



Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A19Q0107

COLLISION AVEC LES ARBRES

de Havilland DHC-2 Mk.1 (Beaver), C-GRHF (privé)
Chibougamau (Québec), 43 NM S
12 juillet 2019

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

Déroulement du vol

Vers 10 h¹, le 12 juillet 2019, un hydravion privé de Havilland DHC-2 Mk. 1 Beaver (immatriculation C-GRHF, numéro de série 1123), avec seul le pilote à bord, a décollé de l'hydroaérodrome de St-Mathias (CSV9) (Québec) pour une série de vols effectués selon les règles de vol à vue (VFR). Vers 11 h 30, l'avion a améri et accosté à un quai privé du lac Désert à La Minerve (Québec) où l'attendaient 3 personnes qui allaient embarquer pour se rendre à un camp de pêche.

Une fois les bagages chargés à bord de l'avion, le pilote a exposé les mesures de sécurité aux passagers, qui avaient tous enfilé leur vêtement de flottaison individuel. L'avion a décollé du lac Désert vers 12 h 15 à destination de l'hydroaérodrome du Barrage Gouin (CTP3) (Québec), où était prévu un avitaillement et où il a améri vers 14 h 30. Une fois l'avitaillement terminé, l'avion a redécollé vers 15 h 28, en direction nord-ouest à destination du lac Weakwaten (Québec), où se trouvait le camp de pêche.

Après quelque 48 minutes de vol vers 16 h 16, l'avion est entré en collision avec des arbres et a percuté le sol. Aucun incendie ne s'est déclaré après l'impact. Sous les forces de l'impact, la radiobalise de repérage d'urgence s'est déclenchée et a émis un signal sur la fréquence 121,5 MHz. Ce signal a été capté par l'équipage de conduite d'un avion de ligne commercial à 17 h 05 et rapporté au service de la circulation aérienne. À 18 h 50, le Centre conjoint de coordination de sauvetage de Trenton a dépêché un avion CC130 Hercules pour tenter de localiser le signal de détresse. L'avion accidenté a été repéré à 20 h 32 dans une zone densément boisée. Deux techniciens en recherche et sauvetage ont été parachutés afin de porter

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins 4 heures).

secours aux occupants de l'avion. Trois des 4 occupants ont reçu des blessures mortelles. Le survivant a été évacué et transporté à l'hôpital de Chibougamau (Québec).

Renseignements météorologiques

Dans le cadre de la présente enquête, le BST a demandé à la Direction des Services de prévision du Service météorologique du Canada de produire une analyse² des données météorologiques du 12 juillet.

À 13 h, le centre d'une dépression quasi stationnaire se trouvait à environ 37 milles terrestres (SM) au nord de l'aéroport de Roberval (CYRJ) (Québec) (figure 1). Les régions à l'ouest et au nord-ouest de la dépression étaient sous l'influence d'un retour nuageux favorisé par un taux d'humidité élevé, qui était de 87 % à CTP3 et de 100 % près du lieu de l'accident. La présence locale de brume, de bruine ou de pluie intermittente était également possible dans ces régions, ce qui pouvait réduire la visibilité et abaisser le plafond nuageux. Entre 13 h et 17 h, l'aéroport de Chibougamau/Chapais (CYMT) (Québec), situé à environ 43 milles marins (NM) au nord du lieu de l'accident, a rapporté une visibilité variant entre 2 ½ SM et 9 SM, un plafond à 400 pieds au-dessus du sol (AGL) ainsi que de faibles précipitations³ intermittentes.

Figure 1. Centre de la dépression par rapport aux lieux d'intérêt dans l'événement à l'étude (Source : Google Earth, avec annotations du BST; données cartographiques : Image Landsat/Copernicus, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO)



Entre 13 h et 17 h, la base des nuages se trouvait généralement entre 400 et 1200 pieds AGL dans les secteurs ouest et nord-ouest de la dépression. Étant donné que l'altitude topographique du lieu de l'accident était plus élevée que celles des stations météorologiques⁴ ayant fourni les données, il est possible que, par endroits, les plafonds nuageux aient été inférieurs à 400 pieds AGL.

² Environnement et Changement climatique Canada, *Analyse météorologique – 12 juillet 2019 – Lac Boulène, Québec* (16 septembre 2019).

³ La station d'observation météorologique AUTO de CYMT ne peut distinguer la pluie de la bruine.

⁴ Les stations météorologiques ayant fourni des données pour estimer le plafond nuageux sont celles de La Loutre (près de CTP3) (Québec), de CYMT et de l'aéroport de La Grande IV (CYAH) (Québec).

La température enregistrée au nord du réservoir Gouin était d'environ 14 °C. Selon l'analyse météorologique, l'avion n'a rencontré aucun givrage en vol. De plus, les vents à basse altitude étaient faibles, et aucun cisaillement ni turbulence n'étaient prévus sous 4500 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL).

Renseignements sur le pilote

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote privé – avion, annotée des qualifications sur monomoteur, sur hydravion et de vol de nuit. Il était titulaire d'un certificat médical de catégorie 3 valide. Le pilote avait accumulé 1028 heures de temps de vol au total, dont 314 heures à bord du DHC-2 Beaver.

Le pilote avait suivi des formations pour la mise à jour de ses connaissances, conformément à l'alinéa 401.05(2)(a) du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC). Selon les documents du pilote, sa dernière formation théorique datait du 4 février 2017. Le dernier vol de mise à jour des connaissances consigné au carnet personnel du pilote datait du 21 mai 2018, sans précision sur le type d'entraînement en vol effectué.

Le pilote avait effectué 5 décollages et 5 amerrissages dans les 6 mois précédant le vol conformément à l'exigence réglementaire⁵ relative au transport de passagers.

Le pilote possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, en vertu de la réglementation en vigueur.

Rien n'indique que la performance du pilote ait été affectée par des facteurs physiologiques.

Renseignements sur l'aéronef

L'aéronef à l'étude a été construit en 1957 par de Havilland Aircraft of Canada Ltd. Il était propulsé par un moteur Pratt & Whitney à 9 cylindres en étoile, refroidi à l'air, qui entraînait une hélice à vitesse constante Hamilton Standard. L'aéronef était monté sur flotteurs. Au moment de l'événement, il avait accumulé 15 040,5 heures de vol en tout et environ 7 heures depuis la dernière inspection annuelle, qui incluait une inspection de maintenance aux 500 heures. Les dossiers techniques indiquent que l'avion était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur. Rien n'indique qu'il y ait eu une défaillance de la cellule, des moteurs ou d'un système quelconque pendant le vol en cause.

L'aéronef était muni de 12 générateurs de tourbillons et de 2 ailettes delta sur le bord d'attaque de chaque aile, qui avaient été installés conformément au certificat de type supplémentaire (CTS) SA96-126 délivré par Transports Canada (TC) à Aeronautical Testing Service Inc. Selon le titulaire du CTS, on peut utiliser les générateurs de tourbillons pour améliorer les performances des aéronefs, notamment; réduire la vitesse de décrochage, améliorer la stabilité et augmenter la masse au décollage⁶. Toutefois, le CTS n'exigeait aucun supplément au manuel de vol existant, ce qui laisse entendre, entre autres, que la masse maximale admissible au décollage demeurerait la même que celle spécifiée au manuel de vol du DHC-2, soit 5090 livres lorsque l'avion est monté sur flotteurs.

Cependant, la masse maximale admissible au décollage inscrite dans l'amendement en vigueur du rapport de masse et centrage était de 5370 livres. L'avion aurait donc été modifié en vertu d'un CTS pour pouvoir

⁵ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, division 401.05(2)(b)(i)(A).

⁶ Aeronautical Testing Services, Inc., « Vortex Generator FAQ » [Foire aux questions sur les générateurs de tourbillons], à l'adresse <http://www.aerotestsvc.com/products/vortex-generator-kits/vortex-generator-faq/> (dernière consultation le 2 mars 2020).

augmenter sa masse maximale admissible au décollage. Selon les informations recueillies au cours de l'enquête, il pourrait s'agir du CTS SA98-10 délivré le 14 janvier 1998 par TC à Kenmore Air Harbour Inc. Ce CTS a pour objet d'augmenter la masse maximale admissible au décollage pour la faire passer à 5370 livres et nécessite des modifications structurales.

Les dossiers techniques disponibles⁷ ainsi que la documentation obtenue auprès de TC ne faisaient aucune mention du CTS en question.

Par ailleurs, l'examen de l'épave a révélé que certaines de ces modifications structurales n'avaient pas été effectuées. En l'absence de documentation technique fiable, l'enquête n'a pas permis de déterminer si le CTS SA98-10 avait été incorporé. De plus, aucun autre CTS ayant pour objet d'augmenter la masse maximale admissible au décollage de l'aéronef à l'étude n'a été trouvé. Par conséquent, rien ne démontre que la masse maximale au décollage pouvait être supérieure à 5090 livres, même si le pilote et l'organisme de maintenance agréé qui entretenait l'avion étaient convaincus que le CTS SA98-10 était incorporé.

Planification du vol-voyage

Détermination de la masse de l'avion

Le voyage avait été prévu initialement pour le 11 juillet. Lors de la planification du voyage, environ 10 jours avant le départ, un arrêt au lac Ledden, à côté de CYMT, avait été prévu pour l'avitaillement. Le calcul de la masse de l'avion avait été fait en tenant compte du poids des bagages et des passagers fournis au pilote à sa demande. Le poids du carburant avait été déterminé en fonction du poids restant⁸ disponible pour atteindre la masse maximale admissible au décollage de 5370 livres, telle qu'inscrite sur l'amendement en vigueur du rapport de masse et centrage de l'avion. Il a toutefois été impossible de déterminer comment le carburant prévu pour les vols était réparti entre les différents réservoirs de l'avion et les 6 bidons de 20 L qui se trouvaient dans les compartiments des flotteurs.

Vérifications des conditions météorologiques avant le départ

Le vol du 11 juillet a été reporté au 12 juillet en raison de mauvaises conditions météorologiques. Le matin du 12 juillet, à 9 h 04, le pilote a contacté la station d'information de vol (FSS) de Québec pour obtenir les prévisions météorologiques. L'exposé faisait état d'une couverture nuageuse basse en raison de la masse d'air instable et humide associée à la dépression. Il était prévu que la base des nuages remonte durant la matinée, pour le vol jusqu'à La Minerve. Cependant, plus l'avion se rapprocherait de la dépression, plus le couvert nuageux deviendrait dense; les plafonds pourraient baisser jusqu'à 800 pieds et la visibilité pourrait être réduite à 2 SM par endroit en raison d'averses isolées.

Le pilote a contacté 2 autres fois la FSS de Québec pour suivre l'évolution des conditions météorologiques. Même si aucune amélioration n'était prévue, la décision d'effectuer le vol a été maintenue avec l'intention de réévaluer la situation en cours de route. Un itinéraire de vol a été déposé auprès d'une personne de confiance et le suivi du vol était effectué grâce à la présence à bord du traceur satellite personnel SPOT⁹ du pilote.

⁷ Dossiers de 2011 à 2019 uniquement. Les dossiers antérieurs ont été détruits.

⁸ La quantité de carburant prévue par le pilote était de 720 livres.

⁹ La gamme de produits SPOT utilise autant le réseau de satellites du système mondial de localisation (GPS) pour déterminer la position géolocalisée d'un client que le réseau de satellites Globalstar pour envoyer des messages et les coordonnées GPS à d'autres personnes.

Comme le plafond nuageux à CYMT était bas, le pilote a décidé de faire l'avitaillement en carburant à CTP3, ce qui rallongeait la distance jusqu'au camp d'environ 85 NM par rapport au plan initial.

Avitaillement au départ de CTP3

À CTP3, le plein de tous les réservoirs de l'avion ainsi que des 6 bidons a été fait, ce qui a ajouté environ 300 livres au poids total de 5370 livres calculé initialement par le pilote. L'enquête n'a pas pu déterminer si le pilote avait sciemment accepté cette surcharge. La masse totale de l'avion au décollage de CTP3 a été estimée par le BST à 5810 livres. Selon la liste fournie au pilote par les passagers, le poids des bagages, de la nourriture et des boissons aurait été sous-estimé. De plus, certains articles apportés à bord ne figuraient pas sur la liste fournie au pilote.

Après avoir consommé du carburant pendant environ 48 minutes¹⁰, la masse de l'avion au moment de l'accident a été estimée à 5685 livres, soit 315 livres de plus que la masse maximale admissible au décollage utilisée par le pilote lors de la planification du vol, ou 595 livres au-dessus de la masse maximale au décollage spécifiée au manuel de vol du DHC-2 lorsque l'avion est monté sur flotteurs.

Examen de la route suivie

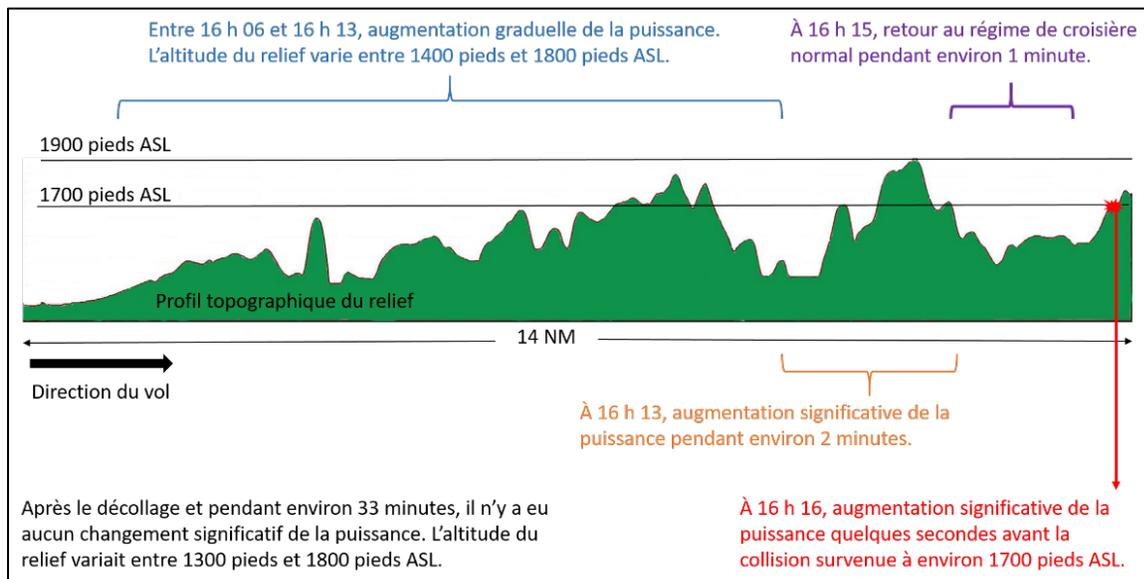
L'avion a décollé de CTP3 vers 15 h 28 en direction nord-ouest. Le pilote utilisait comme aide à la navigation l'application ForeFlight, installée sur une tablette électronique. Aucune donnée sur le vol n'a cependant pu être récupérée de la tablette par les spécialistes du Laboratoire d'ingénierie du BST. En revanche, les données du système d'enregistrement et de surveillance des paramètres moteur qui était installé à bord ont été téléchargées avec succès, ce qui a permis d'établir que le moteur fonctionnait normalement.

Le traceur SPOT du pilote a émis un signal à 15 h 47 entre CTP3 et le lieu de l'accident, fournissant ainsi la position de l'avion à cet instant d'après le système mondial de localisation (GPS). Selon les données recueillies au cours de l'enquête, il semblerait que le trajet entre CTP3 et le lieu de l'accident ait été exécuté principalement en ligne droite. De plus, l'heure d'émission du signal du traceur SPOT a permis de déterminer les différentes vitesses-sol de l'avion entre CTP3 et le lieu de l'accident, et de déterminer que l'avion avait ralenti avant l'accident.

En se basant sur le trajet estimé en ligne droite et en comparant les données du système d'enregistrement et de surveillance des paramètres moteur, les vitesses-sol estimées et la topographie, on remarque une corrélation entre la manipulation de la manette des gaz et la topographie du relief (figure 2). On remarque aussi que l'altitude de l'avion par rapport au relief a diminué au fur et à mesure qu'il progressait.

¹⁰ On a utilisé une consommation théorique de 21 gallons impériaux par heure pour l'estimation.

Figure 2. Corrélation entre le profil topographique du relief et les paramètres de puissance (Source : BST)



Point de vue depuis le poste de pilotage

La dégradation des conditions météorologiques peut forcer un pilote effectuant un vol VFR à réduire son altitude pour éviter de perdre tout contact visuel avec la surface. Étant donné que le pilote aura tendance à réduire la vitesse au fur et à mesure que l'aéronef se rapproche du sol, ce dernier pourrait se retrouver en vol lent¹¹.

En vol lent, l'aéronef est plus cabré que lorsqu'il vole à la vitesse de croisière. La position cabrée modifie la position de l'horizon visible depuis le poste de pilotage ainsi que la surface terrestre visible (figure 3). L'horizon et la surface terrestre constituent donc les principaux indices visuels qu'utilise le pilote pour déterminer l'assiette de l'avion. S'il voit l'horizon se déplacer vers le bas du pare-brise et la surface terrestre visible diminuer au-dessus du tableau de bord, le pilote peut reconnaître la position cabrée de l'aéronef.

¹¹ Le *Manuel de pilotage* de Transports Canada définit le vol lent comme suit : « la gamme des vitesses comprises entre la vitesse d'autonomie maximale d'un aéronef donné et la vitesse immédiatement supérieure à celle du décrochage, compte tenu des conditions de vol du moment ». (Source : Transports Canada, TP1102F, 4^e édition [août 2004], p. 90)

Figure 3. Références visuelles de l'assiette depuis le poste de pilotage (Source : BST)



En terrain montagneux, étant donné que le relief ascendant masque souvent toute référence à l'horizon réel, le pilote aura plus de difficulté à évaluer l'assiette et l'altitude de l'avion avec justesse s'il se fie uniquement aux indices visuels sans se référer aux instruments de vol. Par exemple, une mauvaise référence à l'horizon peut créer l'illusion que l'avion est en palier alors qu'il est en descente.

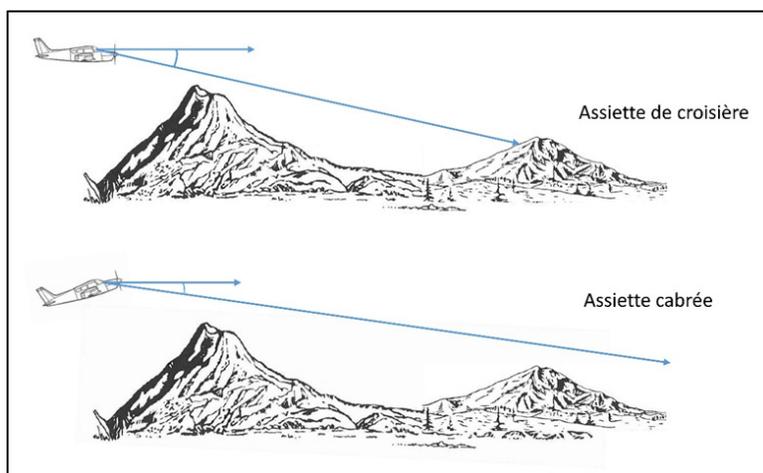
En vol lent, l'angle de vision du pilote vers l'avant est réduit (figure 4). De plus, lorsque l'avion est muni d'un tableau de bord haut, comme c'est le cas du DHC-2, la ligne de référence de l'horizon réel et le relief peuvent être complètement cachés par ce tableau de bord. Ainsi, les indices visuels nécessaires à la détection d'obstacles situés droit devant sont grandement diminués, ce qui nuit au maintien d'une altitude sécuritaire lors d'un vol à basse altitude, et encore plus dans des conditions de visibilité réduite en vol.

Dans l'événement à l'étude, le fait qu'il y ait eu une augmentation soudaine de la puissance quelques secondes avant la collision avec les arbres, alors que l'avion était possiblement en descente vers un relief ascendant, laisse croire que le pilote a vu les arbres trop tard. La vitesse réduite, la surcharge et la proximité des arbres ne permettaient pas à l'avion de reprendre suffisamment d'altitude pour éviter l'impact.

Messages de sécurité

Il est notoire qu'une bonne planification pré-vol contribue à limiter les risques associés aux imprévus et à décider d'avance d'un plan de rechange au besoin. Il arrive, cependant, que de l'information manquante, erronée ou non réévaluée en fonction des circonstances, crée une situation à risques à l'insu du pilote, comme dans le cas de la surcharge de l'avion à l'étude.

Figure 4. Angles de vision du pilote selon l'assiette de vol (Source : BST, à partir de figures tirées du Manuel de météorologie du commandement aérien [TP 9352F] et du Manuel de pilotage [TP 1102F] de Transports Canada)



Un vol effectué dans une région éloignée où les renseignements météorologiques détaillés et les postes d'avitaillement sont rares comporte des risques supplémentaires. Afin de réduire ces risques au minimum, les pilotes doivent établir à l'avance des limites claires pour eux-mêmes ou leurs passagers, limites qui assurent une marge de sécurité pour le vol et aident les pilotes à savoir quand mettre à exécution le plan de rechange avant la disparition de la marge de sécurité.

Des conditions météorologiques défavorables, comme un plafond nuageux bas et une visibilité réduite, peuvent contraindre un pilote à diminuer son altitude de vol afin de conserver le contact visuel avec le sol. Lorsque le vol est effectué en région montagneuse et à très basse altitude, le pilote aura fort possiblement tendance à réduire sa vitesse, ce qui modifiera l'assiette de l'avion. La visibilité depuis le poste de pilotage étant alors réduite, le risque de collision avec le relief ou un obstacle situé devant l'aéronef sera plus grand si l'altitude est insuffisante.

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 4 mars 2020. Le rapport a été officiellement publié le 11 mars 2020.

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.

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

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

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

CONDITIONS D'UTILISATION

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

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

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

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

Avisez le BST par écrit si ces documents sont utilisés ou pourraient être utilisés dans le cadre d'une telle procédure.

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire 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 A19Q0107* (publié le 11 mars 2020).

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

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2020

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A19Q0107

N° de cat. TU3-10/19-0107F-PDF

ISBN 978-0-660-34286-3

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.

Canada