrites. L'avion n'était pas doté d'un enregistreur de données de vol ou d'un enregistreur de conversations de poste de pilotage et n'était pas tenu d'en avoir, selon la réglementation.

Étant donné la portée limitée de la présente enquête, la cause de la fuite d'huile qui a mené à l'arrêt du moteur gauche n'a pu être déterminée. Pareillement, l'enquête n'a pas permis de déterminer la source des bruits inhabituels émanant du moteur droit que l'équipage de conduite a entendus.

Procédures d'utilisation normalisées et listes de vérification

Buffalo Airways a mis au point des listes de vérification de procédures normales et d'urgence à utiliser durant l'exploitation des aéronefs Douglas DC3C-S1C3G de la compagnie.

Diverses vérifications de la liste de procédures normales comprennent des éléments relatifs au train d'atterrissage, entre autres [traduction] :

VÉRIFICATIONS APRÈS DÉCOLLAGE

TRAIN ET VOILETS.....RENTRÉS ET POSITION NEUTRE

[...]

VÉRIFICATIONS AVANT ATERRISSAGE

TRAIN D'ATERRISSAGE.....RENTREER, PUIS SORTIR

[...]

TRAIN D'ATERRISSAGE.....SORTI, PRESSION HAUTE, VOYANT VERT, VERROUILLAGE CONFIRMÉ⁹

Les procédures d'utilisation normalisées (SOP) de Buffalo Airways contiennent plus de détails sur les éléments usuels des listes de vérification en décrivant des exercices d'annonces et de réponses. Le tableau 1 présente les annonces normalisées pertinentes relatives au train d'atterrissage.

⁹ Buffalo Airways Ltd., *DC-3 Normal Checklist* (13 août 2013).

Tableau 1. Annonces normalisées pertinentes relatives au train d'atterrissage (Source : Buffalo Airways Ltd., Standard Operating Procedures Douglas DC-3, 705 Airline Operations, modification 3 [12 janvier 2015], section 2.17, p. 2-13 à 2-14)

Phase de vol	Condition	Pilote aux commandes	Pilote qui n'est pas aux commandes
Décollage et montée	Envol, vitesse ascensionnelle nette	« Positive Rate, Gear Up » (Vitesse ascensionnelle nette, train rentré)	« Gear in Transit » (Train rentrant), puis « Gear up » (Train rentré)
Descente et approche	1 point au-dessus de la trajectoire de descente	« 1 Dot Above, Gear Down » (1 point au-dessus, train sorti), « Landing Checks » (Vérifications avant atterrissage), « Flaps ¼ » (Volets ¼)	« Check, Gear Down Selected » (Compris, train sorti sélectionné), « Gear Down, Pressure UP, Green Light » (Train sorti, pression haute, voyant vert), « Flaps set ¼ » (Volets réglés ¼), (achever la liste de vérification avant atterrissage), « Pre-Landing Checks Complete » (Vérifications avant atterrissage faites)

La liste de vérification d'urgence comprend des exercices d'annonces et de réponses qui exigent une action immédiate, parfois exécutée de mémoire. Les exercices à réaliser de mémoire sont encadrés sur la liste de vérification. La liste de vérification de panne moteur comprend les éléments suivants relatifs au train d'atterrissage [traduction] :

PANNE MOTEUR

PUISSANCE AU MOTEUR EN MARCHÉ

[...]

TRAIN D'ATTERRISSAGE.....RENTRE¹⁰

D'après les procédures d'atterrissage avec un seul moteur du manuel de vol de l'avion, le train d'atterrissage doit être sorti au moment où l'avion est en approche finale et à une altitude sécuritaire¹¹. La liste de vérification de procédures d'urgence de Buffalo Airways pour une approche avec un moteur inopérant correspond à ce que stipule le manuel de vol de l'avion, et indique [traduction] :

APPROCHE AVEC UN MOTEUR INOPÉRANT

TRAIN D'ATTERRISSAGE.....(EN FINALE, ALTITUDE SÉCURITAIRE) SORTI [...] ¹²

Les SOP de Buffalo Airways pour un atterrissage avec un moteur inopérant comprennent les instructions suivantes [traduction] :

- Avant de sortir le train d'atterrissage, s'assurer que tous les autres circuits hydrauliques sont éteints.
- Sortir le train d'atterrissage à un stade où la traînée n'entraînera pas un atterrissage trop court.
- (il faut environ 25 secondes pour sortir le train d'atterrissage) [...] ¹³

¹⁰ Buffalo Airways Ltd., *DC-3 Emergency Checklist* (15 octobre 2003).

¹¹ Buffalo Airways Ltd., *Douglas DC-3 Flight Manual* (1^{er} mars 1982), section 8, p. 4.

¹² Buffalo Airways Ltd., *DC-3 Emergency Checklist* (15 octobre 2003).

¹³ Buffalo Airways Ltd., *Standard Operating Procedures Douglas DC-3, 705 Airline Operations*, modification 3 (12 janvier 2015), chapitre 10 : Abnormal / Emergency Procedures, section 10.49, p. 10 à 21.

Performance avec un seul moteur

Le manuel de vol de l'avion stipule ce qui suit à propos de la performance avec un seul moteur [traduction] :

- A. Vitesse anémométrique minimale : Avec un moteur inopérant et la puissance METO ou moins au moteur opérant, la vitesse anémométrique minimale nécessaire pour maintenir la manœuvrabilité est de 73 KIAS. À la puissance de décollage, la vitesse indiquée minimale pour maintenir la manœuvrabilité est de 76 nœuds. L'avion sera plus facile à manœuvrer si l'on maintient une inclinaison de 2° à 3° du côté du moteur opérant. [...]
- B. Montée avec un seul moteur : Le taux de montée du DC-3, avec le train d'atterrissage sorti et pleins volets, est pratiquement nul. Avec le train d'atterrissage rentré et les volets à demi sortis, le taux de montée est très faible; par conséquent, durant la montée avec un seul moteur, les volets et le train d'atterrissage doivent être entièrement rentrés. [...]
- C. Croisière : On peut aller jusqu'à la puissance METO pour le vol en croisière avec un moteur inopérant. La vitesse anémométrique dépend de la masse brute et doit être maintenue à 110 nœuds à 26 000 lb, et à 105 nœuds à 24 000 lb ou moins¹⁴.

La masse au décollage de l'avion à l'étude était de 26 000 livres.

Gestion des ressources de l'équipage

Buffalo Airways a mis en place un programme de formation sur la gestion des ressources de l'équipage¹⁵ approuvé par Transports Canada. Ce programme comprend de l'information sur la communication efficace. Les 2 membres d'équipage de conduite avaient suivi cette formation. Le commandant de bord l'a achevée le 1^{er} mai 2019, et le PO, le 28 décembre 2018.

D'après le préambule aux SOP de Buffalo Airways, [traduction] « [l]es expressions conventionnelles doivent être utilisées pour réduire la probabilité d'une mauvaise interprétation d'une demande ou d'un ordre et pour lancer la mesure corrective dans des circonstances indésirables¹⁶ ».

Au chapitre 10 des SOP, on peut lire que [traduction] « [l]es procédures d'urgence sont conçues pour suivre, autant que possible, les procédures d'utilisation normalisées de manière à éviter toute confusion que pourrait occasionner un événement anormal ». On précise également que [traduction] « durant une situation d'urgence, le PF continue de piloter l'avion et d'annoncer les actions et listes de vérification appropriées. Elles seront annoncées ou lues par le PNF¹⁷ ».

En ce qui a trait aux expressions conventionnelles, le chapitre 10 des SOP énonce les faits suivants [traduction] :

Durant les situations anormales/d'urgence, il est impératif que l'équipage de conduite non seulement comprenne et effectue les procédures applicables, mais aussi qu'il veille à maintenir une

¹⁴ Buffalo Airways Ltd., *Douglas DC-3 Flight Manual* (1^{er} mars 1982), section 4, p. 2-3.

¹⁵ Transports Canada, *Normes de service aérien commercial*, Norme 725 : Exploitation d'une entreprise de transport aérien – Avions, Section VIII – Formation, paragraphe 725.124(39) (entrée en vigueur le 31 janvier 2019) : Gestion des ressources de l'équipage.

¹⁶ Buffalo Airways Ltd., *Standard Operating Procedures Douglas DC-3, 705 Airline Operations*, modification 3 (12 janvier 2015), chapitre 1 : Preamble, section 1.1, p. 1-2.

¹⁷ Buffalo Airways Ltd., *Standard Operating Procedures Douglas DC-3, 705 Airline Operations*, modification 3 (12 janvier 2015), chapitre 10 : Abnormal / Emergency Procedures, section 10.2, p. 10-1.

communication efficace. La normalisation des annonces et des actions élimine les imprévus et améliore la communication¹⁸.

Message de sécurité

Dans l'événement à l'étude, la vitesse anémométrique et l'altitude de l'avion n'ont pu être maintenues, principalement à cause de l'augmentation de la traînée, occasionnée par la sortie hâtive du train d'atterrissage durant l'approche. Cet événement souligne la nécessité de suivre les SOP et d'employer les expressions conventionnelles, de même que l'importance de la discipline relative aux listes de vérification durant une situation d'urgence.

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 11 décembre 2019. Le rapport a été officiellement publié le 20 décembre 2019.

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.

¹⁸ Ibid.

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

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

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

CONDITIONS D'UTILISATION

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire le contenu 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 site Web, 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 site Web (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 A19W0052* (publié le 20 décembre 2019).

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

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2019

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport mode A19W0052

N° de cat. TU3-10/19-0052F-PDF

ISBN 978-0-660-33554-4

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.