



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A1900089

PERTE DE MAÎTRISE ET COLLISION AVEC LE RELIEF

Hawk Air (705833 Ontario Ltd.)
de Havilland DHC-2 Mk. I (Beaver), C-FBBG
Hydroaérodrome de Hawk Junction (Ontario)
11 juillet 2019

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 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 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 A19O0089* (publié le 8 octobre 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 A19O0089

N° de cat. TU3-10/19-0089F-PDF

ISBN 978-0-660-36073-7

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.

Table des matières

1.0 Renseignements de base.....	2
1.1 Déroulement du vol.....	2
1.2 Tués et blessés.....	3
1.3 Dommages à l'aéronef.....	3
1.4 Autres dommages	3
1.5 Renseignements sur le personnel.....	3
1.6 Renseignements sur l'aéronef.....	4
1.6.1 Masse et centrage	5
1.6.2 Circuit carburant.....	5
1.6.3 Caractéristiques de décrochage	7
1.6.4 Avertisseur de décrochage	7
1.6.5 Décollage normal.....	10
1.6.6 Procédures d'urgence.....	10
1.6.7 Commandes de vol des aéronefs de type DHC-2.....	11
1.7 Renseignements météorologiques	12
1.8 Aides à la navigation.....	12
1.9 Communications.....	12
1.10 Renseignements sur l'aérodrome.....	13
1.11 Enregistreurs de bord	13
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact.....	13
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques.....	14
1.14 Incendie.....	14
1.15 Questions relatives à la survie des occupants.....	14
1.15.1 Ceintures de sécurité.....	15
1.16 Essais et recherche.....	17
1.16.1 Rapports de laboratoire du BST.....	17
1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion.....	17
1.17.1 Hawk Air.....	17
1.17.2 Formation pour les services de taxi aérien.....	18
1.17.3 Formation de Hawk Air.....	21
1.17.4 Gestion du carburant pour les aéronefs de type DHC-2.....	23
1.18 Renseignements supplémentaires	24
1.18.1 Demi-tour après une panne moteur.....	24
1.18.2 Décrochage aérodynamique	25
1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces.....	28
2.0 Analyse.....	29
2.1 Chronologie des événements	29
2.1.1 Panne d'alimentation carburant.....	29
2.1.2 Demi-tour.....	30
2.2 Avertisseur de décrochage	31
2.3 Formation.....	31
2.3.1 Exigences de la formation pour les services de taxi aérien.....	31

2.3.2	Formation de Hawk Air.....	32
2.4	Utilisation de la ceinture de sécurité.....	33
3.0	Faits établis.....	34
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	34
3.2	Faits établis quant aux risques.....	34
4.0	Mesures de sécurité.....	35
4.1	Mesures de sécurité prises.....	35
4.1.1	Hawk Air.....	35
ANNEXES	36
	Annexe A – Rapports d’enquête sur la sécurité du transport aérien du BST sur les accidents de décrochage mettant en cause un aéronef de type DHC-2 depuis 1998.....	36

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A1900089

PERTE DE MAÎTRISE ET COLLISION AVEC LE RELIEF

Hawk Air (705833 Ontario Ltd.)
de Havilland DHC-2 Mk. I (Beaver), C-FBBG
Hydroaérodrome de Hawk Junction (Ontario)
11 juillet 2019

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 ii.

Résumé

Le 11 juillet 2019, vers 8 h 52, heure avancée de l'Est, l'aéronef de Havilland DHC-2 Mk. I Beaver monté sur flotteurs (immatriculation C-FBBG, numéro de série 358), exploité par Hawk Air, a décollé de l'hydroaérodrome de Hawk Junction, sur le lac Hawk (Ontario). L'aéronef, avec le pilote et 1 passager à bord, effectuait un vol nolisé selon les règles de vol à vue de jour. L'aéronef devait livrer des provisions à un camp éloigné sur le lac Oba, en Ontario, à environ 35 milles marins au nord-nord-est de l'hydroaérodrome de Hawk Junction.

L'aéronef a décollé en direction du nord-est. Peu après le décollage, au cours de la montée initiale, tout juste passé l'extrémité nord-est du lac Hawk, l'aéronef s'est écrasé dans une assiette en piqué prononcée, sectionnant une ligne électrique juste avant l'impact et s'immobilisant près d'une sous-station hydroélectrique.

Le pilote et le passager ont subi des blessures mortelles. L'aéronef a été détruit par les forces de l'impact, mais n'a pas pris feu. Lors de l'impact, la radiobalise de repérage d'urgence s'est déclenchée et le signal a été reçu par le Centre conjoint de coordination de sauvetage à Trenton (Ontario).

1.0 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Le 11 juillet 2019, à 7 h¹, le pilote de l'aéronef de Havilland DHC-2 Mk. I Beaver monté sur flotteurs (immatriculation C-FBBG, numéro de série 358), exploité par Hawk Air, a commencé sa journée de service en prévision d'un départ à 8 h de l'hydroaérodrome de Hawk Junction (CNH6), sur le lac Hawk (Ontario). Il a effectué les préparatifs du vol et a avitaillé l'aéronef pour le vol nolisé dans le but de livrer des produits et des provisions à un camp éloigné sur le lac Oba (Ontario), à environ 35 milles marins (NM) au nord-nord-est de CNH6. Il a chargé la marchandise avec l'aide d'un préposé à l'entretien du camp employé par Hawk Air, qui était le passager dans l'événement à l'étude. En raison du couvert nuageux bas, le départ a été reporté jusqu'à ce que les conditions météorologiques soient propices au vol selon les règles de vol à vue (VFR). Vers 8 h 40, le pilote et le passager sont montés à bord de l'aéronef et le pilote a démarré le moteur. La direction de décollage était vers le nord-est, ce qui nécessitait une circulation au sol de 10 minutes vers l'extrémité sud-ouest du lac pour le départ.

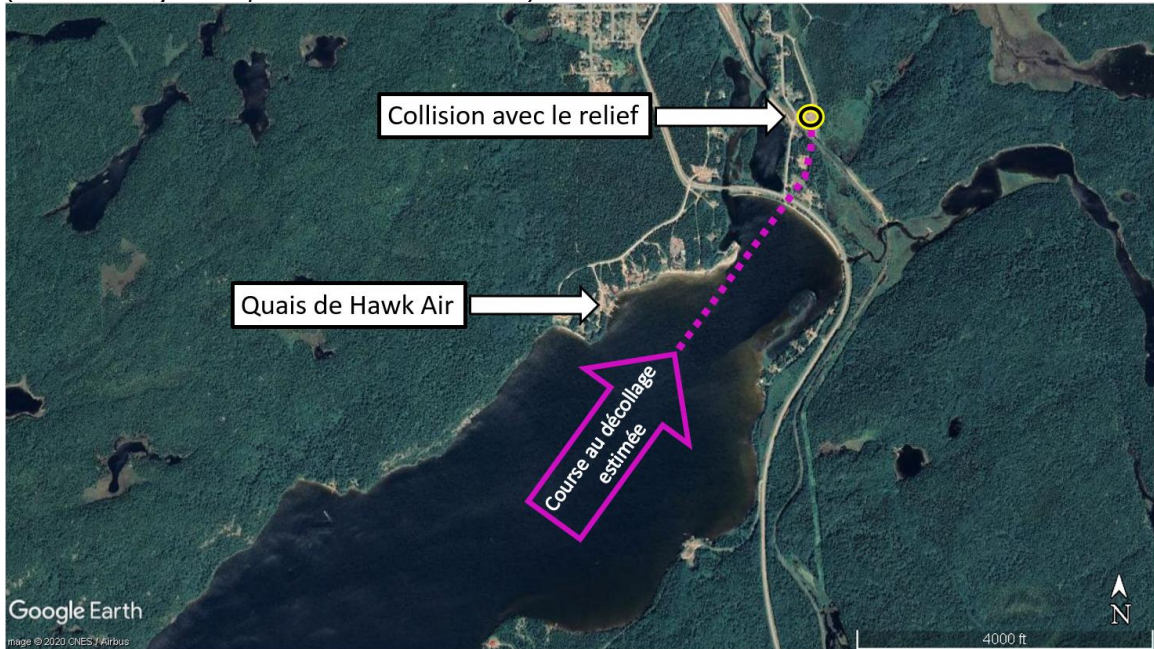
Vers 8 h 52, l'aéronef a commencé sa course au décollage. Il a pris son envol environ par le travers du quai de Hawk Air (figure 1) et est monté à une hauteur estimative de 300 à 400 pieds au-dessus du sol (AGL). L'aéronef a été vu en train de monter normalement avant d'entamer un virage soudain à gauche et une assiette en piqué extrême.

Dans les environs du lieu de l'accident, les bruits du moteur se sont rapidement atténués, comme si le moteur fonctionnait soudainement à une faible puissance ou ne fonctionnait pas du tout. Le bruit d'un aéronef entrant en collision avec le sol a été entendu peu de temps après.

À 8 h 53, l'aéronef est entré en collision avec le relief à côté d'une sous-station hydroélectrique, tout près du village de Hawk Junction. Le pilote et le passager ont subi des blessures mortelles. L'aéronef a été détruit, mais il n'a pas pris feu, malgré une fuite importante de carburant. Lors de l'impact, la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) s'est déclenchée, et le signal a été reçu par le Centre conjoint de coordination de sauvetage à Trenton (Ontario).

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

Figure 1. Vue du lieu de l'événement, avec une ligne mauve pointillée montrant la trajectoire estimée (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



1.2 Tués et blessés

Tableau 1. Tués et blessés

Blessures	Équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord
Mortelles	1	1	2
Graves	0	0	0
Légères	0	0	0
Aucune	0	0	0
Total	1	1	2

1.3 Dommages à l'aéronef

L'aéronef a été détruit par la collision avec le relief.

1.4 Autres dommages

Une ligne hydroélectrique a été sectionnée par la gouverne de profondeur gauche de l'aéronef avant la collision avec le relief. Il y a eu des dommages mineurs à la clôture à mailles losangées entourant la sous-station hydroélectrique près du lieu de la collision. Le service hydroélectrique a été interrompu pour les collectivités environnantes pendant environ 2 heures.

1.5 Renseignements sur le personnel

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

Le pilote était au service de Hawk Air depuis mai 2016, au début de la saison de vol des hydravions de 2016. Il a suivi la formation de la compagnie et a commencé à piloter l'aéronef Cessna 180 de la compagnie. Plus tard au cours de la saison de 2016, il a commencé à suivre de la formation sur l'aéronef de l'événement à l'étude et a poursuivi sa formation au cours de la saison de 2017. Au cours des saisons de 2018 et de 2019, il était le pilote principal pour les aéronefs de type DHC-2 à Hawk Air.

Tableau 2. Renseignements sur le personnel

	Pilote
Licence de pilote	Licence de pilote professionnel – avion
Date d'expiration du certificat médical	1 ^{er} novembre 2019
Heures de vol total	1231,2
Heures de vol sur type	409,5
Heures de vol au cours des 7 jours précédant l'événement	18,2
Heures de vol au cours des 30 jours précédant l'événement	68,3
Heures de vol au cours des 90 jours précédant l'événement	133,6
Heures de vol sur type au cours des 90 derniers jours	122,7
Heures de service avant l'événement	1,9
Heures hors service avant la période de travail	40

Le pilote dans l'événement à l'étude travaillait 6 jours par semaine, du jeudi au mardi, et avait le mercredi de congé. L'événement a eu lieu au cours de son premier vol un jeudi, après son jour de congé prévu.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Tableau 3. Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	de Havilland Aircraft of Canada Ltd.
Type, modèle et immatriculation	DHC-2 Mk. I
Numéro de série	358
Date d'émission du certificat de navigabilité	2 mai 1998
Total d'heures de vol cellule	17 804,2 heures
Type de moteur (nombre de moteurs)	Pratt & Whitney R-985-AN-14B à 9 cylindres en étoile, refroidi à l'air (1)
Type d'hélice ou de rotor (nombre)	Hamilton Standard 2D30-237 (1)
Masse maximale autorisée au décollage	5090 lb (2308,79 kg)
Type(s) de carburant recommandé(s)	100LL
Type de carburant utilisé	100LL

Les plus récents travaux d'entretien sur l'aéronef en cause ont eu lieu le 17 juin 2019, lorsque l'aéronef a subi une inspection périodique prévue toutes les 100 heures. Au moment de l'événement, l'aéronef comptait au total 36,4 heures de vol depuis cette inspection.

Le moteur avait accumulé 1013,7 heures de vol depuis sa dernière révision. Le calendrier d'entretien approuvé de Hawk Air pour les aéronefs de type DHC-2 exige que le moteur subisse une révision à des intervalles de 1400 heures.

L'enquête n'a révélé aucune indication d'une défaillance de la cellule, des commandes de vol ou du moteur de l'aéronef comme ayant contribué à cet événement.

Les dossiers indiquent que l'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

1.6.1 Masse et centrage

La masse maximale autorisée au décollage de l'aéronef en cause était de 5090 livres. Le dossier de chargement pour le vol à l'étude a été trouvé sur le lieu de l'accident et indiquait une masse au décollage de 5010 livres. La pesée des marchandises trouvées au lieu de l'événement suggère que la masse des marchandises avait été inscrite avec exactitude dans le dossier de chargement.

L'enquête n'a pas permis de confirmer la quantité de carburant qui avait fui de l'aéronef après l'événement. Le dossier de chargement pour le vol à l'étude indiquait une charge de carburant de 210 livres (environ 29 gallons impériaux).

1.6.2 Circuit carburant

L'aéronef DHC-2 Mk. I contient 3 réservoirs de carburant situés en dessous du plancher de la cabine qui sont désignés comme les réservoirs avant, central et arrière. On les remplit de carburant au moyen de cols de remplissage individuels situés dans un compartiment derrière une porte à charnières sur le côté gauche du fuselage, adjacent à la porte du poste de pilotage². Les réservoirs avant et central ont chacun une capacité de 29 gallons impériaux, alors que le réservoir arrière a une capacité de 21 gallons impériaux. L'aéronef en cause était également équipé de réservoirs de carburant de bout d'aile; ces réservoirs n'étaient toutefois pas utilisés par Hawk Air et étaient placardés de manière appropriée.

Au cours du fonctionnement normal du moteur, la pression du carburant est fournie par une pompe à carburant entraînée par le moteur. Une pompe manuelle est utilisée pour accroître la pression du carburant avant le démarrage du moteur ou pour maintenir la pression du carburant si la pompe à carburant entraînée par le moteur tombe en panne.

1.6.2.1 Sélecteur de carburant

Pour sélectionner un réservoir de carburant dans l'aéronef DHC-2 Mk. I, le pilote utilise un sélecteur en D à 4 positions situé du côté inférieur gauche du tableau de bord dans le poste de pilotage. La forme du sélecteur lui permet de fonctionner comme un pointeur, avec une flèche en relief sur le dessus qui pointe vers le réservoir sélectionné (figure 2).

² Viking Air Limited, *DHC-2 Beaver Airplane Flight Manual*, PSM1-2-1, révision 11 (8 juillet 2002), section 1.8, p. 7.

Figure 2. Sélecteur de carburant de l'aéronef en cause, avec le réservoir arrière sélectionné (Source : BST)



Les positions du sélecteur de carburant sont les suivantes : OFF (désactivé), FRONT TANK (réservoir avant), CENTRE TANK (réservoir central) et REAR TANK (réservoir arrière). Le sélecteur ne peut pas être tourné en sens horaire de la position REAR TANK à la position OFF et ne peut pas être tourné en sens antihoraire de la position OFF à la position REAR TANK.

Le sélecteur de carburant est branché avec des câbles au robinet sélecteur commandé par câble dans le ventre de l'aéronef, à l'arrière du réservoir de carburant arrière.

On a trouvé le sélecteur de carburant à la position REAR TANK sur les lieux de l'événement, comme le montre la figure 2. Le robinet sélecteur commandé par câble a également été trouvé à la position qui correspond à la sélection du réservoir arrière comme source de carburant.

1.6.2.2 **Pression du carburant**

L'aéronef DHC-2 Mk. I est équipé d'un indicateur de pression carburant sur le panneau instruments moteurs. Il est également équipé d'un voyant rouge d'avertissement de faible pression du carburant, au-dessus du tableau instruments de vol, qui s'illumine chaque fois que la pression du carburant tombe en dessous de 3 lb/po².

Un examen du voyant d'avertissement de faible pression du carburant par le laboratoire du BST a indiqué que le voyant était allumé au moment de la collision.

1.6.2.3 **Givrage du carburateur**

Tout moteur d'aéronef à carburateur est susceptible au givrage du carburateur sous certaines conditions atmosphériques : humidité relative élevée (supérieure à 80 %) et températures de l'air extérieures atteignant 20 °C. Le jour de l'événement, la température

de l'air était de 14 °C, alors que le point de rosée était de 13 °C, ce qui crée le potentiel d'un givrage important du carburateur³. De la glace peut se former à l'intérieur du carburateur alors que l'air entrant est refroidi par l'effet Venturi, limitant la circulation de l'air et du carburant vers le moteur. Une perte de puissance suivra et, si les indices de la perte de puissance passent inaperçus, il peut se produire une perte totale de puissance. L'aéronef utilise un système de réchauffage carburateur pour introduire de l'air chaud dans le carburateur afin d'empêcher la glace de se former ou de faire fondre la glace qui s'est déjà formée. Généralement, ce système n'est pas utilisé au cours du décollage, car il réduit la performance du moteur.

1.6.3 Caractéristiques de décrochage

Selon le manuel de vol de l'aéronef de type DHC-2, [traduction] « le décrochage est doux dans toutes les conditions normales de charge et de configuration des volets et peut être anticipé par de légères vibrations qui augmentent alors que les volets sont abaissés ». Toutefois, lors d'un décrochage, si on laisse l'aéronef exécuter un mouvement de lacet, il a également tendance à effectuer un roulis. Le pilote doit immédiatement prendre des mesures correctives afin d'empêcher le mouvement de roulis⁴. Le manuel indique également que [traduction] « dans les virages serrés, les facteurs de charge du vol peuvent atteindre les charges limites et peuvent également accroître le danger d'un décrochage non intentionnel⁵ ».

1.6.4 Avertisseur de décrochage

Les normes relatives à la conception des aéronefs⁶ exigent que les avions des catégories normale, utilitaire, acrobatique et navette soient conçus de manière à fournir au pilote un avertissement de décrochage clair et distinct avec les volets et le train d'atterrissage dans une position normale quelconque, en vol rectiligne et en virages. Les normes stipulent également les faits suivants [traduction] :

l'avertissement de décrochage peut être fourni soit par les qualités aérodynamiques inhérentes à l'avion, soit par un dispositif qui donnera des indications clairement distinctes dans les conditions envisagées de vol. Cependant, un dispositif avertisseur

³ Transports Canada, TP 2228E-38, *Un instant! pour votre sécurité : Givrage du carburateur* (avril 2011).

⁴ Viking Air Limited, *DHC-2 Beaver Airplane Flight Manual*, PSM1-2-1, révision 11 (8 juillet 2002), section 4.11.5, p. 42.

⁵ Ibid., section 4.6.1, p. 36.

⁶ Transports Canada, *Manuel de navigabilité* (1^{er} mars 2002, dernière révision le 1^{er} décembre 2009), chapitre 523, section 523.207 : Avertissement de décrochage, à l'adresse https://tc.canada.ca/fr/services-generaux/lois-reglements/liste-reglements/reglement-aviation-canadien-dors-96-433/normes/partie-v-manuel-navigabilite-chapitre-523-chapitre-b#523_207 (dernière consultation le 1^{er} mai 2020).

visuel de décrochage qui exige l'attention de l'équipage dans la cabine de pilotage n'est pas acceptable par lui-même⁷.

Les essais en vol effectués en vue de la certification de l'aéronef de type DHC-2 au cours des années 1940 ont permis de déterminer que les vibrations aérodynamiques produites juste avant un décrochage constituaient un avertissement de décrochage clair et distinct. Comme on jugeait que ce comportement satisfaisait aux exigences de conception, l'installation d'un autre dispositif ou avertisseur de décrochage⁸ n'a pas été exigée.

En pratique, il existe aujourd'hui très peu de types d'aéronefs certifiés et exploités commercialement sans avertisseur de décrochage. Les quelques types qui le sont, y compris les aéronefs de type DHC-2, ont été certifiés avant 1960.

Depuis 1998, le BST a enquêté sur 14 événements (excluant celui-ci) mettant en cause le décrochage et l'écrasement d'un aéronef de Havilland DHC-2 (annexe A), et ayant causé 38 pertes de vie au total.

L'aéronef en cause n'était pas équipé d'un avertisseur de décrochage, et la réglementation ne l'exigeait pas.

1.6.4.1 **Modification de l'avertisseur de décrochage des aéronefs de type DHC-2**

Bien que l'aéronef en cause n'était pas équipé à l'origine d'un avertisseur de décrochage, il existe un tel système pour l'aéronef de type DHC-2, sous la forme d'une modification approuvée (MOD 2/973) de Viking Air Limited, qui est le titulaire actuel du certificat de type DHC-2. Viking Air Limited a également conçu une modification améliorée (MOD 2/1605) à l'avertisseur de décrochage précédemment offert qui procure un avertissement visuel et sonore d'un décrochage imminent.

À la fin de juin 2014, Viking Air Limited a publié un bulletin technique dans lequel il recommandait l'installation ou l'amélioration des avertisseurs de décrochage sur tous les aéronefs de type DHC-2 par l'entremise de la MOD 2/1605⁹. De plus, Transports Canada (TC) a publié une alerte à la sécurité de l'Aviation civile en 2014, laquelle recommandait également que tous les propriétaires d'aéronefs de type DHC-2 appliquent la MOD 2/1605 ou un autre avertisseur de décrochage artificiel approuvé¹⁰.

⁷ Ibid., sous-section 523.207(b).

⁸ Un avertisseur de décrochage est un dispositif qui fournit au pilote un avertissement de décrochage clair et distinct indépendamment de la reconnaissance, par le pilote, des comportements de l'appareil juste avant un décrochage, comme les vibrations aérodynamiques.

⁹ Viking Air Limited, Technical Bulletin V2/00001 : Installation of Improved Stall Warning System (30 juin 2014).

¹⁰ Transports Canada, Alerte à la sécurité de l'Aviation civile n° 2014-02 : Installation dans des aéronefs DHC-2 qui n'étaient pas équipés d'un système avertisseur de décrochage artificiel (17 juillet 2017), au <https://tc.canada.ca/fr/aviation/centre-reference/alertes-securite-aviation-civile/installation-dans-aeronefs-dhc-2-qui-n-etaient-pas-equipés-système-avertisseur-decrochage-artificiel-alerte-securite-aviation-civile-asac-no-2014-02> (consulté le 28 août 2020).

1.6.4.2 **Recommandation antérieure du BST concernant les avertisseurs de décrochage des aéronefs de type DHC-2**

En octobre 2013, au terme de l'enquête sur la sécurité du transport aérien A12O0071 du BST, le Bureau a émis une préoccupation en matière de sécurité concernant le fait que les vibrations aérodynamiques des aéronefs de type DHC-2 ne fournissent pas aux pilotes un avertissement adéquat de l'imminence d'un décrochage. Le BST notait la fréquence élevée d'accidents causés par un décrochage aérodynamique ainsi que les conséquences désastreuses de ces accidents lorsqu'ils surviennent à basse altitude et lors des phases critiques de vol.

En août 2017, en même temps que la publication du rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A15Q0120 du BST mettant en cause un aéronef DHC-2 Mk. I qui avait décroché au cours d'un virage à basse altitude durant un vol touristique, le Bureau a recommandé que :

le ministère des Transports exige que tous les aéronefs de type DHC-2 en exploitation commerciale au Canada soient équipés d'un système avertisseur de décrochage.

Recommandation A17-01 du BST

Dans sa réponse de mars 2019, TC s'était engagé à entreprendre une étude approfondie afin de déterminer le moyen le plus efficace d'atténuer les risques associés aux accidents liés à un décrochage d'aéronef de type DHC-2. Dans sa mise à jour de décembre 2019, TC a indiqué qu'il avait terminé l'étude et avait conclu qu'il n'exigerait pas que tous les aéronefs de type DHC-2 en exploitation commerciale au Canada soient équipés d'un avertisseur de décrochage.

Le BST n'est pas d'accord avec la déclaration de TC, selon laquelle [traduction] « même si un système d'avertissement de décrochage est installé, un décrochage se produit néanmoins et laisse au pilote peu ou pas de temps pour réagir et reprendre la maîtrise de l'avion ».

Comme TC n'entend prendre aucune nouvelle mesure pour atténuer le risque associé aux accidents d'aéronefs de type DHC-2 liés au décrochage, le Bureau estime que le risque lié à la lacune de sécurité définie dans la recommandation A17-01 persiste.

Par conséquent, le Bureau a estimé que la réponse à la recommandation A17-01 dénotait une **attention non satisfaisante**¹¹.

¹¹ Recommandation A17-01 du BST : Système avertisseur de décrochage – DHC-2 (émise le 7 septembre 2017), à l'adresse <https://www.tsb.gc.ca/fra/recommandations-recommendations/aviation/2017/rec-a1701.html> (dernière consultation le 29 septembre 2020).

1.6.5 Décollage normal

Le manuel de vol des aéronefs de type DHC-2 indique qu'un décollage normal se fait avec le sélecteur de carburant à la position voulue, les volets en position TAKE-OFF (décollage)¹² et à une puissance de décollage maximale autorisée¹³. À une hauteur sécuritaire, une réduction de la puissance est requise et une vitesse de montée de 80 mi/h devrait être établie, soit la vitesse pour la pente de montée maximale¹⁴. Selon le manuel de vol, les volets devraient être rentrés et réglés à la position CLIMB (montée), à une altitude de 500 pieds¹⁵.

De nombreux exploitants d'aéronefs de type DHC-2, comme Hawk Air, choisissent de rentrer les volets et de les régler à CLIMB après la réduction de puissance initiale lorsque le franchissement des obstacles est assuré. Par conséquent, les volets sont réglés à CLIMB à une altitude inférieure à 500 pieds.

1.6.6 Procédures d'urgence

1.6.6.1 Panne moteur après le décollage

Le manuel de vol des aéronefs de type DHC-2 contient une section sur les pannes moteur après le décollage : la première étape indique au pilote [traduction] « d'abaisser immédiatement le nez afin de maintenir la vitesse à 65 mi/h^{16,17} ». La dernière étape de la procédure est en lettres majuscules et est suivi de 2 messages d'avertissement [traduction] :

j) MAINTENEZ UNE TRAJECTOIRE RECTILIGNE, EN N'APPORTANT QUE LES CORRECTIONS NÉCESSAIRES POUR ÉVITER LES OBSTACLES. UTILISEZ LA GOUVERNE DE DIRECTION SEULEMENT.

AVERTISSEMENT

Maintenez toujours une vitesse suffisante pour assurer la maîtrise complète de l'aéronef jusqu'au point d'atterrissage. Une utilisation grossière des ailerons près de la vitesse de décrochage accélère le basculement latéral.

AVERTISSEMENT

¹² Viking Air Limited, *DHC-2 Beaver Airplane Flight Manual*, PSM1-2-1, révision 11 (8 juillet 2002), section 2.8 : Take-Off Check, p. 23.

¹³ Ibid., section 2.9 : Take-Off, p. 24.

¹⁴ La vitesse de montée est la vitesse qui produit le plus important gain en altitude sur une unité de distance donnée.

¹⁵ Viking Air Limited, *DHC-2 Beaver Airplane Flight Manual*, PSM1-2-1, révision 11 (8 juillet 2002), section 2.9 : Take-Off, p. 24.

¹⁶ Toutes les vitesses dans ce rapport qui renvoient au *DHC-2 Beaver Airplane Flight Manual* s'appliquent à l'aéronef monté sur flotteurs.

¹⁷ Viking Air Limited, *DHC-2 Beaver Airplane Flight Manual*, PSM1-2-1, révision 11 (8 juillet 2002), section 3.1.2 : Engine Failure After Take-off, p. 29.

Il est préférable d'amener un aéronef avec un moteur en panne de façon sécuritaire vers un atterrissage forcé droit devant, plutôt que de faire demi-tour vers la piste. Dans nombre de cas, les tentatives de retour se sont soldées par des roulis intempestifs ou des vrilles qui se sont poursuivis jusqu'au sol¹⁸.

Le manuel du vol des aéronefs de type DHC-2 contient également des directives pour une panne moteur à plus de 800 pieds après le décollage, exigeant une vitesse de vol plané de 92 mi/h et permettant de prendre la décision de faire demi-tour vers le point de départ si l'altitude le permet.

Le manuel de vol comprend un tableau des distances de vol plané. Une note sous le tableau indique qu'un aéronef de type DHC-2 monté sur flotteurs avec ses volets rentrés, planant à 92 mi/h dans un vent nul, couvrira une distance en ligne droite de 3¼ milles terrestres pour chaque 2000 pieds d'altitude au-dessus du sol¹⁹. Le tableau des distances de vol plané ne comprend pas les données pour les distances de vol plané des aéronefs de type DHC-2 à 65 mi/h.

1.6.7 Commandes de vol des aéronefs de type DHC-2

Les commandes de vol primaires des aéronefs de type DHC-2 sont conventionnelles et sont contrôlées par un manche de commande et des palonniers. L'aéronef à l'étude n'avait pas de volant du côté droit (copilote). Toutefois, il était doté d'un manche de commande dont la partie supérieure, qui comprend le volant, peut basculer de gauche à droite et est maintenue en position par un verrou dans la charnière (figure 3). Le manuel de vol décrit la procédure utilisée pour déplacer le volant d'un côté vers l'autre [traduction] :

Un verrou à la charnière du manche permet de verrouiller la partie supérieure à charnière du manche en place.

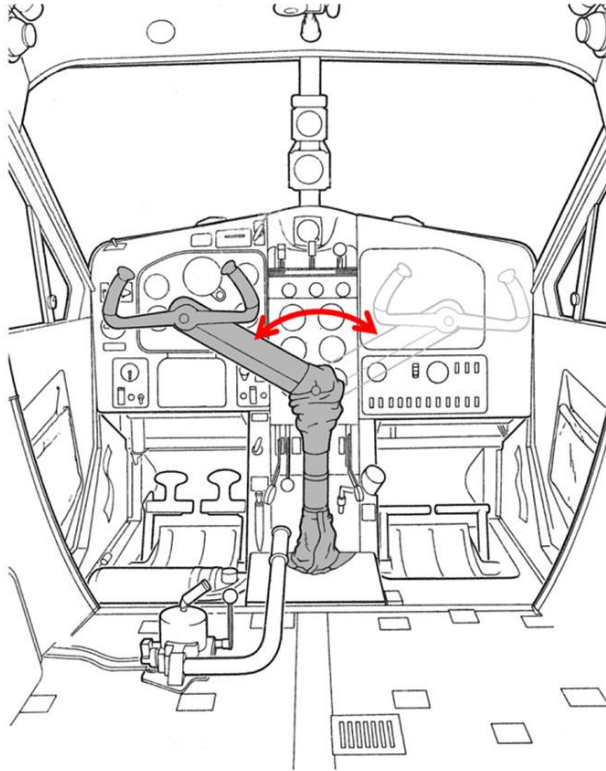
Le manche peut être basculé en palier en vol de croisière sans perturber l'équilibre de l'aéronef en prenant la partie supérieure du manche et en permettant au volant de bouger librement alors que la partie supérieure est « basculée » afin d'être utilisée par le copilote²⁰.

¹⁸ Ibid., section 3.1.2 : Engine Failure After Take-off, p. 29.

¹⁹ Ibid., figure 3.1 : Gliding Distances, p. 30.

²⁰ Ibid., section 1.11.1 : Control column throw-over and lock, p. 11.

Figure 3. Diagramme des commandes de vol de l'aéronef en cause, avec une flèche rouge montrant le mouvement du manche (Source : Viking Air Limited, *DHC-2 Beaver Flight Manual*, Figure 1-5, avec annotation du BST)



1.7 Renseignements météorologiques

La station météorologique la plus proche du lieu de l'événement était à l'aéroport de Wawa (CYXZ), en Ontario, à environ 11 NM au sud-ouest de CNH6. Au moment de l'événement :

- le vent était variable, entre 310 degrés vrais (V) et 10°V à 12 nœuds, avec des rafales atteignant jusqu'à 18 nœuds;
- la visibilité était de 15 milles terrestres;
- la température était de 14 °C et le point de rosée était de 13 °C;
- le plafond était fragmenté à 1200 pieds AGL et il y avait des couches supplémentaires de nuages fragmentés à 2400 pieds AGL et 4200 pieds AGL.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Communications

Sans objet.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

CNH6 est un hydroaérodrome privé enregistré situé sur le lac Hawk, environ 1 NM au sud du village de Hawk Junction, à une élévation de 1030 pieds du niveau moyen de la mer.

Le lac Hawk est orienté sur un axe du sud-ouest au nord-est et a une longueur de plus de 10 000 pieds. Le lac a une largeur de plus de 2000 pieds en son centre et se rétrécit graduellement à 900 pieds à l'extrémité nord-est.

Les vents dominants proviennent de l'ouest ou du sud-ouest en été, ce qui signifie que la plupart des décollages se font vers le sud-ouest, le point de départ étant le quai de Hawk Air.

La géographie environnante de CNH6 comprend des secteurs densément boisés, des secteurs de relief ascendant, des petits ruisseaux, des marécages et des lacs. Outre l'amerrissage, il y a très peu d'endroits sur la terre ferme où l'on peut effectuer un atterrissage forcé sans la probabilité de dommages importants à l'aéronef et de blessures potentielles aux occupants.

1.11 Enregistreurs de bord

L'aéronef n'était pas équipé d'un enregistreur de données de vol ni d'un enregistreur de conversations de poste de pilotage, et il n'était pas tenu d'en avoir selon la réglementation.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Sur les lieux de l'accident, un poteau hydroélectrique situé près du bord de fuite de l'aile gauche et une clôture située près du bord de fuite de l'aile droite n'ont pas été endommagés. Ces indications concordent avec la collision entre l'aéronef dans une assiette en piqué très prononcée et le relief recouvert de gravier; l'aile gauche était légèrement plus basse que l'aile droite. Les dommages à l'aéronef correspondaient aux premières étapes d'une amorce de vrille²¹. Une seule ligne de transport d'électricité (d'un ensemble de 3 lignes) a été sectionnée par la gouverne de profondeur gauche, laquelle s'est ensuite séparée de l'aéronef.

Les pales d'hélice montraient des égratignures dans le sens de la corde, et une pale s'était enfoncée dans le gravier. Cependant, les dommages au moyeu de l'hélice suggèrent qu'il y avait très peu de rotation au moment de l'impact. Il y a eu d'importants dommages dus à la collision au boîtier et aux cylindres du moteur, ainsi qu'aux pièces accessoires à l'arrière du moteur.

Le fuselage devant les points de fixation des flotteurs arrière a subi d'importants dommages de compression et l'espace habitable dans le poste de pilotage a été compromis.

²¹ Conformément à la définition dans le document *Sensibilisation au décrochage et à la vrille* de Transports Canada : « [l']amorce d'une vrille débute avec le décrochage et la rotation de l'appareil et continue jusqu'à ce que la vrille soit stabilisée. » (Source : Transports Canada, TP 13747, *Sensibilisation au décrochage et à la vrille*, 2^e édition [octobre 2003], Vrilles, p. 9).

Les réservoirs de carburant avant et central étaient fissurés, et du carburant fuyait de l'aéronef peu de temps après l'impact. Le réservoir de carburant arrière n'était pas endommagé et ne contenait aucune trace de carburant. L'examen du circuit carburant sur place n'a dévoilé aucune présence de carburant dans le robinet sélecteur, les conduites carburant menant au moteur et la cuve à niveau constant de carburateur. Le circuit carburant en aval du robinet sélecteur, jusqu'au carburateur, a été endommagé par l'impact, et du carburant s'est écoulé de l'épave.

Un examen détaillé du moteur et de ses pièces accessoires n'a dévoilé aucune anomalie mécanique qui aurait pu exister avant l'impact.

Le vérin de volet a été récupéré sur les lieux, et la mesure de la position du vérin indiquait que les volets étaient réglés à CLIMB au moment de l'événement.

Bon nombre des instruments de vol et des indicateurs moteur avaient subi des dommages importants à la suite de l'impact; les parties récupérées ont été envoyées au Laboratoire d'ingénierie du BST à Ottawa (Ontario), aux fins d'analyse. En raison des dommages dus à l'impact, on a pu tirer très peu de renseignements de cette analyse; toutefois, les renseignements obtenus correspondaient aux autres renseignements recueillis durant l'enquête.

Un appareil Garmin Aera 500 en grande partie intact a été trouvé sur les lieux. Un examen du laboratoire du BST de la mémoire non volatile contenue dans l'appareil a permis de déterminer que l'appareil n'était cependant pas configuré pour enregistrer les données de vol, et il n'a fourni aucun renseignement concernant le vol à l'étude.

Des parties d'un appareil de surveillance du moteur JPI ont également été récupérées de l'épave; toutefois, une analyse de la mémoire non volatile contenue dans l'appareil n'a fourni aucun renseignement concernant le vol à l'étude.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Selon l'enquête, rien ne porte à croire que des facteurs médicaux ou physiologiques aient pu nuire au rendement du pilote.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

L'aéronef était muni d'une ELT automatique fixe (Artex ME-406) transmettant sur les fréquences 406 MHz et 121,5 MHz. Elle était installée juste derrière le compartiment à bagage du côté droit du fuselage. Elle s'est activée comme prévu après la collision avec le relief. L'exploitant a reçu un appel téléphonique du Centre conjoint de coordination de sauvetage en réponse à l'activation de l'ELT, peu après l'événement.

Peu de temps après, la Police provinciale de l'Ontario a été dépêchée pour évaluer et sécuriser les lieux.

Les occupants ont été retrouvés dans l'aéronef. L'espace habitable dans le poste de pilotage avait été grandement réduit, ayant été compressé par le moteur et la cargaison projetée vers l'avant à l'impact. Les deux sièges avant étaient très difformes, ce qui signifie qu'il y avait des forces verticales élevées au moment de l'impact. L'accident n'offrait aucune chance de survie en raison de ces forces.

1.15.1 Ceintures de sécurité

Les occupants ont été retrouvés avec leurs ceintures sous-abdominales respectives attachées et bouclées. Ils ne portaient pas leurs ceintures-baudriers au moment de l'événement, bien que l'utilisation des ceintures-baudriers n'aurait pas eu d'incidence sur la survivabilité de cet accident.

1.15.1.1 Exigences réglementaires

Le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) comprend plusieurs exigences selon lesquelles les aéronefs doivent être équipés de ceintures de sécurité, d'ensembles de retenue et de ceintures-baudriers. Plus précisément, le RAC stipule ce qui suit en ce qui a trait à l'exigence sur les sièges et les ceintures de sécurité :

605.25 (1) Le commandant de bord d'un aéronef doit donner à toute personne à bord de l'aéronef l'ordre de boucler la ceinture de sécurité dans les cas suivants :

- a) pendant le mouvement de l'aéronef à la surface;
- b) pendant le décollage et l'atterrissage;
- c) au cours du vol, chaque fois que le commandant de bord le juge nécessaire²².

Une ceinture de sécurité est définie dans le RAC comme étant un « [d]ispositif de retenue individuel qui se compose **soit** [caractères gras ajoutés] d'une ceinture sous-abdominale, soit d'une ceinture sous-abdominale et d'une ceinture-baudrier²³ ». Le RAC définit une ceinture-baudrier comme étant « [t]out dispositif qui sert à retenir le torse et qui se compose d'une sangle diagonale simple passant sur l'épaule ou d'une paire de sangles passant sur les épaules²⁴ ».

Bien que l'intention de ce règlement est que tous les composants disponibles du système de ceintures de sécurité soient utilisés, le règlement peut être interprété comme voulant dire que le port de la ceinture sous-abdominale seulement serait conforme.

²² Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, paragraphe 605.25(1).

²³ Ibid., paragraphe 101.1(1).

²⁴ Ibid.

L'enquête a permis de déterminer que les ceintures-baudriers dans les aéronefs de type DHC-2 et d'autres aéronefs de Hawk Air n'étaient généralement pas utilisées par ses pilotes. Les pilotes de la compagnie ignoraient que l'intention du RAC était que la ceinture-baudrier soit utilisée (si elle est installée) avec la ceinture sous-abdominale.

1.15.1.2 **Recommandation précédente du BST relativement à la définition de ceinture de sécurité**

L'utilisation d'un dispositif de retenue à 3 ou 4 points (ceinture de sécurité et ceinture-baudrier) assure une meilleure répartition des forces d'impact et diminue la gravité des blessures au torse et à la tête.

Le BST a enquêté sur de nombreux accidents²⁵ mettant en cause des aéronefs équipés de ceintures-baudriers détachables, dans lesquels le BST a déterminé que les occupants ne portaient pas les ceintures-baudriers au moment de l'accident.

À la suite de son enquête sur un accident d'hélicoptère survenu à Tweed (Ontario)²⁶, le BST a déterminé que les passagers n'avaient pas utilisé leurs ceintures-baudriers avec leurs ceintures de sécurité. Bien que TC ait publié différents documents afin de clarifier la définition de ceinture de sécurité dans le règlement, s'il n'est pas clair dans le règlement que l'utilisation de tous les composants disponibles d'une ceinture de sécurité est obligatoire, il y a un risque que les ceintures-baudriers ne soient pas utilisées comme prévu, ce qui augmente le risque de blessures et de pertes de vie. Par conséquent, le Bureau a recommandé que :

le ministère des Transports modifie le *Règlement de l'aviation canadien* pour éliminer toute ambiguïté relativement à la définition de « ceinture de sécurité ».

Recommandation A19-01 du BST

Dans sa réponse fournie en janvier 2020, TC a indiqué qu'il était d'accord avec la recommandation A19-01 et qu'il avait commencé à effectuer une évaluation de l'impact réglementaire de la modification de la définition de « ceinture de sécurité » au paragraphe 101.1(1) du RAC. TC avait également publié des documents d'orientation concernant l'utilisation correcte des ceintures de sécurité.

Dans son évaluation de la réponse de TC en mars 2020, le Bureau jugeait encourageant le fait que TC avait commencé à prendre des mesures pour régler cette lacune de sécurité. Une modification de la définition de « ceinture de sécurité », une fois entièrement mise en œuvre, devrait réduire les risques associés à la lacune de sécurité décrite dans la recommandation A19-01.

Par conséquent, le Bureau a estimé que la réponse à la recommandation A19-01 dénotait une **intention satisfaisante**.

²⁵ Une recherche dans la base de données du BST de 1990 à 2018 a permis de relever 62 accidents dans lesquels des ceintures-baudriers étaient installées, mais non utilisées.

²⁶ Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A17O0264 du BST.

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 :

- LP157/2019 – NVM Data Recovery [Récupération des données de la mémoire non volatile]
- LP158/2019 – Flight Instrument and Gauges Analysis [Analyse des instruments de vol et des indicateurs]
- LP159/2019 – Fuel Selector Analysis [Analyse du sélecteur de carburant]
- LP178/2019 – Fuel Pressure Warning Lamp Analysis [Analyse du voyant d'avertissement de la pression du carburant]
- LP236/2019 – Engine Examination [Examen du moteur]

1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion

1.17.1 Hawk Air

Hawk Air est une entreprise familiale basée à CNH6 depuis plus de 30 ans. Hawk Air est un exploitant aérien commercial approuvé par TC, qui effectue des opérations aériennes assujetties à la sous-partie 703 (Exploitation d'un taxi aérien) du RAC. Les opérations aériennes de Hawk Air sont saisonnières, de mai à octobre, et l'ensemble des aéronefs de l'exploitant sont munis de flotteurs. Au moment de l'événement, la flotte de Hawk Air était composée de 3 aéronefs : 1 aéronef Cessna 180 (C-180), 1 aéronef de Havilland Otter avec une conversion à turbine (DHC-3T) et 1 aéronef de Havilland Beaver (DHC-2 Mk. I), soit l'aéronef à l'étude. Tous les aéronefs étaient basés à CNH6, où Hawk Air est l'unique exploitant.

Hawk Air se spécialise dans les vols vers des lieux de villégiature accessibles uniquement par avion, principalement pour la pêche. L'entreprise possède un réseau de camps éloignés et ses aéronefs sont utilisés pour transporter des passagers et du personnel d'entretien des camps ainsi que des marchandises à ces camps. Hawk Air effectue également des vols nolisés, transportant des passagers ou des marchandises à des camps privés ou appartenant à d'autres entreprises. Au moment de l'événement, 3 pilotes travaillaient à temps plein chez Hawk Air, dont 2 qui occupaient des postes de direction à Hawk Air.

1.17.2 Formation pour les services de taxi aérien

Le RAC indique que les exploitants de services de taxi aérien doivent « établir et maintenir un programme de formation au sol et en vol²⁷ ». L'article 723.98 des *Normes de service aérien commercial* précise que « [l]es plans de chacun des programmes de formation doivent préciser le temps alloué à chacun des sujets traités ainsi que la matière qui sera couverte²⁸ ». La formation initiale pour les aéronefs de type DHC-2 exige 5,5 heures de formation au sol et 3 heures de formation en vol²⁹, alors que la formation périodique annuelle exige 2,5 heures de formation au sol et 1 heure de formation en vol³⁰.

Le paragraphe 723.88(2) des *Normes de service aérien commercial* indique que, pour les pilotes effectuant des vols VFR de jour seulement, comme c'est le cas à Hawk Air, « le pilote en chef, ou son délégué, doit assumer la responsabilité de leur formation et il doit attester de la compétence de chaque pilote sur l'avion monomoteur le plus complexe que chacun devra piloter³¹ ». Cette certification, connue sous le nom de vérification de compétence pilote, doit être obtenue annuellement, conjointement avec la formation périodique.

Le secteur des services de taxi aérien comprend un large éventail d'exploitants, d'environnements d'exploitation, ainsi que de types, de configurations et de classes d'aéronefs. Les exigences en matière de formation pour la formation en vol exigée par TC pour ce secteur diversifié ne comportent pas beaucoup d'éléments propres à un type ou une classe d'aéronef en particulier. Ainsi, les exploitants individuels doivent déterminer la façon de donner la formation qui pourrait être requise pour leurs types et classes d'aéronefs en particulier et pour leurs types d'activités. Le programme de formation d'un exploitant est présenté dans son manuel d'exploitation, lequel est approuvé par TC. Le programme de formation approuvé est considéré comme adéquat tant que la formation est fournie aux pilotes conformément au manuel. Afin d'évaluer la conformité et de s'assurer que toute la formation pertinente a été suivie, TC peut vérifier les formulaires de formation remplis.

²⁷ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, paragraphe 703.98(1) : Programme de formation.

²⁸ Transports Canada, *Normes de service aérien commercial*, article 723.98 : Programme de formation, à l'adresse https://tc.canada.ca/fr/services-generaux/lois-reglements/liste-reglements/reglement-aviation-canadien-dors-96-433/normes/norme-723-exploitation-taxi-aerien-avions-reglement-aviation-canadien-rac#723a_98 (dernière consultation le 28 août 2020).

²⁹ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, paragraphe 703.98(1) : Tableau I.

³⁰ Ibid., Tableau II.

³¹ Transports Canada, *Normes de service aérien commercial*, paragraphe 723.88(2) : Vérification de compétence, à l'adresse https://tc.canada.ca/fr/services-generaux/lois-reglements/liste-reglements/reglement-aviation-canadien-dors-96-433/normes/norme-723-exploitation-taxi-aerien-avions-reglement-aviation-canadien-rac#723a_88 (dernière consultation le 28 août 2020).

1.17.2.1 Formation en vol

Bon nombre d'exploitants de services de taxi aérien au Canada utilisent des aéronefs pour lesquels il n'existe aucun simulateur de vol en mesure de reproduire les performances de l'aéronef dans des conditions réalistes, particulièrement en configuration d'hydravion. Par conséquent, la formation doit avoir lieu en vol.

Le paragraphe 723.98(10) des *Normes de service aérien commercial*, qui précise les exigences relatives aux programmes de formation en vol, commence par l'énoncé suivant : « [t]outes les pannes simulées des systèmes de l'avion ne doivent se dérouler que dans des conditions d'utilisation qui ne compromettent pas la sécurité du vol³² ».

Trois exercices requis par les *Normes de service aérien commercial* concernent l'événement à l'étude :

a) La formation relative aux procédures d'utilisation normalisées des systèmes et du matériel de bord, dans les situations normales, anormales et d'urgence doit porter sur les sujets suivants : [...]

(vi) simulation d'incendie et de panne moteur;

[...]

(xvii) manœuvre d'approche de décrochage et procédure de sortie de décrochage lorsque le contact avec le sol est imminent, et lorsqu'il est improbable (en configurations lisse, de décollage et d'atterrissage);

(xviii) approche de la limite de tremblement, virages serrés (inclinaison de 45 degrés), et autres caractéristiques de vol comme une assiette anormale (uniquement celles qui s'appliquent à la formation initiale et à la formation d'avancement) [...]³³

Les exigences en matière de formation en vol pour les exploitants de services de taxi aérien stipulent qu'une amorce de décrochage doit être effectuée avec les volets en configurations lisse, de décollage et d'atterrissage. Elle requièrent également de simuler l'un de ces décrochages avec ce que les *Normes de service aérien commercial* qualifient de « contact avec le sol [...] imminent », ce qui est fait en attribuant une altitude qui représente le niveau du sol³⁴. Il n'y a aucune exigence selon laquelle l'aéronef doit effectuer un décrochage complet au cours de la formation en vol.

TC ne fournit aucune directive quant à la façon dont ces manœuvres doivent être démontrées par un pilote instructeur ou effectuées par le pilote en formation, soit au cours

³² Ibid., paragraphe 723.98(10) : Programme de formation de vol sur avion seulement, à l'adresse https://tc.canada.ca/fr/services-generaux/lois-reglements/liste-reglements/reglement-aviation-canadien-dors-96-433/normes/norme-723-exploitation-taxi-aerien-avions-reglement-aviation-canadien-rac#723a_98 (dernière consultation le 28 août 2020).

³³ Ibid.

³⁴ Ibid.

de la formation initiale, soit au cours de la formation périodique. Les exploitants peuvent trouver des directives particulières pour bon nombre des manœuvres d'entraînement dans le manuel de vol de l'aéronef pertinent. Le *Guide de l'instructeur de vol* (TP 975) de TC contient des directives générales.

1.17.2.2 **Rapport d'enquête sur une question de sécurité du BST sur les activités de taxi aérien au Canada**

Le 7 novembre 2019, le BST a publié son rapport d'enquête sur une question de sécurité du BST sur la sécurité des activités de taxi aérien au Canada³⁵.

L'un des thèmes de sécurité abordés dans ce rapport est la formation des pilotes et d'autres membres du personnel d'opérations aériennes.

Étant donné la nature et la diversité des activités de taxi aérien, les exploitants sont exposés à des risques qui n'existent pas habituellement dans d'autres types d'opérations (comme les opérations de transport aérien régulier), par exemple : aires d'atterrissage non aménagées, aéronefs munis de flotteurs, opérations hélicoptères, comptes rendus météorologiques trop peu détaillés ou inexistantes, régulation des vols par les pilotes³⁶.

Bon nombre de pilotes qui commencent à travailler dans le secteur du taxi aérien ont peu d'expérience à l'extérieur d'un environnement de formation. Souvent, un emploi au service d'un exploitant de services de taxi aérien est leur premier emploi à titre de pilote. Dans de nombreux cas, ils ont peut-être été formés par des instructeurs de vol qui eux-mêmes ont peu ou pas d'expérience dans le secteur du taxi aérien.

Les consultations avec l'industrie menées en 2016 dans le cadre de cette enquête sur une question de sécurité ont permis d'obtenir des renseignements sur ce que les exploitants considèrent comme les risques les plus importants, ce qu'ils faisaient pour les atténuer et les mesures supplémentaires qui s'imposent, à leur avis. Il faut souligner que ces renseignements correspondent aux opinions des participants à cette enquête et que ces opinions n'ont pas fait l'objet d'une validation indépendante par le BST. De plus, ces observations ne tiennent pas compte des initiatives en cours des fournisseurs de service ou de l'organisme de réglementation.

Lorsqu'on a demandé aux exploitants quelles lacunes posaient le plus grand risque pour la sécurité, entre autres, ils ont décrit un certain nombre de lacunes dans la formation des pilotes et d'autres membres du personnel des opérations aériennes (p. ex., les préposés au suivi des vols ou d'autres postes requis au sein de la compagnie).

Plus particulièrement, les exploitants perçoivent que :

[L]es exigences de formation pour le taxi aérien sont moins strictes ou sont lacunaires. Le temps accordé à la formation obligatoire est insuffisant pour que le contenu soit adéquatement traité. De plus, on ajoute du contenu obligatoire sans

³⁵ Enquête sur une question de sécurité du transport aérien A15H0001 du BST, *Améliorer la sécurité : Réduire les risques liés aux activités de taxi aérien au Canada* (7 novembre 2019).

³⁶ Ibid., section 4.2.15.1.

prévoir du temps additionnel. Certains outils de formation ne sont pas disponibles ou n'ont pas été actualisés par Transports Canada (TC)³⁷.

1.17.3 Formation de Hawk Air

La formation initiale des pilotes de Hawk Air sur les aéronefs de type DHC-2 comprend un minimum de 3 heures de vol sur type; la formation périodique annuelle comprend un minimum de 1 heure de vol sur type.

Une fois la formation terminée, cette information est consignée dans les formulaires de la compagnie, qui sont utilisés pour suivre les progrès et vérifier que la formation a été suivie.

Traditionnellement, la formation périodique est donnée au début de la saison, habituellement au début du mois de mai. Cependant, en 2018, Hawk Air a donné la formation périodique aux 3 pilotes de la compagnie en octobre, avec la justification que les pilotes seraient prêts à piloter en mai 2019, au commencement de la saison de vol. Les aptitudes peuvent toutefois se détériorer avec le temps, et les pilotes n'ont effectué aucun vol pendant plusieurs mois après la formation périodique. Par conséquent, ils n'étaient peut-être pas aussi aptes à appliquer les procédures d'urgence que lorsque la formation est donnée en début de saison.

La formation à Hawk Air était donnée par le chef pilote ou le directeur des opérations. Selon les dossiers de formation, le pilote dans l'événement à l'étude avait réussi tous les exercices obligatoires au cours de sa formation périodique annuelle en octobre 2018.

C'était pratique courante à Hawk Air de suivre de la formation en vol supplémentaire au début de la saison de vol des hydravions. Cette formation était offerte au cours de vols de mise en place sans passager ni cargaison à bord, lorsque l'occasion se présentait. Au cours de ces vols, l'aéronef a un poids relativement léger avec un centre de gravité plus près de la limite avant qu'à la normale lors du transport de passagers ou de cargaison.

Le manuel d'exploitation de Hawk Air, approuvé par TC, était à bord de l'aéronef en cause. Il contient les politiques et les procédures applicables à toutes les opérations de vol menées en vertu des règlements et des normes de la sous-partie 703 du RAC³⁸.

1.17.3.1 Programme de formation en vol

Le chapitre 5 du manuel d'exploitation de la compagnie contient les détails du programme de formation de l'entreprise. Le programme de formation initiale en vol [traduction] « comprend des instructions sur les manœuvres et les procédures énoncées³⁹ ».

³⁷ Ibid., section 4.2.15.2.

³⁸ Hawk Air, *Operations Manual*, révision 3 (1^{er} février 2019), Preamble.

³⁹ Ibid., Chapitre 5 : Training, section 5.12 : Flight Training Syllabus, p. 5-7.

Il comprend 6 sous-sections couvrant 6 sujets de formation : pré-vol, décollage, manœuvres en vol, atterrissage, procédures d'urgence et charges externes⁴⁰.

La sous-section sur les décollages⁴¹ indique la panne moteur comme l'un des éléments du programme de formation. Hawk Air, comme tous les exploitants assujettis à la sous-partie 703 du RAC, n'a pas l'obligation d'effectuer un exercice de panne simulée du moteur en vol après le décollage au cours de la formation du pilote. La compagnie a choisi d'aborder cet élément du programme de formation sous la forme d'une présentation verbale ou en classe, puisqu'un scénario en vol était considéré comme étant trop risqué.

La formation de Hawk Air sur les pannes moteur au cours du décollage consiste habituellement en une séance d'information au sol et une discussion portant sur les mesures décrites dans le manuel *DHC-2 Flight Manual*, et met l'accent sur l'atterrissage en ligne droite. Ces séances d'information ne fournissaient aucune directive sur l'altitude minimale requise pour faire demi-tour après une panne moteur au décollage, et ce, pour tous les types d'aéronefs de la compagnie; par ailleurs, la réglementation ne l'exigeait pas.

Selon les dossiers de la compagnie sur la formation en vol, le pilote avait suivi de la formation sur les pannes moteur dans le cadre de la formation périodique annuelle donnée en octobre 2018. De plus, on a indiqué qu'une séance de formation informelle sur les pannes moteur avait eu lieu au cours de la saison de vol des hydravions de 2019.

La sous-section du manuel sur les manœuvres en vol comprend les exercices suivants (lesquels sont pertinents à l'événement à l'étude) que l'élève doit apprendre [traduction] :

- c) virages à inclinaison moyenne et serrés;
- d) amorce de décrochage;
 - i) configuration lisse
 - ii) configuration d'atterrissage
 - iii) configuration de décollage⁴²

Les documents de formation du pilote indiquent que la formation pour l'amorce de décrochage a également été suivie en octobre 2018. Cependant, les documents ne précisent pas la configuration de l'aéronef (lisse, d'atterrissage ou de décollage) au cours de la formation.

On a indiqué que, bien que la réglementation existante ne l'exige pas, le pilote dans l'événement à l'étude a effectué des décrochages complets avec l'aéronef en configuration lisse (volets rentrés) au cours de sa formation.

⁴⁰ Ibid., Chapitre 5 : Training, section 5.12 : Flight Training Syllabus, p. 5-7 à 5-9.

⁴¹ Ibid., Chapitre 5 : Training, sous-section 5.12.2 : Take-off, p. 5-7.

⁴² Ibid., Chapitre 5 : Training, sous-section 5.12.3 : In-Flight Maneuvers, p. 5-8.

1.17.3.2 Pratiques de formation sécuritaires

Le chapitre 5 contient également une section sur les pratiques de formation sécuritaires (tableau 4), qui commence par cet énoncé [traduction] : « Les pratiques de formation sécuritaires suivantes doivent être suivies lors de toutes les séances de formation en vol des pilotes afin de réduire le risque qu'un accident ou un incident réel se produise⁴³. »

Tableau 4. Pratiques de formation sécuritaires de Hawk Air (Source : Hawk Air, *Operations Manual*, révision 3 [1^{er} février 2019], chapitre 5 : Training, section 5.16 : Safe Training Practices, p. 5-11; Reproduction en français : BST)

Manœuvre	Restriction
Amorce de décrochage	L'exercice sera effectué dans des conditions VMC [conditions météorologiques de vol à vue] et à une altitude qui assurera une reprise avant 2000 pieds AGL pour le type d'avion.
Décollage interrompu	L'exercice sera amorcé à une vitesse indiquée inférieure à 50 % de la vitesse de décollage.
Panne moteur simulée	À une altitude sécuritaire pour l'exercice applicable et en tenant compte des températures de fonctionnement du moteur.
Atterrissage forcé simulé	La reprise doit être effectuée avant 200 pieds AGL, à moins qu'une aire d'atterrissage appropriée existe.
Pannes système simulées	Toutes les défaillances touchant la maîtrise de l'aéronef seront réglées avant l'atterrissage.
Arrêts-décollés ou posés-décollés	Doit avoir la distance de décollage restante requise pour le décollage.

Le manuel d'exploitation ne contient aucune autre directive concernant la façon dont ces exercices doivent être effectués, et la réglementation ne l'exige pas.

1.17.4 Gestion du carburant pour les aéronefs de type DHC-2

Le manuel de vol pour les aéronefs de type DHC-2 contient une section sur la gestion du carburant, qui indique que [traduction] : « pour le déplacement favorable du CG [centre de gravité] [...], videz en premier le réservoir arrière, si l'aéronef est complètement chargé, afin de progressivement déplacer le CG vers l'avant⁴⁴. »

Les pilotes de Hawk Air ont été formés pour remplir le réservoir avant en premier, le réservoir central en deuxième et le réservoir arrière en dernier, en prenant seulement la quantité de carburant nécessaire pour le vol prévu, en plus des réserves pour le vol VFR. Les pilotes étaient également formés pour vider les réservoirs dans l'ordre inverse : le réservoir arrière en premier, le réservoir central en deuxième et le réservoir avant en dernier, le réservoir le plus plein étant utilisé pour le décollage et l'atterrissage. Les pilotes de Hawk Air effectuent normalement l'avitaillement de leur aéronef avant le départ, en fonction de leurs calculs effectués avant le vol qu'ils consignent dans le dossier de chargement.

⁴³ Ibid., Chapitre 5 : Training, section 5.16 : Safe Training Practices, p. 5-7.

⁴⁴ Viking Air Limited, *DHC-2 Beaver Airplane Flight Manual*, PSM1-2-1, révision 11 (8 juillet 2002), section 2.11.1, p. 24.

Pour la plupart des itinéraires, y compris celui du jour de l'événement, le réservoir arrière ne contient aucun carburant, puisque le carburant requis est contenu dans les réservoirs avant et central. Puisque le réservoir avant est normalement le réservoir le plus plein, il s'agit généralement du réservoir sélectionné pour le décollage et l'atterrissage. Le manuel de vol pour les aéronefs de type DHC-2 comporte un élément sur la liste de vérification au décollage selon lequel le pilote doit vérifier ou changer la position du sélecteur de carburant au réservoir voulu avant d'amorcer le décollage⁴⁵.

Rien n'indiquait que du carburant avait été ajouté au réservoir arrière avant le départ de l'aéronef pour le vol à l'étude. La veille, un autre pilote a effectué un vol aux commandes de l'aéronef à l'étude et n'a pas ajouté de carburant au réservoir arrière. L'enquête n'a pas permis de déterminer la quantité de carburant qui était dans le réservoir arrière au moment du départ de l'aéronef à l'étude.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Demi-tour après une panne moteur

Si un problème mécanique survient au décollage et nécessite un atterrissage immédiat, les pilotes doivent alors tenter un atterrissage forcé dans un endroit inapproprié, au risque d'endommager l'aéronef et de subir des blessures, ou tenter un virage à 180° vers le point de départ.

Le *Manuel de pilotage* de TC indique ce qui suit :

On compte de nombreux exemples de blessures ou de mortalités dans les accidents résultants d'un demi-tour pour se poser sur la piste de l'aérodrome après une panne de moteur suivant le décollage. Comme l'altitude est critique, on a alors tendance à essayer de garder le nez de l'aéronef relevé pendant le virage sans tenir compte de la vitesse et du facteur de charge. Ces mesures ressemblent étrangement à celles qui mènent à une vrille. Un demi-tour vers la piste ou l'aérodrome peut être couronné de succès dans certaines conditions. L'expérience et la prise en considération réfléchie des facteurs suivants sont essentielles pour réussir alors un demi-tour :

1. l'altitude;
2. la finesse du vol plané de l'aéronef;
3. la longueur de la piste;
4. la force du vent et la vitesse sol;
5. l'expérience du pilote;
6. la compétence du pilote sur le type d'avion dont il s'agit⁴⁶.

Lorsqu'un décollage a lieu au-dessus d'une zone qui ne se prête pas à un atterrissage forcé, un plan de gestion des situations d'urgence s'avère utile pour les pilotes. Ce plan devrait

⁴⁵ Ibid., section 2.8: Take-off Check, p. 23.

⁴⁶ Transports Canada, TP 1102F, *Manuel de pilotage – Avion*, 4^e édition (révisée), exercice vingt-deux : Atterrissage forcé, Panne moteur à basse altitude, p. 149.

prendre en considération plusieurs facteurs, dont le relief, l'altitude, la finesse du vol plané de l'aéronef et la force des vents. Il doit également inclure l'altitude minimale à laquelle le pilote peut tenter un demi-tour afin de revenir au point de départ à la suite d'une panne moteur.

En 2017, la Federal Aviation Administration Safety Team a publié un document intitulé *Impossible Turn*⁴⁷, dans lequel elle décrit les éléments d'un virage exécuté après une panne moteur au décollage et montre à quel point il est difficile d'exécuter cette manœuvre de façon sécuritaire, même lorsqu'elle est faite avec perfection.

1.18.2 Décrochage aérodynamique

Un décrochage aérodynamique survient lorsque l'angle d'attaque de l'aile excède 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 se décolle de l'extrados et que la portance diminue au point de ne plus supporter l'aile. Même si le décrochage survient toujours au même angle d'attaque, il peut se produire à toutes les vitesses.

Un pilote sort généralement d'un décrochage en déplaçant le volant vers l'avant (gouverne de profondeur vers le bas) pour mettre fin au décrochage et obtenir la vitesse minimale de vol, ramener les ailes à l'horizontale et mettre les gaz. Lorsque l'aéronef atteint une vitesse qui génère une marge de sécurité au-delà de la vitesse de décrochage, le pilote peut reprendre l'altitude et la configuration initiales ou nécessaires.

On utilise souvent la vitesse indiquée pour anticiper les conditions de décrochage. Plus l'hydravion vole vite, moins l'angle d'attaque doit être prononcé pour assurer une portance égale à la masse de l'aéronef. Au fur et à mesure que l'aéronef ralentit, il faut accroître l'angle d'attaque pour engendrer une portance égale à la masse. Si un aéronef ralentit davantage, il arrivera un point où l'angle d'attaque sera égal à l'angle d'attaque critique (angle de décrochage). La vitesse de décrochage est la vitesse à laquelle l'aéronef ne peut pas générer une portance suffisante pour se maintenir en vol.

La vitesse à laquelle le décrochage se produit dépend d'un certain nombre de facteurs, y compris le facteur de charge, le poids de l'aéronef et le centre de gravité.

1.18.2.1 Facteur de charge de manœuvre

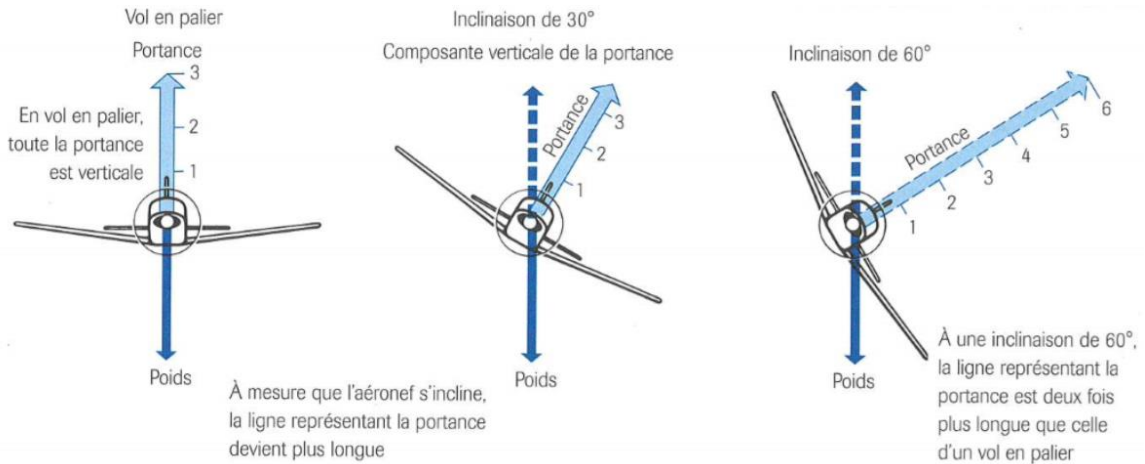
Le facteur de charge de manœuvre est le « [q]uotient de la portance aérodynamique totale (normale à la trajectoire de vol) par le poids de l'avion⁴⁸ ».

⁴⁷ Federal Aviation Administration (FAA), FAA-P8740-44 AFS-920 (2017), *Impossible Turn*, à l'adresse <https://www.faa.gov/files/gslac/library/documents/2018/Nov/164492/P-8740-44.pdf> (dernière consultation le 31 août 2020).

⁴⁸ Gouvernement du Canada, Banque de données terminologiques et linguistiques TERMIUM Plus, à l'adresse <https://www.btb.termiumpius.gc.ca/tpv2alpha/alpha-fra.html?lang=fr&index=alt> (dernière consultation le 31 août 2020).

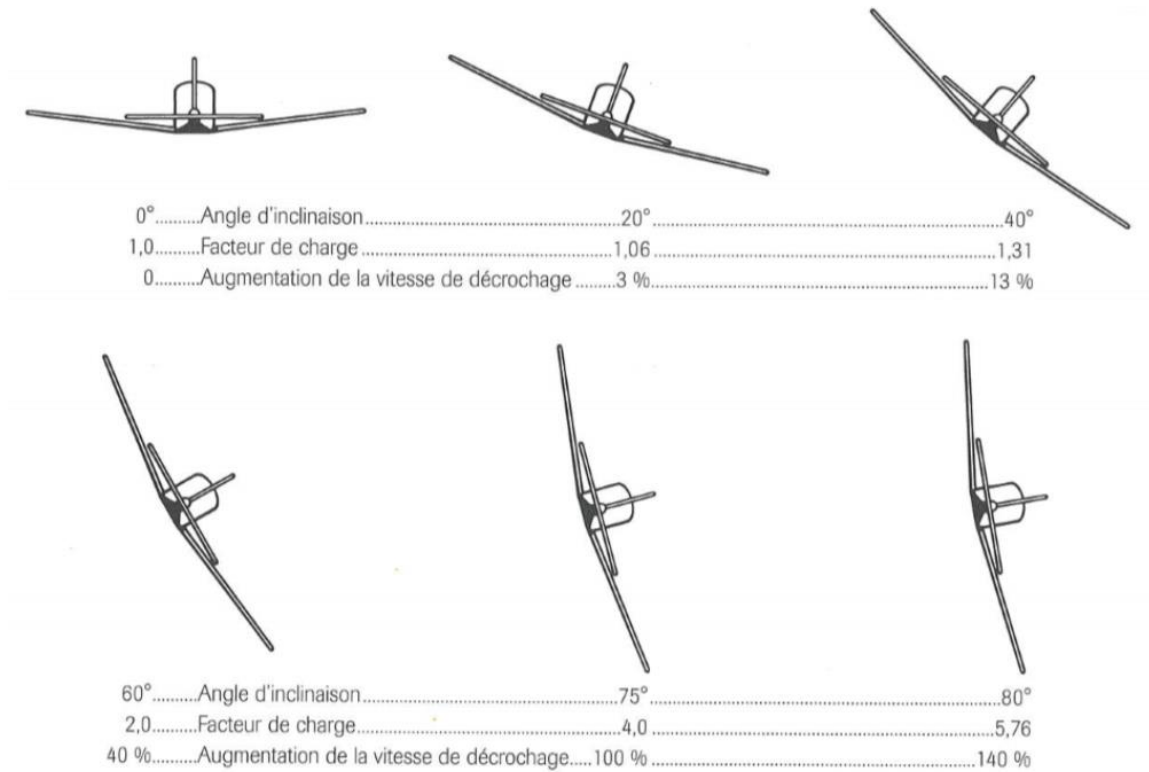
En vol rectiligne en palier, la portance et le poids sont égaux et le facteur de charge est de 1. Afin de maintenir le vol en palier lorsqu'un aéronef est incliné, l'élément vertical de la portance doit être accru pour égaler le poids de l'aéronef; pour ce faire, il faut augmenter l'angle d'attaque de l'aile en tirant sur la commande de profondeur afin de maintenir l'altitude (figure 4).

Figure 4. Relation entre la portance et l'angle d'inclinaison (Source : Transports Canada, TP 1102F, *Manuel de pilotage – Avion*, 4^e édition [révisée], p. 80)



En augmentant l'angle de l'inclinaison, le facteur de charge et la vitesse de décrochage de l'aéronef augmentent aussi, puisque l'aéronef fonctionne comme s'il était plus lourd. À un angle d'inclinaison de 60°, le facteur de charge est de 2, ce qui signifie que l'aéronef a un rendement équivalent à s'il était deux fois plus lourd en palier. La vitesse de décrochage augmente de 40 % à un angle d'inclinaison de 60° (figure 5).

Figure 5. Relation entre l'angle d'inclinaison, le facteur de charge et la vitesse de décrochage de base (Source : Transports Canada, TP 1102F, Manuel de pilotage – Avion, 4e édition [révisée], p. 80)



1.18.2.2 Poids

Une augmentation du poids de l'aéronef entraîne une augmentation de la vitesse de décrochage, puisque l'aile doit produire plus de portance pour maintenir le vol en palier, rapprochant son angle d'attaque à l'angle critique.

1.18.2.3 Centre de gravité

L'emplacement du centre de gravité, même s'il demeure à l'intérieur des limites de l'aéronef indiquées dans le manuel de vol, aura un effet sur la vitesse de décrochage et la manœuvrabilité d'un aéronef.

Un centre de gravité plus à l'avant exige l'application d'une plus grande force de stabilisation pour maintenir l'assiette voulue; un angle d'attaque plus élevé est nécessaire pour maintenir la même trajectoire de vol, ce qui rapproche l'aile de l'angle critique et augmente la vitesse de décrochage. Il est plus facile de sortir d'un décrochage puisqu'il y a moins de commandes à manipuler à l'avant pour interrompre le décrochage.

Un centre de gravité arrière fonctionne de manière opposée, puisqu'il réduit la force de stabilisation et requiert un angle d'attaque réduit pour maintenir la trajectoire de vol voulue. Ainsi, la vitesse à laquelle l'aéronef fait un décrochage est réduite, ce qui semble être souhaitable; toutefois, la vitesse réduite a des effets négatifs sur les caractéristiques de décrochage, notamment une diminution de la stabilité longitudinale, des caractéristiques de

décrochage violentes et une efficacité réduite des commandes au cours de la sortie de décrochage⁴⁹.

1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

Sans objet.

⁴⁹ S. A. F. MacDonald, *From the Ground Up* (Aviation Supplies and Academics, 29^e édition, 2019), p. 30.

2.0 ANALYSE

L'enquête a permis de déterminer que l'aéronef était entretenu conformément aux règles et aux règlements existants et que le vol à l'étude respectait les règles et les lignes directrices établies dans le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) et le manuel d'exploitation de la compagnie.

Par conséquent, cette analyse portera sur la chronologie des événements la plus probable qui a précipité une perte de puissance peu après le décollage et, par la suite, entraîné une perte de maîtrise de l'aéronef. Elle portera également sur les avertisseurs de décrochage, la formation des pilotes et l'utilisation de la ceinture de sécurité.

2.1 Chronologie des événements

L'enquête a permis de déterminer qu'une indication de faible pression du carburant et une perte de puissance se sont produites peu après le décollage, alors que l'aéronef était à une altitude d'environ 300 à 400 pieds au-dessus du sol. L'aéronef a ensuite subi un décrochage, a amorcé une vrille vers la gauche, puis a percuté le sol.

Deux scénarios ont été considérés pour expliquer la raison du décrochage de l'aéronef :

1. Puisque l'aéronef était près de sa masse brute maximale dans une configuration de montée au moment de la perte de puissance, il aurait été nécessaire de régler les commandes en position de piqué et que l'aéronef soit en position de piqué prononcé pour maintenir la vitesse à 65 mi/h. Le pilote n'a pas maintenu l'aéronef à une vitesse supérieure à la vitesse de décrochage, ce qui a entraîné un décrochage aérodynamique, suivi d'une amorce de vrille et d'une perte de maîtrise de l'aéronef.
2. Le pilote a amorcé un virage vers la gauche dans le but de retourner au lac Hawk ou de se rendre à un endroit plus approprié pour effectuer une approche forcée. Le facteur de charge augmente lorsqu'un aéronef a une assiette latérale au cours d'un virage, ce qui entraîne une augmentation de la vitesse de décrochage. Tout resserrement du virage augmente davantage le facteur de charge, ce qui entraîne une plus grande augmentation de la vitesse de décrochage. En raison de l'assiette latérale de l'aéronef dans un virage en descente, l'aile gauche s'est abrubement abaissée et l'aéronef a amorcé une vrille. Ce scénario est considéré comme étant le plus probable.

2.1.1 Panne d'alimentation carburant

Les dommages à l'hélice indiquent qu'il y avait une certaine rotation au moment l'impact, ce qui suggère que l'hélice tournait en moulinet. Plusieurs scénarios ont été considérés relativement à la perte de puissance du moteur : le givrage du carburateur, une quelconque panne mécanique et une panne d'alimentation carburant. Malgré le fait que le givrage du carburateur aurait pu causer une perte de puissance en raison des conditions ambiantes, l'enquête a permis de déterminer que ce scénario n'était pas probable. Le scénario de la

panne mécanique demeure une possibilité, mais on n'a trouvé aucun indice pour appuyer cette hypothèse.

Au cours de l'examen de l'épave sur les lieux de l'événement, on a trouvé le sélecteur de carburant et le robinet sélecteur commandé dans une configuration servant à pomper le carburant du réservoir arrière, lequel n'était pas endommagé et ne contenait aucune trace de carburant. Une panne d'alimentation carburant semble être la cause la plus probable de la perte de puissance de l'aéronef en cause.

Il n'a pas été possible de déterminer pourquoi le sélecteur de carburant était configuré pour pomper le carburant du réservoir arrière ou à quel moment la sélection a été faite. Voici 3 scénarios qui ont été considérés pour tenter d'expliquer la sélection du réservoir arrière :

1. Le pilote a réglé le sélecteur de carburant à REAR TANK (réservoir arrière) après avoir vu l'indication de faible pression du carburant ou constaté la perte de puissance subséquente, dans le but de rétablir la circulation du carburant vers le moteur ou, possiblement, de sélectionner la position OFF conformément aux procédures d'urgence en cas de panne moteur au décollage. Ce scénario ne semble pas aussi probable que les deux autres, puisqu'aucune défaillance mécanique n'a été décelée dans le moteur, le réservoir arrière contenait rarement du carburant et le voyant de faible pression du carburant était illuminé au moment de la collision.
2. Le sélecteur de carburant était déjà réglé à la position du réservoir arrière lorsque le pilote s'est rendu à l'aéronef le matin de l'événement. Le pilote n'a pas remarqué la position du sélecteur durant sa vérification pré-vol et la circulation au sol. Il est possible que le pilote a aperçu le sélecteur de carburant en position horizontale et a cru qu'il était réglé à la position du réservoir avant, comme c'était le cas pour les vols précédents. La sélection REAR TANK est à 180° de la sélection FRONT TANK (réservoir avant) sur le sélecteur de carburant (figure 2); le pointeur est conçu de telle façon que le pilote peut être induit en erreur et croire que la flèche pointe en direction opposée si ce dernier ne jette qu'un coup d'œil au sélecteur.
3. Le pilote s'est rendu compte qu'il y avait du carburant dans le réservoir arrière et a décidé d'être proactif en utilisant ce carburant résiduel au cours de la longue période de circulation au sol vers la position de décollage. Bien qu'il avait l'intention de sélectionner le réservoir avant à un moment précédant le décollage, pour des raisons indéterminées, il ne l'a pas fait.

L'aéronef a probablement décollé avec le sélecteur de carburant à la position du réservoir arrière, qui ne contenait pas suffisamment de carburant pour le départ. Par conséquent, le moteur a subi une perte de puissance en raison d'une panne d'alimentation carburant peu après le décollage au cours de la montée initiale.

2.1.2 Demi-tour

Le manuel de vol pour les aéronefs de type DHC-2 et le manuel d'exploitation de Hawk Air indiquent tous les deux que, dans l'éventualité d'une panne moteur, le pilote devrait atterrir

droit devant. Dans cet événement, un tel atterrissage se serait probablement soldé par un atterrissage en catastrophe sur une colline boisée. Les pilotes éviteront d'instinct ce type de situation; toutefois, un atterrissage droit devant, même s'il se fait dans les arbres, permet au pilote de garder la maîtrise de l'aéronef plus longtemps durant l'écrasement et améliorer les chances de survie des occupants.

Parce que l'aéronef était à une basse altitude lors de la perte de puissance, le pilote n'aurait probablement pas été en mesure de planer assez longtemps pour atteindre un lieu où se poser dans son champ de vision qui pouvait réduire ou éliminer la possibilité de blessures ou de dommages à l'aéronef.

Le manuel de vol pour les aéronefs de type DHC-2 et le manuel d'exploitation de Hawk Air requièrent tous les deux un atterrissage droit devant après une panne moteur au décollage. Cependant, après une perte de puissance du moteur à basse altitude, un virage à gauche a probablement été tenté soit pour retourner au point de départ, soit pour se diriger vers un endroit plus propice à un atterrissage forcé. L'aéronef a subi un décrochage aérodynamique, a amorcé une vrille, puis s'est écrasé.

2.2 Avertisseur de décrochage

L'aéronef en cause n'était pas équipé d'un avertisseur de décrochage. Même si la présence d'un tel avertisseur n'aurait peut-être pas changé le cours des événements, elle aurait permis au pilote de savoir plus clairement qu'un décrochage était imminent. Sans une indication claire d'un décrochage imminent, le pilote dépendait du tremblement de la cellule au cours d'une situation déjà peu familière après une perte de puissance.

Si les aéronefs ne sont pas équipés d'un avertisseur de décrochage, les pilotes et les passagers qui voyagent à bord de ces aéronefs demeureront exposés à un risque accru de blessures ou de mort à la suite d'un décrochage à basse altitude.

2.3 Formation

2.3.1 Exigences de la formation pour les services de taxi aérien

Les exercices de formation en vol requis pour les exploitants de services de taxi aérien, énoncés dans la sous-partie 723 des *Normes de service aérien commercial*, comprennent une amorce de décrochage qui doit être effectuée avec les volets en configurations lisse, de décollage et d'atterrissage. Il n'y a cependant aucune exigence de faire subir un décrochage à l'aéronef. Ainsi, les pilotes ne sont pas en mesure de se familiariser avec les caractéristiques de décrochage de l'aéronef et les indices aérodynamiques qui peuvent se présenter avant un décrochage.

Les pannes moteur et les approches forcées sont des éléments requis du programme de formation, mais il n'y a aucune exigence visant à préparer les pilotes à des scénarios particuliers, comme une panne moteur après le décollage. En fait, aucun élément de la formation n'est requis spécifiquement pour les exploitants d'aéronefs monomoteurs ou sur flotteurs. Le concept du demi-tour et le processus décisionnel, y compris le fait d'établir une

altitude sous laquelle un demi-tour ne devrait pas être tenté pour un type particulier d'aéronef, ne font pas partie de la formation obligatoire. Cela n'empêche pas les exploitants d'inclure de tels éléments dans leurs programmes de formation. Ils peuvent adapter leurs programmes de formation à leurs besoins opérationnels, tant que les programmes sont conformes à la sous-partie 723 des *Normes de service aérien commercial*.

Il serait difficile de prescrire des exercices et des scénarios appropriés qui s'appliqueraient à tous les types et à toutes les classes d'aéronef dans le secteur du taxi aérien pour la formation. Sans directives plus exhaustives de la part de Transports Canada, il revient aux exploitants d'adapter leur formation au pilotage au type d'activité et à l'aéronef utilisé pour la formation, en tenant compte des facteurs de risque connexes. Si les exigences de la formation pour les services de taxi aérien ne tiennent pas compte des diverses classes d'aéronef et types d'activité dans ce secteur, il y a un risque que les procédures d'urgence importantes propres au type d'aéronef, à la classe d'aéronef ou au type d'activité ne soient pas obligatoirement intégrées aux programmes de formation.

2.3.2 Formation de Hawk Air

L'enquête a permis de déterminer que la formation reçue par le pilote respectait les exigences établies dans les *Normes de service aérien commercial*.

Cependant, certaines méthodes de formation de Hawk Air, y compris la formation intégrée aux activités courantes (vols à vide ou de mise en place) et les séances d'information sur procédures d'urgence (soit au sol ou en vol) plutôt que de les démontrer ou de les pratiquer, ne sont probablement pas aussi efficaces que les activités de formation plus structurées.

De plus, la formation périodique annuelle a été donnée à la fin de la saison d'exploitation de 2018, afin que les pilotes soient prêts pour la saison de 2019. On nous a indiqué que la formation et la supervision avaient eu lieu au cours des premières semaines de la saison des hydravions de 2019, mais cette information n'a pas été consignée. Les aptitudes peuvent toutefois se détériorer avec le temps, et les pilotes n'ont effectué aucun vol pendant plusieurs mois après la formation périodique. Par conséquent, ils n'étaient peut-être pas aussi aptes à appliquer les procédures d'urgence que lorsque la formation est donnée en début de saison.

Si les exploitants aériens saisonniers offrent la formation périodique à la fin de la saison plutôt qu'au début, il y a un risque que les pilotes soient moins à l'aise avec les procédures d'urgence requises.

Puisque les aéronefs de type DHC-2 n'ont qu'un seul ensemble de commandes, le formateur pourrait adopter une approche plus prudente pour mettre en pratique les procédures d'urgence en vol. Le formateur ne serait pas en mesure de prendre le plein contrôle de l'aéronef si l'élève faisait une erreur dans une manœuvre qui compromettrait la sécurité. Ainsi, les manœuvres comme une panne moteur après le décollage seraient difficiles à simuler de façon sécuritaire avec un élève aux commandes.

Hawk Air considérait la formation en vol sur les pannes moteur après le décollage comme une manœuvre à plus haut risque. Par conséquent, la compagnie effectuait des séances d'information au sol ou en vol sur le sujet avec ses élèves; aucune démonstration réelle ni de formation en vol pour cette manœuvre n'était effectuée.

Hawk Air n'avait pas établi d'altitude minimale de demi-tour et n'avait pas prévu de discussion sur la manœuvre de demi-tour dans son programme de formation; par ailleurs, les directives existantes des *Normes de service aérien commercial* ne l'exigeaient pas.

Si les exploitants aériens n'adaptent pas leurs programmes de formation en vol pour aborder les procédures d'urgence qui sont pertinentes à leurs activités, il y a un risque que les pilotes ne soient pas prêts à intervenir en situation d'urgence réelle.

2.4 Utilisation de la ceinture de sécurité

Il est reconnu que le port d'une ceinture sous-abdominale et d'une ceinture-baudrier permet de réduire la gravité des blessures, particulièrement les blessures au torse dues à l'écartèlement, dans le cas d'un accident, comparativement au port de la ceinture sous-abdominale seulement. Ni le pilote en cause ni le passager ne portaient la ceinture-baudrier; toutefois, l'utilisation des ceintures-baudriers n'aurait pas eu d'incidence sur la survivabilité de cet accident.

L'enquête a permis de déterminer que les ceintures-baudriers dans les aéronefs de type DHC-2 et d'autres aéronefs de Hawk Air n'étaient généralement pas utilisées par ses pilotes. Les pilotes de la compagnie ignoraient que l'intention du RAC était que la ceinture-baudrier soit utilisée (si elle est installée) avec la ceinture sous-abdominale.

Si les pilotes ne portent pas les ceintures-baudriers à bord, il y a un risque accru de blessures en cas d'accident.

3.0 FAITS ÉTABLIS

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

Il s'agit des conditions, actes ou lacunes de sécurité qui ont causé l'événement ou y ont contribué.

1. L'aéronef a probablement décollé avec le sélecteur de carburant à la position du réservoir arrière, qui ne contenait pas suffisamment de carburant pour le départ. Par conséquent, le moteur a subi une perte de puissance en raison d'une panne d'alimentation carburant peu après le décollage au cours de la montée initiale.
2. Après une perte de puissance du moteur à basse altitude, un virage à gauche a probablement été tenté soit pour retourner au point de départ, soit pour se diriger vers un endroit plus propice à un atterrissage forcé. L'aéronef a subi un décrochage aérodynamique, a amorcé une vrille, puis s'est écrasé.

3.2 Faits établis quant aux risques

Il s'agit des conditions, des actes dangereux, ou des lacunes de sécurité qui n'ont pas été un facteur dans cet événement, mais qui pourraient avoir des conséquences néfastes lors de futurs événements.

1. Si les aéronefs ne sont pas équipés d'un avertisseur de décrochage, les pilotes et les passagers qui voyagent à bord de ces aéronefs demeureront exposés à un risque accru de blessures ou de mort à la suite d'un décrochage à basse altitude.
2. Si les exigences de la formation pour les services de taxi aérien ne tiennent pas compte des diverses classes d'aéronef et types d'activité dans ce secteur, il y a un risque que les procédures d'urgence importantes propres au type d'aéronef, à la classe d'aéronef ou au type d'activité ne soient pas obligatoirement intégrées aux programmes de formation.
3. Si les exploitants aériens saisonniers offrent la formation périodique à la fin de la saison plutôt qu'au début, il y a un risque que les pilotes soient moins à l'aise avec les procédures d'urgence requises.
4. Si les exploitants aériens n'adaptent pas leurs programmes de formation en vol pour aborder les procédures d'urgence qui sont pertinentes à leurs activités, il y a un risque que les pilotes ne soient pas prêts à intervenir en situation d'urgence réelle.
5. Si les pilotes ne portent pas les ceintures-baudriers à bord, il y a un risque accru de blessures en cas d'accident.

4.0 MESURES DE SÉCURITÉ

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 Hawk Air

En raison de cet événement, Hawk Air a mis l'accent sur sa formation relative aux pannes moteur durant les étapes critiques du vol.

Hawk Air a également rendu obligatoire l'utilisation de la ceinture sous-abdominale et de la ceinture-baudrier pour toutes ses activités.

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 26 août 2020. Il a été officiellement publié le 8 octobre 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 problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. 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.

ANNEXES

Annexe A – Rapports d’enquête sur la sécurité du transport aérien du BST sur les accidents de décrochage mettant en cause un aéronef de type DHC-2 depuis 1998

Événement	Morts	Résumé
A16P0180	1	L’aéronef de Havilland DHC-2 monté sur flotteurs amphibies d’exploitation privée (immatriculation C-GEWG, numéro de série 842) a subi un décrochage au cours d’une manœuvre à basse altitude et s’est écrasé dans les arbres. Le pilote a été mortellement blessé, 2 des 4 passagers ont subi des blessures mineures et l’aéronef a subi d’importants dommages. L’aéronef n’était pas équipé d’un avertisseur de décrochage.
A15Q0120	6	L’aéronef de Havilland DHC-2 monté sur flotteurs exploité par Air Saguenay (1980) Inc. (immatriculation C-FKRJ, numéro de série 210) a subi un décrochage au cours d’un virage serré à basse altitude et s’est écrasé dans un affleurement rocheux. Les 6 occupants ont subi des blessures mortelles. L’aéronef n’était pas équipé d’un avertisseur de décrochage.
A14O0105	0	L’aéronef de Havilland DHC-2 monté sur flotteurs exploité par Sudbury Aviation Ltd. (immatriculation C-FHVT, numéro de série 284) a subi un décrochage au cours de l’approche et s’est écrasé dans le relief boisé. Deux des 3 occupants ont subi des blessures mineures. L’aéronef a été lourdement endommagé. L’aéronef n’était pas équipé d’un avertisseur de décrochage.
A12O0071	2	L’aéronef de Havilland DHC-2 monté sur flotteurs exploité par Cochrane Air Service (immatriculation C-FGBF, numéro de série 168) a subi un décrochage lors d’une remise des gaz et s’est écrasé dans un lac. Deux des 3 occupants ont été incapables d’évacuer l’aéronef et se sont noyés. L’aéronef n’était pas équipé d’un avertisseur de décrochage.
A11C0100	5	L’aéronef de type DHC-2 monté sur flotteurs exploité par Lawrence Bay Airways Ltd. (immatriculation C-GUJX, numéro de série 1132) a subi un décrochage et s’est écrasé au décollage. Les 5 occupants ont subi des blessures mortelles. L’aéronef n’était pas équipé d’un avertisseur de décrochage.
A10Q0117	2	L’hydravion amphibie DHC-2 Mk. I monté sur flotteurs exploité par Nordair Québec 2000 Inc. (immatriculation C-FGYK, numéro de série 123) a subi un décrochage et s’est écrasé au décollage. Deux des 5 occupants ont subi des blessures mortelles. L’aéronef n’était pas équipé d’un avertisseur de décrochage.
A09P0397	6	L’hydravion de Havilland DHC-2 Mk. I exploité par Seair Seaplanes Ltd. (immatriculation C-GTMC, numéro de série 1171) a subi un décrochage et s’est écrasé au décollage. Six des 8 occupants ont subi des blessures mortelles. L’aéronef était équipé d’un avertisseur de décrochage non fonctionnel, ce que le BST a établi comme cause ou facteur contributif de l’événement.
A08A0095	0	L’aéronef de Havilland DHC-2 (Beaver) monté sur flotteurs exploité par Labrador Air Safari (1984) Inc. (immatriculation C-FPQC, numéro de série 873) a subi un décrochage et s’est écrasé alors que l’équipage tentait d’effectuer un amerrissage forcé. Cinq des 7 occupants ont subi des blessures graves. L’aéronef n’était pas équipé d’un avertisseur de décrochage.
A05Q0157	1	L’aéronef de Havilland DHC-2 Beaver monté sur flotteurs (immatriculation C-FODG, numéro de série 205) a subi un décrochage et s’est écrasé au décollage. Le pilote, qui était le seul occupant à bord, a subi des blessures mortelles. L’aéronef n’était pas équipé d’un avertisseur de décrochage.

A04C0098	4	L'aéronef de Havilland DHC-2 Beaver exploité par Pickerel Arm Camps (immatriculation C-GQHT, numéro de série 682) a subi un décrochage et s'est écrasé pendant l'approche. Les 4 occupants ont subi des blessures mortelles. L'aéronef n'était pas équipé d'un avertisseur de décrochage.
A01Q0166	3	L'aéronef de Havilland DHC-2 Mk. I Beaver monté sur flotteurs exploité par Air Saint-Maurice Inc. (immatriculation C-GPUO, numéro de série 810) a subi un décrochage et s'est écrasé pendant l'approche. Trois des 7 occupants ont subi des blessures mortelles. L'aéronef n'était pas muni d'un avertisseur de décrochage, et le BST a conclu qu'il s'agissait d'un facteur de risque.
A01P0194	5	L'hydravion de Havilland DHC-2 Beaver exploité par Wahkash Contracting Ltd. (immatriculation C-GVHT, numéro de série 257) a subi un décrochage et s'est écrasé pendant l'approche. Les 5 occupants ont subi des blessures mortelles. L'aéronef n'était pas équipé d'un avertisseur de décrochage, ce qui est l'un des faits établis dans le rapport du BST.
A00Q0006	3	Un aéronef DHC-2 Beaver exploité par Cargair Itée (immatriculation C-FIVA, numéro de série 515) a subi un décrochage et s'est écrasé pendant la montée. Trois des 6 occupants ont subi des blessures mortelles. L'aéronef n'était pas équipé d'un avertisseur de décrochage.
A98P0194	0	L'aéronef de Havilland DHC-2 Beaver monté sur flotteurs exploité par Air Rainbow Midcoast (immatriculation C-GCZA, numéro de série 1667) a subi un décrochage et s'est écrasé après avoir interrompu son approche. Les occupants n'ont pas été blessés. L'aéronef a été lourdement endommagé et n'était pas équipé d'un avertisseur de décrochage. Le fait que le pilote n'a pas été averti de l'imminence d'un décrochage a été établi par le BST comme étant une cause ou un facteur contributif de l'événement.