



Rapport sur la sécurité du transport aérien A18O0107

PERTE DE MAÎTRISE ET COLLISION AVEC UN PLAN D'EAU

Georgian Bay Airways
Found Aircraft Canada FBA-2C1 Bush Hawk-XP (C-FKNS)
Lac Muskoka (Ontario)
30 juillet 2018

À propos de l'enquête

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a mené une enquête d'une portée limitée sur cet événement pour recueillir des faits et promouvoir la sécurité des transports grâce à une sensibilisation accrue aux enjeux de sécurité potentiels. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Déroulement du vol

À 18 h 58¹ le 30 juillet 2018, le Found Aircraft Canada² FBA-2C1 Bush Hawk-XP muni de flotteurs (immatriculé C-FKNS, numéro de série 34) exploité par Georgian Bay Airways a quitté l'hydroaérodrome de l'aéroport Billy Bishop de Toronto (CPZ9) (Ontario), à destination de l'hydroaérodrome du havre de Parry Sound (CPS1) (Ontario). Étaient à bord le pilote et une passagère, une amie du pilote, qui occupait le siège avant de droite. Il s'agissait d'un vol de convoyage pour ramener l'aéronef à la base d'hydravions de la compagnie à Parry Sound après un vol nolisé pour transporter des passagers à CPZ9. Un membre de la famille du pilote séjournait dans un chalet au lac Muskoka, et le pilote a décidé de survoler le chalet durant le vol de retour.

Vers 19 h 30, le pilote est descendu et a survolé le chalet, qui se trouvait à la pointe ouest d'une petite baie (figure 1), à 80 KIAS (vitesse indiquée en nœuds). Il a ensuite fait demi-tour pour survoler de

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins 4 heures).² Le 23 novembre 2017, le certificat de type a été transféré de Found Aircraft Canada Inc. à Pacific Aerospace Limited, entreprise basée en Nouvelle-Zélande.

² Le 23 novembre 2017, le certificat de type a été transféré de Found Aircraft Canada Inc. à Pacific Aerospace Limited, entreprise basée en Nouvelle-Zélande.

nouveau le chalet, juste au-dessus de la cime des arbres. Des témoins ont vu des personnes à l'extérieur du chalet qui observaient l'aéronef les survolant. L'aéronef a survolé de justesse des arbres avant d'effectuer un virage vers la droite et de suivre le rivage de la petite baie, à l'est du chalet. L'angle d'inclinaison durant le virage s'est accentué³ au moment où l'aéronef se dirigeait vers une pointe boisée du côté est de la baie. Il a viré avant d'atteindre cette pointe et a continué de virer vers le sud à un angle d'inclinaison prononcé à droite, puis il a piqué du nez et commencé à perdre de l'altitude. Il semblerait que l'aéronef n'ait pas répondu à une sollicitation de l'aileron gauche. L'aéronef a poursuivi sa descente et a percuté la surface du plan d'eau à un angle d'inclinaison prononcé à droite et en piqué. Il a ensuite fait la roue, puis s'est immobilisé dans l'eau. Les 2 occupants portaient des harnais de sécurité à 4 points; ils ont été légèrement blessés.

Figure 1. Trajectoire approximative du dernier virage de l'aéronef après le survol du chalet (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



L'eau a vite commencé à envahir la cabine, et l'aéronef a commencé à couler. La passagère a détaché sa ceinture de sécurité, mais ne trouvait pas la poignée de la porte avant droite. Le pilote a détaché sa ceinture de sécurité et a essayé d'aider la passagère à ouvrir la porte avant droite. L'eau continuait d'inonder la cabine, et les deux occupants ont évacué l'épave en passant par-dessus les sièges avant, puis par une des portes arrière.

Ni le pilote ni la passagère n'avaient suivi de formation sur l'évacuation d'urgence, et la réglementation ne l'exigeait pas. Des vêtements de flottaison individuels (VFI) se trouvaient à bord de l'aéronef, mais ni l'un ni l'autre des occupants n'en portait, et ils ont évacué l'épave sans eux. La réglementation en vigueur n'exige pas que les occupants d'un aéronef portent de VFI.

Le lieu de l'accident était relativement proche du rivage, et des témoins sont immédiatement arrivés sur place pour tirer les 2 occupants de l'eau.

Les conditions météorologiques au moment de l'événement étaient propices au vol selon les règles de vol à vue. L'aéroport de Muskoka (CYQA) (Ontario), situé à quelque 6,5 milles marins à l'est du lieu de l'accident, faisait état de conditions dégagées et de vents légers soufflant de l'ouest.

³ On définit un virage serré comme un virage effectué avec un angle d'inclinaison supérieur à 30°.

Renseignements sur l'entreprise

Au moment de l'événement, Georgian Bay Airways (GBA) exploitait 4 hydravions (y compris celui de l'événement), tous basés à CPS1, en vertu des sous-parties 702 (Opérations de travail aérien) et 703 (Exploitation d'un taxi aérien) du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC). La compagnie effectue principalement des tours d'avion et du transport nolisé pour des excursions d'un jour vers des destinations proches. Elle exploite également une école de formation au pilotage d'aéronefs avec flotteurs.

En 2011⁴ et en 2013⁵, des hydravions de GBA ont été impliqués dans des accidents d'impact avec un plan d'eau durant les phases de décollage et d'amerrissage. Dans les deux événements, les occupants ont dû évacuer l'aéronef dans l'eau. Aucun ne portait de VFI, et la réglementation ne l'exigeait pas.

Plus tôt en 2018, le pilote de l'événement à l'étude pilotait un hydravion de GBA dont l'aile gauche a percuté une balise de port durant sa course au décollage⁶.

La compagnie n'offre à ses pilotes aucune formation sur l'évacuation d'urgence, et la réglementation ne l'exige pas.

Renseignements sur le pilote

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote professionnel – avion, avec qualification sur avions terrestres et hydravions monomoteurs et multimoteurs, d'une annotation pour le vol aux instruments de groupe 1 et d'un certificat médical de catégorie 1. Il avait accumulé plus de 1800 heures de vol au total, dont 1600 heures sur des hydravions. Il a commencé à travailler pour GBA en 2012, et il était chef pilote et gestionnaire de l'exploitation au moment de l'accident.

Renseignements sur l'aéronef

Le Found Aircraft Canada FBA-2C1 Bush Hawk-XP (Bush Hawk-XP) est un aéronef monomoteur à voilure haute à 5 places. L'aéronef de l'événement était configuré comme hydravion équipé d'un train d'atterrissage à flotteurs (figure 2⁷).

Le Bush Hawk-XP est équipé d'un avertisseur de décrochage à palette monté à l'intérieur du bord d'attaque de l'aile droite. Cet avertisseur est conçu pour déclencher une alarme sonore et

Figure 2. Aéronef en cause dans l'événement à l'étude
(Source : Georgian Bay Airways)



⁴ Rapport d'enquête aéronautique A11O0166 du BST.

⁵ Événement aéronautique A13O0099 du BST.

⁶ Événement aéronautique A18O0065 du BST.

⁷ Le C-FKNS est un Aerocet modèle 3500L avec flotteurs, dérivé du Found FBA-2C1, connu sous le nom de Found FBA-2C1 Bush Hawk-XP. Il est équipé d'un moteur de 300 HP et de volets d'ailes modifiés par un système de type Fowler à commande électrique, conformément à la modification 1043 de Found Aircraft

faire allumer un voyant entre 5 et 10 nœuds au-dessus de la vitesse de décrochage, quelle que soit la configuration. La vitesse de décrochage publiée de l'aéronef avec les ailes à l'horizontale est de 58 KIAS⁸.

L'aéronef a été examiné sur place après qu'on l'eut retiré de l'eau. Rien n'indiquait une défaillance de la cellule ou un mauvais fonctionnement d'un système avant la collision. L'aéronef a été détruit. Tous les dommages subis par l'aéronef étaient représentatifs de forces excessives résultant d'une collision avec un plan d'eau avec le moteur en marche au moment de l'impact. Les volets étaient complètement rentrés.

Décrochage aérodynamique

L'absence de réaction à la sollicitation de l'aileron gauche et le mouvement de lacet à tribord qui a suivi correspondent à un décrochage aérodynamique accéléré suivi de l'amorce d'une vrille ou d'un piqué en spirale. Un décrochage aérodynamique survient lorsque l'angle d'attaque de l'aile⁹ dépasse l'angle d'attaque critique auquel l'écoulement de l'air commence à se détacher de l'aile. Il y a décrochage de l'aile lorsque l'écoulement de l'air décolle de l'extrados et que la portance diminue au point de ne plus supporter l'aéronef.

Selon le *Manuel de pilotage* de Transports Canada :

Lorsqu'un aéronef décroche en virage en palier ou en descente, l'aile intérieure décroche normalement en premier, et l'aéronef va rouler à l'intérieur du virage. Dans un virage en palier, l'aile intérieure se déplace plus lentement que l'aile extérieure et obtient donc moins de portance; elle s'enfoncé et son angle d'attaque augmente, ce qui, dans des conditions appropriées, cause un décrochage. Au cours d'un virage en descente, la trajectoire décrite par l'aéronef est un piqué en spirale. Par conséquent, l'aile intérieure se présente à l'écoulement relatif sous un angle d'attaque plus prononcé et elle est la première à décrocher et à s'enfoncer¹⁰.

La vitesse à laquelle se produit un décrochage varie en fonction du facteur de charge de la manœuvre en cours d'exécution. En vol rectiligne en palier, la portance est égale au poids et le facteur de charge est de 1g. Il faut cependant une portance supérieure pour effectuer un virage incliné. Cela peut être réalisé, en partie, en augmentant l'angle d'attaque (en tirant sur la commande de profondeur), ce qui augmente le facteur de charge. La vitesse de décrochage durant une manœuvre augmente comme la racine carrée du facteur de charge. À un angle d'inclinaison de 60°, le facteur de charge augmente à 2g.

Dans le cas du Bush Hawk-XP, la vitesse de décrochage publiée à un angle d'inclinaison de 60° est de 82 KIAS¹¹.

Canada Inc. Cette configuration requiert l'utilisation du manuel de vol *FAC2-M400* et du supplément de vol *M400-S01* publiés par Pacific Aerospace Limited.

⁸ Vitesses de décrochage publiées d'un Aerocet modèle 3500L avec flotteurs, moteur coupé et volets rentrés, masse brute de 3800 livres et centre de gravité à la limite avant maximale. Les valeurs KIAS sont approximatives.

⁹ L'angle d'attaque est l'angle auquel le vent relatif rencontre l'aile. L'angle d'attaque peut être décrit simplement comme étant la différence entre l'angle d'inclinaison de l'aile et la direction de son déplacement.

¹⁰ Transports Canada, TP 1102F, *Manuel de pilotage*, 4^e édition (août 2004), p. 96 et 97.

¹¹ Vitesses de décrochage publiées d'un Aerocet modèle 3500L avec flotteurs, moteur coupé et volets rentrés, masse brute de 3800 livres et centre de gravité à la limite avant maximale. Les valeurs KIAS sont approximatives.

Un décrochage qui survient en raison d'un facteur de charge élevé découlant, par exemple, d'un angle d'inclinaison supérieur à 30°, est appelé un décrochage accéléré. Les décrochages accélérés se produisent à une vitesse supérieure en raison du facteur de charge accru auquel est soumise l'aile; ils sont généralement plus graves que les décrochages non accélérés et se produisent souvent de façon inattendue. Un décrochage qui se produit à un angle d'inclinaison prononcé peut entraîner une soudaine perte de maîtrise de l'aéronef suivie d'une perte rapide d'altitude.

Avec un angle d'inclinaison serré supérieur à 45°, un aéronef ne demeure en état de décrochage que pendant quelques secondes avant de se mettre dans une vrille¹² ou d'accélérer jusqu'à ce qu'il effectue un piqué en spirale¹³. L'une ou l'autre de ces conditions entraîne une assiette en piqué, un angle d'inclinaison prononcé et une rapide perte d'altitude.

Sortie de décrochage

Les pilotes ont habituellement recours aux ailerons pour lever une aile qui s'enfonce (mouvement de roulis); cependant, le recours aux ailerons pour lever une aile qui s'enfonce à cause d'un décrochage peut empirer le décrochage. Par exemple, si l'aile droite s'enfonce durant un décrochage et que l'on sollicite de façon excessive la commande d'aileron de gauche pour relever l'aile, l'aileron braqué vers le bas (aile droite) augmenterait l'angle d'attaque (et la traînée aérodynamique). Il pourrait s'ensuivre un décrochage plus complet à l'extrémité d'aile, causé par le dépassement de l'angle d'attaque critique. L'augmentation de la traînée aérodynamique engendrée par l'angle d'attaque prononcé sur cette aile pourrait entraîner un mouvement de lacet dans cette direction. Ce mouvement de lacet inverse peut entraîner une vrille si l'on ne maintient pas la maîtrise en direction au moyen de la gouverne de direction ou si l'on ne réduit pas suffisamment la commande d'aileron.

Un pilote sortira généralement d'un décrochage en relâchant la pression sur la gouverne de profondeur ou en déplaçant la commande de profondeur vers l'avant (gouverne de profondeur vers le bas) de manière à réduire suffisamment l'angle d'attaque pour rétablir l'écoulement d'air régulier sur l'extrados. Lorsque l'aéronef montre les premiers signes d'une sortie de décrochage, le pilote remet les ailes à l'horizontale au moyen des ailerons et relâche graduellement la pression sur la commande de profondeur. Toute tendance de mouvement de lacet se corrige par la sollicitation de la gouverne de direction. Au fur et à mesure que le pilote reprend la maîtrise de l'appareil, il tire progressivement sur la commande de profondeur jusqu'à l'obtention d'une assiette cabrée (gouverne de profondeur vers le haut) afin de reprendre l'altitude perdue.

Si le décrochage de l'aéronef se produit à basse altitude, le pilote pourrait ne pas avoir suffisamment d'altitude pour appliquer les techniques indiquées de redressement avant un impact avec le relief.

Vol à basse altitude

L'aéronef a survolé des chalets juste au-dessus des arbres.

¹² Une vrille se produit lorsqu'on laisse un décrochage s'aggraver au point où une aile a moins de portance que l'autre. L'aéronef entre en piqué avec un angle d'inclinaison élevé et pivote rapidement autour de son axe vertical. La rotation rapide fait en sorte qu'il est plus difficile de sortir d'un décrochage et entraîne une importante perte d'altitude.

¹³ Un piqué en spirale est un virage serré en descente raide alors que l'assiette en piqué de l'appareil est très accentuée. Un piqué en spirale est caractérisé par un angle d'inclinaison excessif et une augmentation rapide de la vitesse et du taux de descente.

On sait que voler intentionnellement à basse altitude augmente les risques d'accident, et le BST a récemment enquêté sur plusieurs événements¹⁴ dans lesquels cette manœuvre était un facteur. Le RAC et d'autres publications mentionnent tout particulièrement ces risques.

En vertu du RAC, « [i]l est interdit d'utiliser un aéronef d'une manière imprudente ou négligente qui constitue ou risque de constituer un danger pour la vie ou les biens de toute personne¹⁵ ».

En ce qui concerne les altitudes et les distances minimales pour le vol au-dessus de zones sans constructions, le RAC indique :

Sauf s'il s'agit d'effectuer le décollage, l'approche ou l'atterrissage d'un aéronef ou lorsque la personne y est autorisée en application de l'article 602.15, il est interdit d'utiliser un aéronef [...] à une distance inférieure à 500 pieds de toute personne, tout navire, tout véhicule ou toute structure¹⁶.

Le *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC) contient l'avertissement suivant, en caractères gras, concernant le vol à basse altitude :

Attention ! — Voler intentionnellement à basse altitude est dangereux. Transports Canada avise tous les pilotes que voler à basse altitude pour éviter du mauvais temps ou pour des raisons opérationnelles est une activité dangereuse¹⁷.

En ce qui concerne la prévention des décrochages aérodynamiques à basse altitude, le National Transportation Safety Board des États-Unis mentionne ceci (caractères gras dans le document original) [traduction] :

Résistez à la tentation d'effectuer des manœuvres pour impressionner les passagers, d'autres pilotes, des personnes au sol ou d'autres personnes par l'intermédiaire d'une caméra de bord. « Épater la galerie » peut être une distraction mortelle, car cela détourne votre attention de votre principale tâche – piloter de façon sécuritaire¹⁸.

D'autres autorités reconnaissent également ce risque. Par exemple, d'après une feuille d'information de la Federal Aviation Administration des États-Unis sur les manœuvres en vol [traduction] :

Plus de 25 % des accidents mortels en aviation générale surviennent durant la phase de manœuvre des vols – virages, montées ou descentes à proximité du sol. La grande majorité de ces accidents comprend des tentatives de rase-motte et des cas de décrochage/vrille [...]¹⁹.

Recommandations du BST sur l'utilisation de vêtements de flottaison individuels et la formation sur l'évacuation d'urgence d'hydravions

Durant son enquête sur l'accident durant le décollage d'un DHC-2 à Lyall Harbour (Colombie-Britannique) en 2009²⁰, le BST a reconnu que s'ils ne portent pas de vêtement de flottaison individuel,

¹⁴ Rapports d'enquête aéronautique A16A0084, A17Q0050 et A18W0098 du BST.

¹⁵ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, article 602.01.

¹⁶ Ibid., alinéa 602.14(2)b).

¹⁷ Transports Canada, TP 14371F (2018-1), *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (29 mars 2018), AIR – Discipline aéronautique, 2.4.1, p. 429.

¹⁸ U.S. National Transportation Safety Board, *Safety Alert 019: Prevent Aerodynamic Stalls at Low Altitude* (mars 2013, révisé en décembre 2015), p. 3.

¹⁹ U.S. Federal Aviation Administration, General Aviation Joint Steering Committee, Safety Enhancement Topic: *Maneuvering Flight* (9 août 2018).

²⁰ Rapport d'enquête aéronautique A09P0397 du BST.

en l'absence d'autres moyens de sauvetage, il y a un risque accru que les survivants d'un accident sur l'eau se noient.

Le BST recommande que

le ministère des Transports exige que les occupants d'hydravions commerciaux portent un dispositif individuel qui assure leur flottaison après une évacuation d'urgence.

Recommandation A11-06 du BST

De plus, le BST a souligné, à la suite de nombreux accidents d'hydravion, que les pilotes qui suivent une formation sur l'évacuation subaquatique ont de meilleures chances de s'échapper de l'aéronef et de survivre à un accident. Ces pilotes peuvent ensuite aider les passagers à évacuer l'aéronef. En 2013, après l'accident d'un hydravion DHC-2 sur le lac Lillabelle (Ontario)²¹, le BST a recommandé que

le ministère des Transports exige que tous les équipages d'hydravions commerciaux suivent une formation sur l'évacuation subaquatique.

Recommandation A13-02 du BST

Ces deux recommandations ont mené à des propositions de modifications à la réglementation qui ont été publiées dans la Partie I de la *Gazette du Canada* le 21 mai 2016. En ce qui concerne la recommandation A11-06, la réglementation exigerait que tous les occupants d'hydravions commerciaux portent un vêtement de flottaison durant l'embarquement d'un hydravion et durant tout vol au-dessus d'un plan d'eau. Les modifications à la réglementation prévoiraient également une formation obligatoire sur l'évacuation subaquatique pour les pilotes d'hydravions exploités à titre commercial, avec une formation périodique tous les 3 ans, stipulation qui répond à la recommandation A13-02.

Même si TC avait d'abord indiqué que les modifications proposées à la réglementation seraient publiées dans la Partie II de la *Gazette du Canada* en 2017, la dernière réponse de TC indiquait que le ministère prévoyait plutôt leur publication dans la Partie II à l'automne 2018. Quoique TC ait entrepris des efforts soutenus de promotion visant à améliorer la sécurité des hydravions, aucune modification proposée à la réglementation n'avait encore été publiée en date de la rédaction du présent rapport. Le Bureau est préoccupé par les délais qui s'ajoutent avant la publication de ces modifications dans la Partie II de la *Gazette du Canada*. Si elles sont publiées telles quelles, les modifications proposées vont considérablement réduire ou éliminer la lacune de sécurité soulevée dans la recommandation A13-02; toutefois, tant qu'elles ne seront pas entièrement mises en œuvre, les risques pour la sécurité des transports demeureront.

Par conséquent, le BST estime que les réponses aux recommandations A11-06 et A13-02 dénotent une intention satisfaisante.

Messages de sécurité

Il est dangereux de manœuvrer intentionnellement un aéronef à basse altitude.

Les pilotes doivent surveiller attentivement l'angle d'inclinaison de l'aéronef durant les manœuvres. À des angles d'inclinaison prononcés, la vitesse anémométrique à laquelle un aéronef décroche est plus élevée que durant le vol avec les ailes à l'horizontale. Ainsi, les pilotes pourraient ne pas prévoir

²¹ Rapport d'enquête aéronautique A12O0071 du BST.

l'amorce précoce d'un décrochage accéléré. Un décrochage qui se produit à basse altitude pourrait être impossible à redresser avant l'impact avec le relief.

Les chances de survie augmentent lorsque chaque occupant d'un hydravion porte un VFI, et lorsque les pilotes qui exploitent des hydravions suivent une formation sur l'évacuation subaquatique.

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 13 février 2019. Il a été officiellement publié le 19 février 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@bst.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 aérien A18O0107

No de cat. TU3-10/18-0107F-PDF
ISBN 978-0-660-29536-7

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.