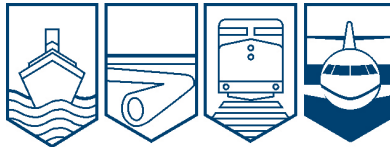


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A12P0079



PERTE DES REPÈRES VISUELS ET COLLISION AVEC LE RELIEF

**BAILEY HELICOPTERS LTD.
EUROCOPTER AS350-B2 (HÉLICOPTÈRE), C-FBHN
À 14 NM À L'OUEST DE TERRACE (COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 1^{ER} JUIN 2012**

Canada

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

Rapport d'enquête aéronautique

Perte des repères visuels et collision avec le relief

Bailey Helicopters Ltd.

Eurocopter AS350-B2 (hélicoptère), C-FBHN

à 14 nm à l'ouest de Terrace (Colombie-Britannique)

le 1^{er} juin 2012

Rapport numéro A12P0079

Résumé

L'hélicoptère Eurocopter AS350-B2 de l'entreprise Bailey Helicopters Ltd. (portant l'immatriculation C-FBHN et le numéro de série 3763) quitte l'aéroport de Terrace à 7 h 54, heure avancée du Pacifique, pour un vol local d'entraînement en montagne avec à son bord 2 pilotes et 1 technicien d'entretien d'aéronef. À 8 h 41, l'hélicoptère heurte le flanc escarpé d'une montagne couverte de neige en plein jour, à environ 4000 pieds au-dessus du niveau de la mer. La radiobalise de repérage d'urgence de 406 mégahertz se déclenche à l'impact, ce qui donne lieu au lancement des activités de recherche. Une entreprise locale de service d'hélicoptère repère le lieu de l'accident environ 1 heure 50 minutes plus tard. Il n'y a pas eu d'incendie. L'appareil est détruit, et il n'y a aucun survivant.

This report is also available in English.

Renseignements de base

Déroulement du vol

Le seul pilote de Bailey Helicopters Ltd. (BHL) à Terrace se préparait à prendre congé. Par conséquent, un vol d'entraînement était prévu pour permettre au pilote de relève d'acquérir une certaine familiarité avec la région, la procédure de sortie en vol stationnaire¹ et le vol en montagne. Le pilote de relève est arrivé à Terrace le soir avant le vol de formation. Le congé du pilote de Terrace devait commencer le lendemain du vol d'entraînement.

L'itinéraire de vol de BHL a été déposé auprès de son bureau de régulation des vols à Fort Saint John (Colombie-Britannique); il précisait que le technicien d'entretien d'aéronef (TEA) de l'entreprise serait passager. L'appareil a décollé de l'aéroport de Terrace à 7 h 54². L'hélicoptère est demeuré à moins de 15 milles marins (nm) de Terrace et volait en direction nord le long du côté est de la vallée de la rivière Kitsumkalum. Les données de position extraites de 3 systèmes mondiaux de localisation (GPS) différents ont révélé que certaines manœuvres ont eu lieu à 2 endroits avant que l'hélicoptère se dirige vers l'ouest pour traverser la rivière Kitsumkalum (figure 1). Sur le côté ouest de la vallée, l'hélicoptère est entré dans un ravin en direction sud-ouest et a volé le long du côté droit, ou sud, du ravin. Près du point le plus élevé du ravin, soit environ 3800 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl), l'hélicoptère a effectué un virage à 180° à gauche et a rebroussé chemin, en descendant, le long du versant nord du ravin. L'hélicoptère a ensuite amorcé un virage à droite, a traversé une crête et a descendu dans un autre ravin parallèle au premier. L'hélicoptère a tourné de nouveau vers le sud-ouest pour remonter le ravin et a commencé à grimper, en réduisant sa vitesse sol, en suivant le contour du relief sur le côté gauche du ravin.

L'hélicoptère montait à environ 1000 pieds par minute (ppm), puis a rapidement cessé de grimper une fois rendu à environ 4500 pieds asl, à une vitesse sol de 45 nœuds. Il a amorcé un virage à droite près du point culminant du ravin. Lorsque l'hélicoptère a viré, il est resté à 4500 pieds pendant environ 9 secondes avant de descendre à un rythme accéléré et d'augmenter sa vitesse sol en resserrant le rayon de virage. Selon les données récupérées et enregistrées à 1 seconde d'intervalle, l'hélicoptère a effectué un virage d'environ 285° en 25 secondes et a descendu les 220 derniers pieds jusqu'au lieu de l'accident en 3 secondes (4400 ppm). Il a frappé de front, mais légèrement à gauche du centre, le flanc enneigé de la montagne dont la pente était de 30°, à environ 4000 pieds asl (54,563° N, 128,933° W) à 8 h 41.

¹ La procédure de sortie en vol stationnaire vise à permettre aux passagers de sortir d'un hélicoptère en vol stationnaire près du sol.

² Les heures sont exprimées en heure avancée du Pacifique (temps universel coordonné moins 7 heures), à moins d'indication contraire.

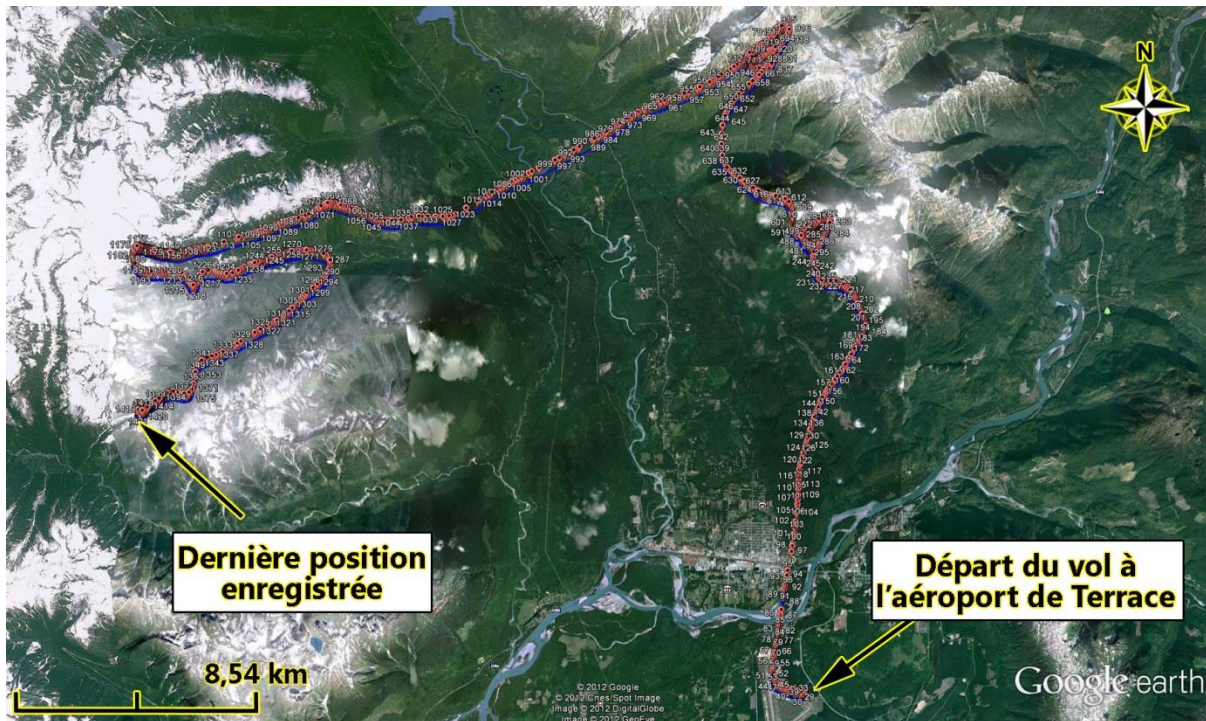


Figure 1. Tracé des données GPS relatives au vol ayant mené à l'accident (image : Google Earth)

Conditions météorologiques

Le message d'observation météorologique régulière (METAR) à 8 h pour Terrace faisait état de vents du nord-ouest à 11 nœuds, d'une visibilité de 8 milles terrestres (sm) sous une faible pluie, de quelques nuages à 900 pieds au-dessus du niveau du sol (agl), de quelques nuages à 2500 pieds agl et d'un couvert nuageux à 4000 pieds agl. Selon les données, la température était de 6 °C et le point de rosée à 4 °C. L'aéroport de Terrace se trouve à une altitude de 713 pieds asl.

La dernière prévision d'aérodrome (TAF) pour l'aéroport de Terrace, qui était valable dans un rayon de 5 nm de l'aéroport, a été publiée à 6 h. Les prévisions météorologiques faisaient notamment état de vents soufflant du nord à 10 nœuds avec des rafales à 20 nœuds, une visibilité d'au moins 6 sm avec quelques nuages à 3000 pieds agl et des nuages fragmentés à 6000 pieds agl. Elles faisaient également état de conditions temporaires, entre 6 h et 10 h (soit la période durant laquelle le vol en cause a eu lieu), à savoir une visibilité d'au moins 6 sm sous une faible pluie avec un couvert nuageux devenant fragmenté à 3000 pieds agl.

La prévision de zone graphique (GFA) pour la zone entourant l'aéroport de Terrace était en vigueur pendant 12 heures à partir de 5 h. La partie de cette prévision relative aux nuages et aux conditions météorologiques faisait état de nuages fragmentés entre 2000 et 4000 pieds asl avec plafond bas par endroits entre 800 à 1500 pieds agl, d'une visibilité de 3 à 6 sm sous de faibles averses de pluie et de bruine. On prévoyait également des cumulus bourgeonnants isolés avec une visibilité de 2 sm sous des averses de pluie modérées et de bruine. La partie de cette prévision relative au givrage, à la turbulence et à l'altitude du point de congélation faisait état

d'un point de congélation à une altitude d'environ 5000 pieds asl avec la possibilité de givrage mixte, modéré et épars à une altitude égale ou supérieure à l'altitude du point de congélation.

En résumé, une journée nuageuse et pluvieuse était prévue, et la plupart des sommets montagneux allaient être masqués par les nuages. Selon les prévisions, les conditions nuageuses devaient se détériorer et des nuages pouvaient être présents dans les vallées.

Au moment où l'hélicoptère a été repéré, cette zone était sous un couvert nuageux, il y avait un mélange de neige et de pluie et des conditions givrantes, et la visibilité était faible. Les vents étaient d'environ 5 à 10 nœuds.

L'aéronef

L'Eurocopter AS350-B2 est un hélicoptère monomoteur à turbine, de 6 places, pour un seul pilote. Il est doté d'un rotor principal à 3 pales. Il est piloté à partir du siège de droite. L'hélicoptère C-FBHN était muni d'un filet de retenue de chargement externe sur le côté gauche, et des commandes doubles avaient été installées pour le vol d'entraînement. Le système de commande de vol comprend des liaisons mécaniques qui transmettent les commandes de pilotage à des servocommandes hydrauliques.

L'hélicoptère était certifié et équipé pour effectuer un vol de jour selon les règles de vol à vue (VFR). Parmi les instruments de vol, il y avait : un indicateur de vitesse, un horizon artificiel comprenant un inclinomètre à bille et à tube, un altimètre, un système d'atterrissage aux instruments avec récepteur et affichage pour radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence (VHF), un indicateur de cap gyrodirectionnel et un indicateur de vitesse verticale. L'hélicoptère n'était doté d'aucun pilote automatique ni d'aucun système d'augmentation de la stabilité.

L'hélicoptère était équipé d'un système de surveillance des performances de l'appareil qui enregistrerait les paramètres de fonctionnement du moteur à intervalles de 1 minute.

L'hélicoptère était équipé d'un tableau annonciateur des alarmes et des avertissements, composé de 17 voyants annonciateurs possédant chacun 2 ampoules. En fonctionnement normal, tous ces voyants doivent être éteints.

Les dossiers d'entretien indiquent que l'hélicoptère était entretenu en conformité avec les procédures approuvées.

Masse et centrage

Il y avait un pilote dans chacun des deux sièges avant de l'hélicoptère et 1 passager était assis sur le siège arrière extérieur gauche; en outre, l'hélicoptère transportait environ 730 livres de carburant et 140 livres de bagages et d'équipement dans les compartiments à bagages. La masse brute au décollage était d'environ 4480 livres. La masse brute maximale autorisée était de 4960 livres. Le calcul de masse et centrage a permis de déterminer que l'hélicoptère était exploité en deçà de ses limites prescrites de masse et de centrage.

Examens de l'épave

Les 4 derniers enregistrements des paramètres de fonctionnement du moteur effectués par le système de surveillance des performances de l'hélicoptère ont révélé que la température ambiante à l'extérieur variait entre 0 °C et +1 °C. Les données enregistrées concernant le moteur ont révélé qu'il n'y a pas eu d'augmentation de la demande de puissance, ce qui aurait pu se produire en cas d'anomalie ou si de la glace s'était formée sur la cellule ou les pales du rotor. Les photos prises sur les lieux environ 2 heures après l'accident n'ont révélé aucune trace de glace ayant pu se former en vol sur l'hélicoptère.

Les dommages subis au moment de l'impact correspondaient à ceux qu'occasionne un impact lorsque le moteur fonctionne.

Le tableau annonciateur des alarmes et des avertissements a été examiné; on a déterminé que les filaments de 16 ampoules étaient brisés. Une force d'impact suffisante pour casser les filaments de ces ampoules aurait également entraîné un étirement des filaments chauds dans des ampoules allumées. Or, aucun filament étiré n'a été trouvé; on a donc conclu qu'aucun voyant n'était allumé au moment de l'impact.

Les servodistributeurs et la pompe hydraulique ont été vérifiés et aucune anomalie n'a été constatée. Le système de commande de vol est également vérifié avant le vol pour s'assurer qu'il fonctionne correctement. Le dossier des défauts de l'aéronef ne contenait aucun rapport de mauvais fonctionnement des commandes hydrauliques.

L'enquête a permis de conclure qu'il n'y a eu aucune défaillance de la cellule ni aucun mauvais fonctionnement du système, que ce soit avant ou pendant le vol.

L'unique réservoir de carburant en polyamide était situé dans la structure de l'hélicoptère, derrière la cloison du siège arrière, sous la plateforme du moteur. La structure du plancher sous le réservoir de carburant a cédé durant l'impact. La partie avant du réservoir de carburant a été brisée, provoquant le déversement de tout le carburant restant dans la neige environnante. La batterie avait été déplacée dans la poutre de queue de l'hélicoptère, conformément à un certificat de type supplémentaire (CTS), de manière à ce qu'elle soit derrière le réservoir de carburant et très à l'écart de celui-ci. Les câbles à haute intensité étaient toujours reliés à la batterie, au point de connexion sous le plancher du compartiment à bagages arrière, et à l'autre extrémité, au démarreur-alternateur sur la plateforme du moteur située au-dessus. Le démarreur-alternateur s'était détaché du boîtier d'entraînement des accessoires du moteur; toutefois, des capuchons isolants protégeaient les bornes et les cosses contre la formation d'arcs électriques. Des faisceaux de fils de calibre plus petit étaient acheminés vers l'avant et passaient à travers le plancher de la cabine et les structures des parois latérales jusqu'au tableau de bord, aux panneaux de disjoncteurs et aux panneaux de commandes. Soit ces sources potentielles d'inflammation étaient hors tension, soit elles n'ont pas produit suffisamment de chaleur pour déclencher un incendie.

Possibilités de survie

Les 2 sièges du compartiment de pilotage étaient équipés d'un harnais de sécurité à 4 points. Les deux pilotes portaient le harnais de sécurité intégral et ont été retenus dans leurs sièges

durant l'accident. Les 2 pilotes portaient un casque. Ils ont tous les deux subi des blessures à la tête. Le siège de passager arrière était une banquette orientée vers l'avant permettant d'asseoir 4 personnes côte à côte. Chaque place était dotée d'un harnais de sécurité à 3 points. Le passager arrière était assis dans le siège de l'extrémité gauche et portait la ceinture sous-abdominale et l'unique bretelle de sécurité. La sangle sous-abdominale extérieure s'est brisée près de la languette de verrouillage de la boucle. La boucle était toujours verrouillée, et le passager est demeuré dans le siège. Le pare-brise avant a été complètement détruit, et la cabine a été compressée de telle sorte que le plancher présentait plusieurs plis en forme d'accordéon, à un point tel que l'espace disponible dans la cabine s'en trouvait réduit. Par conséquent, les blessures subies par les 3 occupants ne leur offraient aucune chance de survie.

Topographie

Le ravin où s'est produit l'accident était parallèle à d'autres ravins qui rejoignent le versant ouest de la vallée de la rivière Kitsikalum et permettent à l'eau de s'écouler vers la rivière. Ce ravin ne croisait aucun autre ravin, sauf à son extrémité en aval, ce qui signifie que le seul moyen d'en sortir consistait à grimper de manière à survoler les crêtes de chaque côté du ravin, qui atteignent 5000 à 6500 pieds asl, ou de redescendre le long du ravin jusqu'à la vallée de la rivière. Le sommet du ravin était arrondi, recouvert de neige et faiblement boisé avec quelques affleurements rocheux de couleur sombre, présentant dans l'ensemble peu de détail.

L'entreprise

BHL, qui exploite un service de travail aérien et de taxis aériens de jour en mode VFR, utilise 4 modèles d'hélicoptères. La maintenance des appareils de l'entreprise est assurée par sa propre organisation de maintenance agréée. Pour les opérations de vol, la compagnie utilise un système de contrôle d'exploitation de type D selon lequel le contrôle d'exploitation d'un vol d'aéronef (autorisation d'entreprendre, de poursuivre, de dérouter un vol ou d'y mettre fin) est délégué au commandant de bord. L'hélicoptère était doté d'un système de repérage par satellite permettant de surveiller la progression du vol et d'un téléphone satellite.

Conformément à la section 3.2.2 du manuel d'exploitation de la compagnie (MEC) qui est appuyée par les sous-parties 2, 3 et 4 de la partie VII du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), un plan de vol d'exploitation doit être déposé pour chaque vol. Pour le vol en cause, un itinéraire de vol a été utilisé et le suivi du vol a été assuré à partir du centre de régulation des vols à la base principale d'exploitation de l'entreprise, à Fort Saint John. Il a été noté que le vol serait hors de la portée du système de communication pendant un court laps de temps. L'itinéraire de vol ne précisait pas l'heure de départ, l'heure d'arrivée, ni le délai de recherche et de sauvetage.

L'article 602.115 du RAC décrit les conditions météorologiques de vol à vue minimales pour un vol VFR dans un espace aérien non contrôlé; il précise que dans le cas d'un hélicoptère utilisé à moins de 1000 pieds agl, la visibilité en vol doit être d'au moins 1 sm le jour hors des nuages. Le paragraphe 703.28(2) du RAC autorise l'utilisation des hélicoptères volant dans les conditions précisées ci-dessus lorsque la visibilité est inférieure à 1 mille, si l'exploitant est autorisé à le faire par Transports Canada (TC) et s'il satisfait aux *Normes de service aérien commercial* (NSAC). Transports Canada a autorisé BHL à utiliser ses hélicoptères lorsque la visibilité est inférieure à

la limite prescrite de 0,5 sm, par l'entremise de 2 spécifications d'exploitation. Conformément à l'article 723.28 de la NSAC, BHL devait satisfaire aux normes en ce qui concerne :

- l'expérience du pilote;
- la vitesse anémométrique réduite;
- la formation du pilote, y compris :
 - la prise de décisions du pilote (le processus de prise de décisions à l'égard des facteurs qui ont une incidence négative sur le jugement),
 - les facteurs agissant sur le rendement de l'être humain décrivant les phénomènes et les limites physiologiques, physiques et psychologiques,
 - les façons de contrecarrer les erreurs humaines, et le professionnalisme;
- la formation initiale et la formation en vol annuelle sur les procédures dont il est question dans le MEC;
- l'exigence que le MEC contienne des procédures opérationnelles en cas de faible visibilité ainsi que des directives en ce qui a trait à la prise de décisions du pilote à l'égard des facteurs pouvant avoir une incidence sur le vol.

BHL satisfaisait à tous ces critères, et les deux pilotes étaient dûment qualifiés.

Le système de gestion de la sécurité (SGS) aide l'entreprise à déterminer les risques liés à la sécurité et à les gérer. La sous-partie 5 de la partie VII du RAC exige des grands exploitants d'aéronefs qu'ils instaurent, entretiennent et respectent un SGS. Cependant, TC a retardé la mise en œuvre des SGS pour les exploitants de taxis aériens et les entreprises de travail aérien et de service aérien de navette. Bien que TC ne l'exige pas dans la réglementation, BHL avait commencé à élaborer un SGS, mais n'avait pas encore évalué les risques des opérations par faible visibilité.

Équipage de conduite

Le pilote de l'entreprise à Terrace vivait dans cette localité et était l'adjoint au pilote en chef ainsi que le pilote instructeur en chef de la compagnie. Ce pilote (ci-après le pilote instructeur) occupait le siège de pilotage avant gauche. Le pilote instructeur travaillait pour l'exploitant depuis 2001 et avait plus de 8000 heures de vol sur hélicoptère; de ce nombre, le pilote instructeur avait accumulé 5000 heures de vol en montagne, dont 100 au cours des 12 derniers mois. Le pilote instructeur avait accumulé 3000 heures de vol sur l'Eurocopter AS350, dont 250 au cours des 12 derniers mois. Le pilote instructeur avait reçu une formation sur le vol en montagne en mai 2007 et un cours de prise de décisions du pilote (PDP) en octobre 2010, tous deux offerts par BHL. Les dossiers de formation indiquent que ce pilote avait acquis des compétences sur le vol en montagne, la procédure de sortie en vol stationnaire, le travail en espace restreint et le vol dans des conditions de faible visibilité à bord de l'hélicoptère AS350. Le pilote instructeur était notamment titulaire des qualifications de type sur les appareils BH04, BH06, BH47, HL12, HU50, RH22, RH44 et S350. Le pilote instructeur était également pilote vérificateur agréé par TC depuis avril 2011, et avait terminé sa formation sur les opérations hivernales le 6 décembre 2011.

Le pilote instructeur était titulaire d'une licence canadienne de pilote professionnel - hélicoptère. La seule restriction de la licence était qu'elle n'autorisait que le vol de jour. Selon la restriction, le pilote n'avait jamais reçu sa qualification de vol de nuit. La licence du pilote

n'avait jamais porté une annotation pour une qualification de vol aux instruments. La licence était accompagnée d'un certificat médical de catégorie 1 valide jusqu'au 1^{er} octobre 2012.

Tableau 1. Temps de vol et périodes de service de vol du pilote instructeur

| Temps de vol et périodes de service de vol | 24 heures | 72 heures | 7 jours | 30 jours | 90 jours |
|--|-----------|-----------|---------|----------|----------|
| Période de service de vol | 0,0 | 0,0 | 12,0 | 120,0 | 408,0 |
| Temps de vol | 0,0 | 0,0 | 5,1 | 23,1 | 83,5 |

Le pilote instructeur n'avait pas volé au cours des 6 jours précédents. Les activités du pilote instructeur qui n'étaient pas liées au travail durant les 72 heures précédant l'accident étaient habituelles; ce pilote avait dormi environ 8 heures par nuit. Selon l'enquête, rien ne donne à croire que des facteurs physiologiques, y compris la fatigue, aient pu nuire au rendement du pilote. Le temps de vol et les périodes de service de vol du pilote instructeur sont indiqués dans le tableau 1.

Durant le vol en cause, le pilote de relève recevait la formation et était assis dans le siège de pilotage avant droit, qui est le siège du pilote désigné à bord de l'hélicoptère AS350. Le pilote recevant une formation est normalement le pilote aux commandes (ci-après le pilote). Le pilote travaillait pour l'exploitant depuis juin 2007 et avait accumulé environ 3000 heures de vol. Le pilote avait suivi la formation de PDP en mars 2010. Le pilote avait reçu de BHL une qualification de type sur l'hélicoptère AS350 en avril 2011, et les dossiers de formation font état de compétences sur le vol en montagne, la procédure de sortie en vol stationnaire, le travail en espace restreint et le vol dans des conditions de faible visibilité. En mars 2012, le pilote a reçu une formation au sol et en vol sur le vol en condition de faible visibilité aux commandes de l'hélicoptère AS350. Le pilote avait terminé sa formation sur les opérations hivernales en mars 2011, et avait reçu une formation de vol en montagne en août 2011. Toute la formation a été donnée par BHL. Le pilote était notamment titulaire des qualifications de type sur les appareils BH06, EC30, HL2T, HU30 et RH44.

Le pilote était titulaire d'une licence canadienne de pilote professionnel - hélicoptère. La seule restriction de la licence était qu'elle n'autorisait que le vol de jour. Selon la restriction, le pilote n'avait jamais reçu sa qualification de vol de nuit. La licence du pilote n'avait jamais porté une annotation pour une qualification de vol aux instruments. La licence était accompagnée d'un certificat médical de catégorie 1 valide jusqu'au 1^{er} juillet 2012. Selon l'enquête, rien ne donne à croire que des facteurs physiologiques aient pu nuire au rendement du pilote.

Tableau 2. Temps de vol et périodes de service de vol du pilote recevant la formation

| Temps de vol et périodes de service de vol | 24 heures | 72 heures | 7 jours | 30 jours | 90 jours |
|--|-----------|-----------|---------|----------|----------|
| Période de service de vol | 12,0 | 36,0 | 60,0 | 120,0 | 468,0 |
| Temps de vol | 1,4 | 7,1 | 12,7 | 28,1 | 82,8 |

Le pilote avait participé à une rotation d'équipage à Fort Nelson (Colombie-Britannique) pendant 9 jours et avait volé durant 6 de ces 9 jours. Le pilote n'avait pas séjourné en chambres partagées pendant les 72 heures précédant l'accident et, selon les témoignages, était bien reposé. La veille de l'accident, le pilote avait quitté Fort Nelson pour se rendre à Fort Saint John, et avait travaillé à Fort Saint John pendant une partie de la journée avant de revenir à Terrace aux environs de 21 h 30, le soir même. Il n'a pas été possible de déterminer combien d'heures de sommeil avait eues le pilote. Le temps de vol et les périodes de service de vol du pilote sont indiqués dans le tableau 2.

Formation sur la procédure de sortie en vol stationnaire

Le technicien d'entretien d'aéronef (TEA) était à Terrace depuis 1 semaine dans le cadre d'une rotation de l'équipage normale qui consiste en une période de 3 semaines de travail suivie de 1 semaine de repos. L'intention, pour la formation sur la procédure de sortie en vol stationnaire, était d'avoir recours à une troisième personne pour l'effectuer; c'est la raison la plus probable de la présence du TEA à bord. La section 4.20.2 du MEC donne la liste des personnes autorisées à se trouver à bord d'un hélicoptère durant une formation. Le TEA faisait partie de cette liste. Selon les dossiers de formation de l'entreprise, le TEA n'avait jamais participé à une formation sur la procédure de sortie en vol stationnaire auparavant. Les paragraphes 602.25 et 702.19 du RAC autorisent une personne à monter à bord d'un hélicoptère en vol et à en sortir (sortie en vol stationnaire) s'il est satisfait aux exigences du RAC. Selon le sous-alinéa 702.19 a)(iii) du RAC, l'exploitant aérien est autorisé à faire cette manœuvre si son certificat d'exploitation aérienne l'y autorise. La spécification d'exploitation n° 44 délivrée à BHL autorisait l'entreprise à effectuer cette manœuvre.

Prise de décisions du pilote

Le principe de PDP est une approche systématique permettant de gérer le pilote, l'aéronef, l'environnement et les facteurs externes, de manière à atténuer les risques³. Dans le cadre d'un vol prévu, le pilote évalue toutes les conditions qui se présentent et élabore un plan efficace en vue d'atteindre le résultat souhaité, à savoir un vol sécuritaire. Pour que le processus de prise de décisions soit mené à bien, toutefois, le pilote doit continuellement réévaluer les conditions et déterminer si le plan original est toujours valable, ou s'il doit adopter une autre ligne de conduite. Il est essentiel que le pilote interprète l'information dont il dispose de façon précise et en temps opportun pour mener à bien ce processus. Si le pilote ne prend pas conscience des changements qui s'opèrent dans le milieu et qu'il n'agit pas en conséquence, cela peut avoir de graves conséquences.

La PDP aide à se prémunir contre une surestimation des compétences et des connaissances d'une personne, contre le désir de pousser un aéronef au-delà de ses limites d'exploitation et contre la méconnaissance du milieu environnant et des contraintes qu'il impose sur le vol. En outre, des facteurs externes ont une incidence sur la prise de décisions, comme la pression exercée par les responsables de l'entreprise et les clients ou les passagers et les contraintes qu'un

³ Il s'agit d'une vue d'ensemble du processus de prise de décisions du pilote (PDP) fondée sur les concepts contenus dans le document suivant : Transports Canada (TC), *Prise de décisions du pilote – PDP* (TP 13897, 02/2002). En ligne : <http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/publications/tp13897-menu-1889.htm> (consultée le 27 novembre 2013).

pilote s'impose lui-même pour effectuer le vol. Sans PDP, les pilotes peuvent se retrouver dans une situation à laquelle ils ne sont pas en mesure de faire face.

Désorientation et perte de maîtrise

Le pilote utilise la vue, l'ouïe, le toucher et les sensations physiques pour déterminer sa position par rapport au sol. La vue fournit au corps les données les plus fiables, mais les organes de l'oreille interne jouent également un rôle important sur le plan de l'orientation spatiale. En raison de sa structure, l'oreille interne peut induire le pilote en erreur par rapport à sa position dans l'espace. Le pilote doit confirmer visuellement l'information qu'il reçoit de l'oreille interne. Si des changements d'assiette, de vitesse ou d'altitude se font graduellement, l'oreille interne ne détecte pas immédiatement ces changements, et elle n'en informe pas le cerveau. Lors de vols exécutés à l'aide de repères visuels extérieurs, le pilote compte sur ces repères pour détecter tout changement d'altitude, de cap, de vitesse et de taux de variation d'un axe de vol. Sans repères visuels, un changement dans un des 3 axes de vol peut passer inaperçu, ce qui peut mener à une perte de maîtrise de l'aéronef⁴.

Un piqué en spirale est un virage serré en descente raide lorsque l'assiette en piqué de l'appareil est très accentuée. Un piqué en spirale est caractérisé par un angle d'inclinaison excessif, ce qui fait augmenter rapidement la vitesse et le taux de descente. En général, un piqué en spirale commence par un roulis lent et doux qui donne lieu à un virage imperceptible pour le pilote. Puis une descente s'amorce; elle est lente au début, mais s'accélère rapidement, au fur et à mesure que l'angle d'inclinaison continue d'augmenter. Lorsque le pilote de l'hélicoptère prend conscience de ce qui se produit, toute manœuvre d'augmentation du collectif à un angle d'inclinaison prononcé en vue de maîtriser la descente accroît directement la portance selon le vecteur horizontal et donne lieu à une augmentation du taux de virage, ce qui accentue la trajectoire de vol indésirable. Dans un hélicoptère, tout changement apporté au collectif (augmentation de la portance) doit être accompagné d'une commande sur la pédale du palonnier (afin de compenser la différence dans la puissance du moteur). Cela peut aggraver l'effet de désorientation subi par le pilote qui est peut-être déjà en virage non coordonné.

Des chercheurs de l'Université de l'Illinois ont mené des études sur le temps pendant lequel un pilote qui n'a pas reçu de formation sur le vol aux instruments conserve la maîtrise d'un appareil après avoir rencontré du mauvais temps et avoir perdu tout contact visuel. Vingt élèves ont volé dans des conditions météorologiques simulées de vol aux instruments; ils ont tous amené l'appareil à amorcer un piqué en spirale ou à voler en montagnes russes. La seule différence dans le résultat était le temps nécessaire avant la perte de maîtrise. Le temps moyen était de 178 secondes⁵. Cela souligne l'importance d'acquérir des compétences élémentaires de vol aux instruments⁶.

⁴ Bureau de la sécurité des transports (BST), Rapport d'enquête aéronautique A08Q0110.

⁵ TC, *178 secondes* (TP 2228F-1), dans : *Un instant! pour votre sécurité* (TP 2228, 01/2007). En ligne : <http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/publications/tp2228-178secondes-3487.htm> (consultée le 27 novembre 2013).

⁶ TC, *Dangers associés au vol de nuit* [présentation PowerPoint] (TP 14112). En ligne : <http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/publications/tp14112-dangers-ppt-6035.htm> (consultée le 27 novembre 2013).

Pendant la période s'étendant de janvier 2000 à mai 2012, il y a eu au Canada au moins 12 cas de collision avec le relief impliquant un hélicoptère en vol VFR dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC). De ce nombre, 4 événements concernaient une perte de maîtrise à une altitude suffisante au-dessus du sol pour entraîner une collision avec le relief avec une assiette anormale. Ces 4 événements mettaient en cause 9 personnes; 7 d'entre elles ont été blessées, dont 3 mortellement.

Auparavant, le Bureau de la sécurité des transports (BST) avait soulevé une lacune en matière de sécurité à l'égard des compétences des pilotes d'hélicoptère relatives au vol aux instruments. Le 13 novembre 1990, le BST a autorisé la publication de la recommandation suivante (A90-81)⁷ :

[L]e Bureau recommande que :

Le ministère des Transports exige que les pilotes professionnels d'hélicoptère subissent, au cours de leur vérification annuelle de compétence pilote, un contrôle de leur aptitude à exécuter les manœuvres de base du vol aux instruments.

Le 5 septembre 2012, le BST a transmis son Évaluation du Bureau de la réponse à la recommandation A90-81⁸ :

Le BST ne conteste pas les affirmations de TC selon lesquelles le vol VFR involontaire dans des conditions météorologiques de vol aux instruments constitue une faible proportion du nombre total de vols VFR dans des conditions météorologiques de vol aux instruments. Toutefois, le BST estime qu'étant donné le taux d'accidents mortels liés à ces événements, les efforts de TC à ce jour pour réduire les causes de tels événements sont inadéquats. En conséquence, la recommandation A90-81 vise principalement à actualiser les compétences que les pilotes ont acquises durant les cours de pilotage, et qui visent à aider les pilotes à se sortir d'une situation de vol VFR dans des conditions météorologiques de vol aux instruments. Le fait que la plupart de ces événements puissent résulter d'une mauvaise décision du pilote ne réduit en rien la valeur du maintien des compétences de pilotage qui permettent aux pilotes de composer avec de telles situations.

Dans sa réponse, TC critique la procédure qui consiste à faire pivoter l'hélicoptère de 180°, procédure décrite dans son document TP9982F *Manuel de pilotage des hélicoptères*. TC explique qu'il est improbable de pouvoir réussir un virage de 180°, à cause du fait que l'hélicoptère est non stabilisé, du sentiment de panique chez le pilote et de la difficulté inhérente que présente la transition

⁷ BST, *Rapport au terme d'une étude de sécurité sur le vol VFR dans des conditions météorologiques défavorables* (90-SP002, le 13 novembre 1990). En ligne : <http://www.bst-tsb.gc.ca/fra/rapports-reports/aviation/etudes-studies/90sp002/90sp002.asp> (consultée le 27 novembre 2013).

⁸ BST, *Évaluation de la réponse à la recommandation en matière de sécurité aérienne A90-81 : Licence de pilote professionnel hélicoptère* (le 5 septembre 2012). En ligne : http://bst.gc.ca/fra/recommandations-recommendations/aviation/1990/rec_a9081.asp (consultée le 27 novembre 2013).

au vol aux instruments. Cette réponse de TC donne à croire que cette situation de vol VFR dans des conditions météorologiques de vol aux instruments est d'autant compliquée si le pilote « n'a pas d'expérience récente de vol aux instruments (IFR) ». Le BST comprend que l'instruction de vol aux instruments donnée durant les cours de pilotage ne qualifie pas les pilotes aux vols IFR. Toutefois, la formation insiste sur le fait que la procédure de virage de 180° recommandée est réservée aux situations d'urgence, et qu'il s'agit de « la procédure la plus sécuritaire et la plus opportune » pour retrouver les conditions de vol à vue.

TC affirme qu'étant donné que la réglementation canadienne n'exige pas que les aéronefs équipés pour les vols VFR de jour soient dotés des instruments nécessaires pour voler en toute sécurité dans des conditions météorologiques de vol aux instruments, tous ces aéronefs devraient alors être mis à niveau afin de pouvoir exécuter des manœuvres comme le virage de 180°. Le Ministère conclut que la mise en œuvre de la recommandation A90-81 serait d'un coût prohibitif. Le BST reconnaît que l'instruction de vol aux instruments qui fait partie des cours de pilotage est conçue pour les pilotes qui se trouvent dans une situation de vol VFR dans des conditions météorologiques de vol aux instruments en pilotant un hélicoptère qui n'est pas doté des instruments pour les vols IFR. Les « compétences de base de vol aux instruments » dont il est question dans la recommandation A90-81 sont celles qui sont enseignées dans les cours de pilotage, qui n'exigent pas l'utilisation d'un hélicoptère doté d'instruments IFR. En conséquence, une mise à niveau universelle de la flotte actuelle d'hélicoptères approuvés pour les vols VFR de jour ne serait pas nécessaire pour mettre en œuvre la recommandation A90-81.

La comparaison qu'établit TC entre les États-Unis et le Canada concernant les hélicoptères commerciaux dans des situations de vol VFR dans des conditions météorologiques de vol aux instruments porte principalement sur les limites des ambulances aériennes aux États-Unis et un phénomène du tourisme régional. L'avis de projet de réglementation de la FAA, dont il est question dans l'évaluation du BST, s'intitule *Ambulance and Commercial Helicopter Operations*, et les 2 recommandations du National Transportation Safety Board (NTSB) citées en référence et réclamant une meilleure formation pour les pilotes d'hélicoptères commerciaux concernaient des accidents d'hélicoptères commerciaux survenus par temps laiteux.

Bien que TC estime qu'il serait utile d'inclure un exercice de vol aux instruments dans le cadre des cours de pilotage, son analyse actuelle ne reconnaît aucun avantage à l'amélioration de la formation périodique de la façon décrite dans la recommandation A90-81. Bien que TC se dise préoccupé du fait que 50 % des accidents de vol VFR dans des conditions météorologiques de vol aux instruments se soldent par des pertes de vie, il soutient que, pour atténuer ces risques, le statu quo demeure le moyen évident et le plus efficace pour prévenir ces accidents.

À l'heure actuelle, les risques liés aux vols VFR dans des conditions météorologiques défavorables demeurent importants, et TC n'a pas indiqué

qu'il prévoyait prendre quelque mesure que ce soit pour réduire les risques qui existent lorsque l'on permet aux compétences de vol IFR de base d'un pilote d'hélicoptère commercial non qualifié au vol IFR de se détériorer, comme décrit dans la recommandation A90-81. En conséquence, la réévaluation du Bureau demeure **Attention non satisfaisante**.

Suivi exercé par le BST (5 septembre 2012)

Le Bureau a déterminé qu'étant donné que le risque résiduel lié à la lacune décrite dans la recommandation A90-81 est important, et puisque TC n'a pas indiqué qu'il prévoyait prendre d'autres mesures dans ce dossier, il est peu probable que d'autres réévaluations mènent à de nouveaux résultats.

Ainsi, le dossier de lacune est classé « **en veilleuse** ».

Enregistreurs de bord

L'hélicoptère en cause était dépourvu d'enregistreurs de bord, comme l'enregistreur de conversations de poste de pilotage (CVR) et l'enregistreur de données de vol (FDR); la réglementation n'exigeait pas que l'hélicoptère en soit équipé.

Il n'y a eu aucun témoin de l'événement. Les renseignements provenant du système de surveillance des performances de l'hélicoptère, du système de surveillance par GPS, du récepteur GPS portatif et des appareils photo personnels ont grandement aidé l'enquête du BST.

Radiobalise de repérage d'urgence

L'hélicoptère était équipé d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT) Kannad 406 AF-Compact. L'ELT s'est activée et a transmis un signal à la fréquence de 406 MHz qui a été reçu par le Centre canadien de contrôle des missions.

Rapports du Laboratoire du Bureau de la sécurité des transports

Les rapports du Laboratoire du BST suivants ont été finalisés :

- LP111/2012 - GPS Analysis [analyse du récepteur GPS];
- LP125/2012 - Annunciator Lamp Analysis (Includes Artificial Horizon) [analyse des voyants annonceurs (y compris celle de l'horizon artificiel)].

Ces rapports sont disponibles sur demande auprès du BST.

Analyse

Les circuits de l'aéronef ont été examinés, et aucun signe de défektivité n'a été découvert. Les pilotes étaient tous deux expérimentés, et le pilote instructeur connaissait la région. Ni la fatigue ni les facteurs physiologiques ne sont considérés comme des facteurs contributifs à cet accident. Par conséquent, la présente analyse portera principalement sur les événements, les conditions et les facteurs sous-jacents qui ont donné lieu à la prise de décisions du pilote (PDP).

Le vol d'entraînement a eu lieu à ce moment parce que c'était la seule occasion qu'avait le pilote de relève de recevoir de la formation supplémentaire sur le vol en montagne et la procédure de sortie en vol stationnaire et de se familiariser avec la région avant que le pilote instructeur parte en vacances. Il est inhabituel pour une troisième personne de se trouver à bord durant un vol d'entraînement au pilotage. Toutefois, puisque la formation devait aborder la procédure de sortie en vol stationnaire, il fallait que quelqu'un puisse sortir de l'appareil et remonter à bord pendant que l'hélicoptère était en vol stationnaire, et il n'y avait que 3 membres du personnel de l'entreprise à la base de Terrace.

Opérations par mauvais temps et par faible visibilité

Les conditions et les prévisions météorologiques à Terrace étaient propices au vol selon les règles de vol à vue (VFR). Les pilotes étaient probablement au courant des prévisions faisant état de restrictions temporaires quant au couvert nuageux et à la visibilité ainsi qu'aux risques de givrage sur la cellule de l'appareil dans la région.

À mesure que l'hélicoptère prenait de l'altitude, le relief couvert de neige près du sommet du ravin limitait probablement le nombre de repères visuels qui aident le pilote à percevoir les distances. Il est probable que les crêtes des montagnes étaient obscurcies par le couvert nuageux, donnant lieu à des conditions de voile blanc ou de temps laiteux et à une perte partielle ou complète des repères visuels à l'horizon. Les enregistrements de la trajectoire de vol indiquent qu'un virage à droite a été amorcé à 4500 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl), formant un arc homogène et régulier correspondant à la trajectoire de vol d'un aéronef qui entre dans une spirale. La puissance du moteur, qui était relativement faible, et l'absence de tout signe de givrage sur la cellule après l'accident suggèrent que le givrage de la cellule n'était pas un facteur en cause dans cet événement.

L'entreprise et les pilotes étaient autorisés à effectuer des vols par faible visibilité dans un espace aérien non contrôlé. En approuvant cette exception, Transports Canada (TC) autorise les vols VFR dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) et à visibilité réduite. De nombreux exploitants d'hélicoptères détiennent cette spécification d'exploitation, et on y a habituellement recours en tant que norme d'exploitation. Conformément aux conditions de cette autorisation, Bailey Helicopters Ltd. (BHL) avait mis en place des politiques, des procédures et un programme de formation pour se prémunir contre les risques liés aux conditions météorologiques. La formation de pilotage obligatoire porte principalement sur les compétences en matière de PDP afin d'éviter la perte de repères visuels. Les conditions météorologiques minimales pour les vols VFR comprennent une exigence de visibilité minimale visant à contrer la perte de repères visuels.

Les vols effectués lorsque la visibilité est réduite à 0,5 milles terrestres (sm) posent des risques plus élevés de perte involontaire des repères visuels. À l'égard de la visibilité, la spécification d'exploitation autorise le pilote à voler lorsque la visibilité passe de 1 sm à 0,5 sm, à condition qu'il soit suffisamment expérimenté, qu'il ait reçu la formation appropriée et que l'hélicoptère vole à vitesse réduite. Toutefois, elle n'exige pas que les pilotes aient acquis une compétence sur le vol aux instruments ou que les appareils soient certifiés pour voler dans des conditions IMC. Selon les recherches et les statistiques, si un pilote autorisé à voler en mode VFR n'a pas reçu de formation de base et n'a pas un minimum de compétences sur le vol aux instruments, le temps moyen avant la perte de maîtrise, dans la plupart des cas, se mesure en minutes.

À l'heure actuelle, les risques liés aux vols VFR dans des conditions météorologiques défavorables demeurent importants, et TC n'a pas indiqué qu'il prévoyait prendre quelque mesure que ce soit pour réduire les risques qui existent lorsque l'on permet aux compétences de base sur le vol aux instruments d'un pilote d'hélicoptère commercial non qualifié au vol aux instruments de se détériorer, comme décrit dans la recommandation A90-81.

Prise de décisions du pilote

En se fondant sur le manuel d'exploitation de la compagnie (MEC), le fait que la vitesse sol ait été réduite alors que l'hélicoptère prenait de l'altitude dans le ravin pourrait indiquer que des mauvaises conditions de visibilité ont été rencontrées. Toutefois, le fait que le pilote ait continué à grimper à un taux de 1000 pieds par minute (ppm) ne corrobore pas cette hypothèse. Selon les enregistrements de la trajectoire de vol, l'hélicoptère a maintenu une altitude relativement stable au-dessus du relief se trouvant directement en dessous, mais un examen des paramètres du moteur n'a pas révélé que la puissance du moteur était suffisante pour franchir le relief escarpé. Le taux de montée jusqu'à une altitude de 4500 pieds asl suggère que les pilotes ne considéraient pas leur situation comme étant particulièrement dangereuse. Toutefois, la mise en palier rapide à 4500 pieds, combinée à l'amorce d'un virage à droite, suggère que les conditions ont changé et que les pilotes ont peut-être soudainement perdu le sol de vue. Aussitôt que le sol est perdu de vue, la priorité du pilote serait de retrouver ses repères visuels en descendant, en effectuant un virage, ou en faisant les deux, tout en conservant la maîtrise de l'hélicoptère. Selon la trajectoire de vol qui a suivi, le pilote a tenté d'effectuer un virage et une lente descente. Cependant, au cours de cette manœuvre, le pilote, qui n'avait pas reçu de formation sur le vol aux instruments, est devenu désorienté, a perdu la maîtrise de l'hélicoptère et est entré en collision avec le relief couvert de neige.

Incendie

Le fait que la batterie de l'appareil ait été installée à l'écart dans la poutre de queue et que les câbles à haute intensité de courant aient été acheminés derrière la cabine et au-dessus de celle-ci a probablement atténué le risque d'inflammation du carburant déversé.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. L'hélicoptère a probablement rencontré des conditions météorologiques de vol aux instruments, ce qui a fait perdre au pilote le contact visuel avec le sol et l'a désorienté, donnant lieu à une perte de maîtrise de l'appareil et à une collision avec le relief.
2. Ni l'un ni l'autre des pilotes n'était titulaire d'une qualification de vol aux instruments ou n'avait récemment suivi une formation de vol aux instruments, et l'hélicoptère n'était pas équipé pour le vol aux instruments, ce qui a contribué à la perte de maîtrise de l'appareil alors qu'il volait dans des conditions météorologiques de vol aux instruments.

Faits établis quant aux risques

1. Les vols effectués lorsque la visibilité est réduite à 0,5 milles terrestres posent des risques plus élevés de perte involontaire des repères visuels.

Autres faits établis

1. Le fait que la batterie de l'appareil ait été installée à l'écart dans la poutre de queue et que les câbles à haute intensité de courant aient été acheminés derrière la cabine et au-dessus de celle-ci a probablement atténué le risque d'inflammation du carburant déversé.

Mesures de sécurité

Mesures de sécurité prises

Bailey Helicopters Ltd.

Bailey Helicopters Ltd. (BHL) a pris les mesures suivantes :

- suspension de l'utilisation de la spécification d'exploitation délivrée par Transports Canada permettant les opérations par faible visibilité;
- élaboration et mise en œuvre d'une procédure avant vol d'évaluation des risques devant être suivie avant tous les vols;
- rédaction d'un manuel des politiques et des procédures de formation au pilotage (seuls les membres d'équipage essentiels sont admis à bord durant tous les vols d'entraînement);
- mise en œuvre d'un système de surveillance des données de vol;
- achat d'un simulateur de vol Astar ciblant principalement la formation sur les impacts sans perte de contrôle (CFIT) et les conditions météorologiques imprévues;
- ajout d'un cours sur les CFIT à son programme annuel de formation au sol;
- création d'un poste d'assurance de la qualité au sein de son service des opérations aériennes;
- ajout d'une formation sur les facteurs humains comprenant des ateliers annuels sur la prise de décisions et la gestion des ressources en équipe pour le personnel navigant et le personnel de maintenance;
- modification de ses procédures d'exploitation normalisées qui précisent maintenant une visibilité minimale de 1 mille, un couvert nuageux minimal de 500 pieds et l'interdiction de voler dans les nuages;
- maintien des efforts en vue de faire prendre conscience à ses clients des risques liés au vol à basse altitude et par faible visibilité.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 6 novembre 2013. Il est paru officiellement le 3 décembre 2013.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également la Liste de surveillance qui décrit les problèmes de sécurité dans les transports présentant les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a établi que les mesures prises jusqu'à présent sont inadéquates, et que tant l'industrie que les organismes de réglementation doivent prendre de nouvelles mesures concrètes pour éliminer ces risques.