

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE  
A12W0031**



**PERTE DE MAÎTRISE ET COLLISION AVEC LE RELIEF  
DU BELL 206B JETRANGER (HÉLICOPTÈRE), C-GLQI  
EXPLOITÉ PAR KANANASKIS MOUNTAIN  
HELICOPTERS LTD.  
À 0,4 NM AU NORD-OUEST DE LODER PEAK (ALBERTA)  
LE 30 MARS 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 de maîtrise et collision avec le relief

du Bell 206B JetRanger (hélicoptère), C-GLQI  
exploité par Kananaskis Mountain Helicopters Ltd.  
à 0,4 nm au nord-ouest de Loder Peak (Alberta)  
le 30 mars 2012

Rapport numéro A12W0031

### *Résumé*

Le 30 mars 2012, l'hélicoptère Bell 206B (immatriculé C-GLQI, numéro de série 1964) exploité par Kananaskis Mountain Helicopters quitte la base Kananaskis/Nakoda près de Kananaskis (Alberta) pour effectuer un vol d'excursion de jour selon les règles de vol à vue avec à son bord 1 pilote et 4 passagers. Environ 13 minutes après le départ, vers 10 h 10, heure avancée des Rocheuses, l'hélicoptère s'écrase dans un couloir d'avalanche abrupt recouvert de neige, dans un cirque près de Loder Peak (Alberta). Environ 1 heure et 29 minutes plus tard, le Centre conjoint de coordination des opérations de sauvetage de Trenton (Ontario) avise l'exploitant que la radiobalise de repérage d'urgence de 406 MHz de l'appareil C-GLQI s'est activée. Un hélicoptère de l'entreprise est envoyé pour effectuer des recherches de l'itinéraire de l'excursion et trouve l'épave vers 12 h 06. Tous les occupants sont emmenés hors des lieux. Les 4 passagers subissent des blessures mineures; le pilote succombe à ses blessures environ 5 heures après l'accident, après avoir été emmené du lieu de l'accident. Aucun incendie ne se déclare après l'impact.

*This report is also available in English.*

## Renseignements de base

### L'entreprise

Kananaskis Mountain Helicopters (KMH) exploite une flotte de 12 hélicoptères et détient un certificat d'exploitation aérienne valide délivré par Transports Canada (TC) en vertu des sous-parties 702 et 703 du *Règlement de l'aviation canadien (RAC)*. Les opérations aériennes sont menées à partir de 2 bases ouvertes toute l'année situées à Kananaskis/Nakoda (CNK7) et Cline River (Alberta). La base CNK7 est située à l'est de Canmore (Alberta) près du versant est des Rocheuses. Les services fournis comprennent des vols d'excursion, les opérations pétrolières et gazières, la lutte contre l'incendie et le transport nolisé. L'entreprise exploite des vols d'excursion depuis 1994. Le vol en cause dans cet accident était exploité comme un taxi aérien sous le régime de la sous-partie 703 du *RAC*.

KMH est affiliée à Kananaskis Heli Tours, entreprise qui offre des excursions panoramiques au-dessus des montagnes par hélicoptère à partir de l'une ou l'autre des bases. La durée des excursions aériennes en partance de la base CNK7 varie de 20 à 55 minutes. Le vol ayant mené à l'accident était annoncé comme le *Rockies Heritage Tour*, un vol d'une durée de 20 minutes comprenant un arrêt facultatif de 1 heure en milieu sauvage à Brokenleg Lake (Alberta) où les passagers pouvaient faire de la raquette.

### Déroulement du vol

L'itinéraire de vol du *Rockies Heritage Tour* était un parcours circulaire de 25 à 27 milles marins (nm). En temps normal, ce vol se dirigeait vers le sud de la base CNK7 jusqu'à Barrier Lake, puis vers l'ouest jusqu'à Heart Mountain et vers le nord jusqu'à la route Transcanadienne. Après avoir traversé la route Transcanadienne, le vol devait normalement poursuivre une trajectoire vers le nord et à l'est de Loder Peak

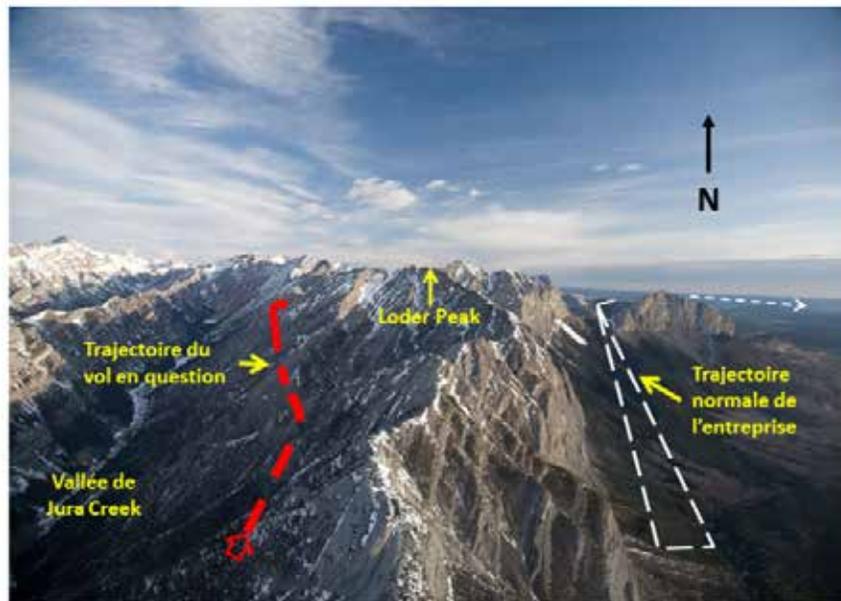


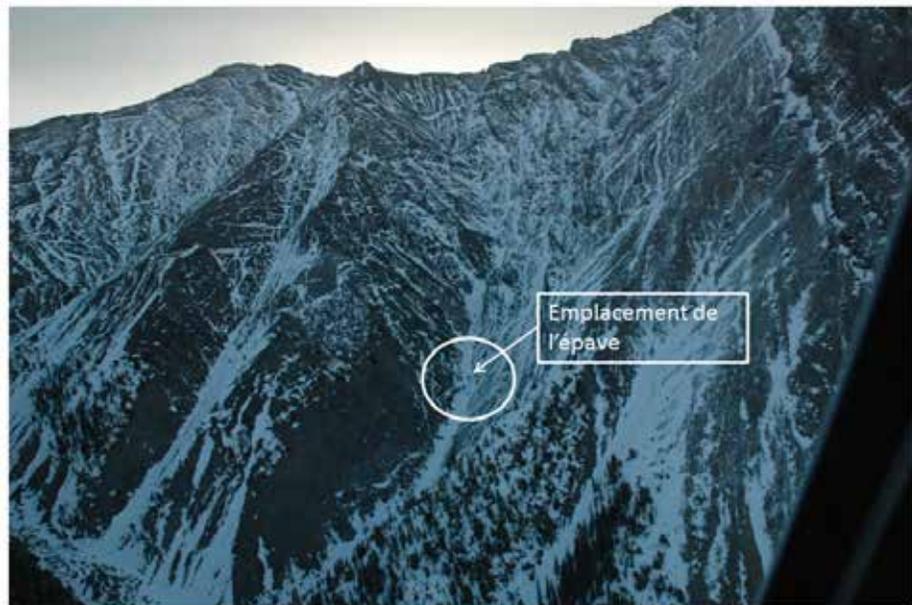
Photo 1. Trajectoire du vol

(photo 1). Un vol suivant une trajectoire à l'ouest de Loder Peak entrerait dans la vallée de Jura Creek et traverserait ensuite une crête au nord de Loder Peak d'ouest en est, avant de descendre jusqu'à Brokenleg Lake. Les crêtes au nord de Loder Peak atteignent de 7300 à 7400 pieds au-dessus du niveau la mer (asl). La trajectoire à l'est de Loder Peak était parallèle aux flancs de

montagne à l'est et au nord de Loder Peak, la plaine de l'Alberta se trouvant immédiatement à l'est. La trajectoire du côté est pouvait être suivie à une altitude considérablement moins élevée. Une fois arrivé à Brokenleg Lake, avec ou sans arrêt, le vol devait retourner directement à la base CNK7. Le pilote pouvait, à sa discrétion, modifier sa trajectoire selon le vent, les conditions météorologiques ou le manque de temps. La durée du vol ayant mené à l'accident devait être de 0,3 heure dans les airs pour un total d'environ 1,3 heure, les passagers ayant choisi de faire l'arrêt à Brokenleg Lake.

Lors du vol ayant mené à l'accident, le pilote est entré dans la vallée de Jura Creek en direction nord et a volé près des pentes abruptes orientées vers l'ouest sur le côté est de la vallée (photo 1). Alors que l'hélicoptère s'approchait du sommet d'une crête de 7300 pieds au nord de Loder Peak, très près des affleurements rocheux et à une altitude inférieure à celle du sommet, il a traversé des turbulences. Plusieurs secondes plus tard, le pilote a amorcé un virage à gauche vers la vallée. Pendant le virage, le pilote a perdu la maîtrise de l'appareil; l'hélicoptère s'est mis à tourner sur lui-même vers la droite. Le pilote n'a pu reprendre la maîtrise de l'appareil et l'hélicoptère a continué de tourner rapidement sur lui-même vers la droite, autour de son axe vertical, très près du flanc de montagne. L'hélicoptère a tourné sur lui-même de 6 à 12 fois, a heurté la pente à 3 reprises et s'est immobilisé sur le manteau neigeux d'un couloir d'avalanche, dans un cirque<sup>1</sup> (photo 2). L'accident s'est produit à 10 h 10<sup>2</sup>.

L'épave s'est retrouvée à 6700 pieds asl, par 51°06'38.63" N, 115°09'07.64" W. La poutre de queue et le rotor principal se sont détachés pendant l'impact. Le fuselage s'est immobilisé dans la neige sur le côté gauche, en position de piqué partiellement inversé. Les enquêteurs n'ont pas pu se rendre sur les lieux de l'accident, en raison du risque d'éboulement et d'avalanche; par conséquent, les marques au sol associées à l'accident n'ont pas été identifiées.



**Photo 2.** Emplacement de l'épave

<sup>1</sup> Un cirque est une dépression profonde en demi-cercle à la tête d'une vallée ou à flanc de montagne.

<sup>2</sup> Les heures sont exprimées en heure avancée des Rocheuses (temps universel coordonné moins 6 heures).

## *Questions relatives à la survie des occupants*

Tous les occupants étaient retenus par un harnais à 4 points d'ancrage avec ceinture abdominale et bretelles de sécurité. L'utilisation de ce harnais de sécurité a vraisemblablement réduit l'ampleur des blessures subies par les occupants. Les 3 passagers assis dans la cabine ont pu sortir de l'hélicoptère sans aide, par la porte droite de la cabine. Le passager occupant le siège gauche du poste de pilotage a été coincé entre la porte gauche du poste de pilotage, qui était dans la neige, et le pilote. Le pilote a été immobilisé et a perdu et repris connaissance à plusieurs reprises en raison de blessures graves à la tête et au cou. Un passager a détaché le harnais du pilote, et le pilote a été sorti de l'appareil et allongé dans la neige, à côté du fuselage. On a déplacé le pilote le moins possible afin de réduire le risque d'aggraver ses blessures. Le pilote ne portait pas de casque pendant le vol.

On évalue la température au moment de l'accident à  $-3^{\circ}\text{C}$ . Le pilote était légèrement vêtu, soit d'un chandail à manches longues en coton molletonné, sans veston. On a mis une tuque sur la tête du pilote et on l'a recouvert de légères couvertures de survie métalliques trouvées dans la trousse de survie. Plusieurs raquettes ont été enfoncées dans la neige autour du pilote pour le protéger du vent. Les passagers, qui portaient des vêtements d'hiver légers, ont ensuite creusé un trou dans la neige sur le côté ascendant de l'épave et l'ont utilisé pour réduire leur propre exposition à l'environnement. Les passagers ont tenté, sans succès, d'établir une communication d'urgence par téléphone cellulaire.

Un hélicoptère de secours, dépêché de Canmore, 7,5 nm à l'ouest des lieux, a été retardé d'environ 70 minutes en raison de temps violent traversant le secteur de 12 h 45 à 13 h 55, approximativement. Comme il n'était pas possible d'atterrir sur les lieux, on a fait descendre 2 membres d'une équipe spécialisée de sauvetage en montagne sur les lieux de l'accident au moyen d'une élingue à 14 h 10. Les occupants ont été retirés des lieux un à un dans le cadre d'une opération de sauvetage au moyen d'une élingue d'hélicoptère. Tous les occupants ont été transportés par élingue jusqu'à une zone de rassemblement sécuritaire. La dernière extraction par une élingue d'hélicoptère s'est terminée à 15 h 33. Le pilote est mort après son extraction des lieux, mais avant son transport à un centre médical. L'autopsie a révélé que la cause du décès était une combinaison de traumatismes à la tête et au cou, accompagnés d'hypothermie.

## *Contrôle opérationnel*

KMH utilisait une bascule à plate-forme pour peser, en groupe, les passagers des excursions pour tous les vols, et ces renseignements étaient fournis au pilote avant le départ. La masse de l'hélicoptère au moment de l'accident était évaluée à 3044 livres — en deçà de la masse maximale de 3200 livres — et son centre de gravité se situait à l'intérieur des limites permises. L'hélicoptère transportait une charge de carburant suffisante pour effectuer le vol prévu.

L'entreprise était exploitée conformément à un système de contrôle d'exploitation de type « D » de TC et avait un système de surveillance des vols actif en place. Dans un système de type D, le suivi des vols consiste à surveiller la progression d'un vol, et à aviser l'exploitant aérien en cause ainsi que les autorités de recherche et de sauvetage si le vol est en retard ou porté manquant<sup>3</sup>. Le manuel d'exploitation de KMH précise que la plupart des aéronefs étaient dotés d'un système de repérage par satellite, et que, le cas échéant et dans la mesure du possible, cet

---

<sup>3</sup> RAC, Norme 723.16, Systèmes de contrôle d'exploitation – (2) Suivi des vols

équipement était utilisé pour surveiller la progression d'un vol. L'hélicoptère en cause était doté d'un système de repérage par satellite Sky Connect qui permettait à l'opérateur de surveiller la progression du vol. Le système était programmé pour fournir une mise à jour de position, ainsi que l'altitude et la vitesse sol, toutes les 2 minutes. Ces renseignements, de même que les rapports des pilotes, étaient utilisés pour surveiller les vols d'excursion. Par le passé, à de rares occasions, il est arrivé que les pilotes des excursions oublient de signaler l'atterrissage à Brokenleg Lake ou reportent cette procédure jusqu'à ce que l'hélicoptère descende à une altitude qui empêchait les communications radio à très haute fréquence (VHF) avec la base en raison de l'effet de masque du terrain. À ces occasions, les pilotes avaient chaque fois signalé leur décollage de Brokenleg Lake environ 1 heure plus tard.

La surveillance des vols était effectuée à partir du bureau de Kananaskis Heli Tours à la base CNK7. Le personnel de Kananaskis Heli Tours n'était pas affecté exclusivement aux tâches de surveillance des vols, et effectuait couramment de nombreuses tâches d'assistance à la clientèle, de gestion d'excursions, au téléphone et à la réception lorsqu'il y avait des vols en cours. Un vol qui n'arrivait pas dans l'heure suivant l'heure prévue était considéré comme étant en retard, et KMH en était avisé. Le personnel de KMH s'était rendu compte que le vol était en retard quelques minutes avant de recevoir l'appel téléphonique du Centre conjoint de coordination de sauvetage, et mettait en œuvre une intervention au moment de l'appel.

Le dernier compte rendu de suivi du système Sky Connect, reçu à 10 h 05, indique que l'hélicoptère traversait la route Transcanadienne en direction nord, à une altitude de 6600 pieds asl, à une vitesse sol de 118 nœuds et sur un cap de 010° vrai (V). La dernière communication radio avec l'hélicoptère était un compte-rendu du pilote indiquant que le vol passait Loder Peak en direction de Mount Yamnuska. Les procédures de suivi des vols de KMH n'ont pas permis de reconnaître que l'aéronef avait cessé de transmettre sa position au système de repérage par satellite et que le pilote n'avait pas signalé son atterrissage à Brokenleg Lake.

### *Directives pour le vol en montagne*

Les opérations aériennes en hélicoptère dans des régions montagneuses sont particulièrement exigeantes et nécessitent des connaissances spécialisées. Des techniques ont été mises au point pour réduire au minimum le risque inhérent. L'un des dangers est la présence d'illusions visuelles lorsqu'on effectue un virage en direction d'une élévation de terrain. Un pilote effectuant un virage en direction d'une élévation de terrain peut avoir l'impression que le nez de l'hélicoptère est trop bas et prendre une assiette de tangage vers le haut intentionnellement pour maintenir une image de visée constante. Il en résulte une diminution de la vitesse anémométrique. Ce phénomène peut être accentué dans des cirques ou un relief ascendant abrupt.

L'effet des vents de montagne sur la performance d'un hélicoptère peut être avantageux ou nuisible, et leur incidence dépend des techniques de pilotage et de la trajectoire utilisées. Combinés à une altitude élevée, les turbulences et les courants descendants peuvent réduire la performance d'un aéronef et entraîner de graves conséquences à proximité du relief. Les moyens de se protéger contre les dangers des vols en montagne comprennent : surveiller la performance de l'hélicoptère, ce qui exige le contrôle de la vitesse anémométrique et de la vitesse verticale ainsi que l'évaluation de l'image de visée extérieure<sup>4</sup>, de même que s'assurer de

---

<sup>4</sup> Canadian Helicopters Limited, *Canadian Helicopters Mountain Flying Course Manual* [Manuel de formation au pilotage en montagne de Canadian Helicopters] (2010)

la disponibilité d'une zone de débarquement où il est possible de s'éloigner en toute sécurité si les conditions sont trop exigeantes pour la maîtrise de l'appareil et si la puissance demandée devient trop importante. Selon les lignes directrices relatives à la formation au pilotage de KMH, les pilotes devaient toujours survoler les crêtes à plus de 500 pieds au-dessus de tout col et approcher tous les cols à un angle maximal de 45° pour se garder une bonne route d'évitement avant de franchir la crête. Les pilotes de KMH étaient tenus de respecter ces lignes directrices en tout temps.

### *Renseignements météorologiques*

Des conditions météorologiques de vol à vue (VMC) prévalaient au moment de l'accident et les conditions relatives au plafond et à la visibilité étaient propices au vol prévu. Le centre de veille météorologique pour l'aviation le plus proche était situé à l'aéroport de Calgary/Springbank (CYBW)(Alberta), 24 nm à l'est de la base CNK7. Le bulletin météorologique horaire pour CYBW capté 10 minutes avant l'accident indiquait des vents de surface du 220 °V à 9 nœuds, une visibilité de 30 milles terrestres, quelques nuages à 6000 pieds au-dessus du sol (agl), quelques nuages à 10 000 pieds agl et des nuages fragmentés à 22 000 pieds agl. La température s'élevait à 6 °C, le point de rosée était de -3 °C et le calage altimétrique indiquait 29,23 pouces de mercure (po Hg). Les vents de surface étaient légers, et les conditions relatives au plafond et à la visibilité étaient semblables à celles qui prévalaient au moment du décollage de l'hélicoptère de la base CNK7.

La station météorologique automatique de Nakiska Ridgetop, située environ 10 nm au sud des lieux de l'accident à 8341 pieds asl, indiquait que les vents de surface à 10 h étaient du 210 °V à 10 nœuds, et que la température était de -5,6 °C. À 11 h, la même station indiquait que les vents de surface étaient du 210 °V à 13 nœuds. Vers 13 h 15, un front a traversé les lieux de l'accident, ce qui a entraîné une visibilité réduite dans la neige, un changement de direction du vent du nord et une baisse de température à environ -6 °C.

### *Renseignements sur le pilote*

Les dossiers indiquent que le pilote possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Le pilote avait commencé sa formation au pilotage en juin 2003 et obtenu sa licence de pilote d'hélicoptère professionnel en avril 2004. Un examen du carnet de vol personnel du pilote et d'un carnet de bord personnel a permis d'établir qu'au moment de son embauche par KMH, le 11 mars 2012, le pilote avait cumulé 425 heures de vol, notamment 314 heures à titre de commandant de bord et 193 sur un Bell 206B. Dans sa demande d'emploi à KMH, le pilote a affirmé avoir cumulé 485 heures de vol, dont 265 heures sur un Bell 206. Dans une demande d'assurance datée du 29 mars 2012, après avoir acquis environ 6 heures de vol en double commande et de pilote aux commandes à KMH, le pilote indiquait avoir cumulé 500 heures en tout, 450 heures à titre de commandant de bord et 272 heures sur un Bell 206, dont 18 heures au cours des 6 derniers mois. Dans la même demande d'assurance, le pilote a déclaré n'avoir jamais eu d'accident d'aéronef ni avoir été en cause dans un tel accident. Cependant, les dossiers indiquent que le pilote avait déjà été en cause dans un accident en octobre 2005, lorsqu'un hélicoptère RotorWay Exec 162F de construction amateur a été lourdement endommagé dans un accident comportant un retournement.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Rapport d'enquête aéronautique du Bureau de la sécurité des transports (BST) n° A05P0265

Le pilote avait acquis son expérience antérieure de vol sur un Bell 206 de septembre 2008 à juin 2010, au service d'une entreprise d'hélicoptères basée dans la région centrale de la Colombie-Britannique. Il n'y avait aucun dossier faisant état de vols effectués par le pilote au cours de la période de 21 mois entre juin 2010 et février 2012. En février 2012, le pilote a acquis 2,6 heures de vol sur un Robinson R44, en vue d'une annotation sur ce type d'aéronef.

Le pilote n'avait pas reçu de formation officielle sur le vol en montagne ni n'avait acquis d'expérience antérieure en vol en montagne. Aucun règlement n'oblige les pilotes à obtenir de la formation officielle sur le vol en montagne avant de commencer à voler dans des régions montagneuses. À KMH, la durée et l'exhaustivité de cette formation variaient en général selon la confiance de la direction à l'égard des nouveaux pilotes en ce qui concerne leurs capacités, leur expérience et leur performance en cours de formation. Comme on ne s'attendait normalement pas à ce que les pilotes d'excursion atterrissent en terrain accidenté, ils n'étaient pas habituellement exposés à un environnement opérationnel montagneux rigoureux dans le cadre de leur formation initiale. Dans le cas du pilote en cause dans l'accident, le pilote en chef avait combiné la formation initiale sur le vol en montagne à la formation périodique et à la formation aux situations d'urgence. Le pilote s'était montré très réticent à voler à proximité du flanc des montagnes pendant les vols de formation de KMH.

Le pilote avait été de service tous les jours du 13 au 29 mars, pendant une période de 10 à 12 heures chaque jour, et avait effectué de nombreuses tâches non liées au pilotage à la base. Avant d'agir à titre de commandant de bord pour des vols d'excursion, le pilote avait reçu 2,5 heures de formation en vol périodique, sur 3 vols et 1 vol de vérification de la compétence du pilote (VCP) de 0,5 heure avec le pilote en chef. Au moment de l'accident, le pilote avait acquis 7,8 heures de vol, y compris le temps de formation en vol et le temps de vol d'excursion, avec KMH.

Rien n'indique que des facteurs physiologiques ont eu une incidence négative sur le rendement du pilote. Le pilote avait eu un cycle veille- sommeil normal dans les jours qui ont précédé l'accident, et rien n'indique que la fatigue chronique ou aiguë a joué un rôle dans l'événement.

### *Pratiques d'embauche de pilotes de l'entreprise*

Un candidat n'ayant aucune expérience de vol peut obtenir une licence de pilote d'hélicoptère professionnel après avoir effectué un minimum de 100 heures de formation en vol de pilote d'hélicoptère professionnel. Le défi que doivent relever les nouveaux pilotes d'hélicoptère professionnels est d'acquérir l'expérience de vol nécessaire pour obtenir un emploi de pilote, puisqu'un grand nombre d'exploitants d'hélicoptères exigent 1000 heures ou plus de vol sur hélicoptère comme prérequis minimal, afin de satisfaire aux exigences des assureurs et des clients. Il arrive souvent que les nouveaux pilotes occupent des postes non liés au pilotage au sein des sociétés aériennes avant d'être embauchés comme pilotes. Un moyen pour les pilotes comptant peu d'heures de vol d'acquérir de l'expérience de vol commercial est de travailler comme pilote d'excursion. Les vols d'excursion sont habituellement courts et de nature locale, et les itinéraires sont prédéterminés par l'exploitant et suivis à maintes reprises, ce qui permet à un pilote d'augmenter ses connaissances locales. Comme le tourisme est le but premier de ces vols, les vols sont en général effectués dans de bonnes conditions météorologiques pour les vols selon les règles de vol à vue (VFR). Les atterrissages ailleurs qu'à la base sont peu fréquents. Les

atterrissages de vols d'excursion ailleurs qu'à la base de KMH avaient lieu dans des zones à faible risque libres d'entraves spécifiquement désignées.

KMH embauchait couramment des pilotes professionnels nouvellement titulaires d'une licence, certains n'ayant qu'un peu plus de 100 heures de vol, pour effectuer les vols d'excursion. Les pilotes à leur première année étaient tenus de payer leurs propres coûts de formation, qui étaient remboursés au prorata de la durée de leur emploi avec l'entreprise. En plus de fournir aux pilotes comptant peu d'heures de vol une occasion d'acquérir de l'expérience, cette politique permettait à KMH de s'assurer qu'elle disposait d'un bassin de pilotes et fournissait à l'entreprise une source de revenus provenant de la formation. Le site Web de KMH annonçait que KMH avait un programme bien connu d'encadrement des pilotes d'excursion qui fournit des pilotes tant pour KMH que pour l'ensemble de l'industrie.

L'entreprise employait jusqu'à 18 pilotes pendant la saison touristique. Pour environ la moitié des pilotes, leur emploi avec KMH était leur premier à titre de pilote d'hélicoptère professionnel. Le travail était de nature saisonnière; il y avait un taux élevé de roulement de pilotes en raison de mises à pied saisonnières ou de départs pour des emplois mieux rémunérés, et les pilotes quittaient souvent l'entreprise une fois qu'ils avaient cumulé 500 heures de vol.

Les pilotes nouvellement titulaires d'une licence embauchés sans expérience de vol en montagne étaient tenus de suivre un cours d'initiation au vol en montagne de KMH, à leurs propres frais, avant d'effectuer des vols d'excursion. Dans le cas du pilote en cause, l'entreprise n'avait pas confirmé la formation antérieure ou l'expérience de vol en montagne du pilote; mais, compte tenu de ce que le pilote avait déclaré relativement à son expérience et son temps de vol, l'entreprise n'a pas exigé de formation de vol officielle en région montagneuse.

En plus de voler, les nouveaux pilotes devaient effectuer de nombreuses tâches supplémentaires liées à l'exploitation d'hélicoptères, à la gestion des excursions et à l'entretien de la base. Ces activités demandaient beaucoup de temps entre les vols et, dans l'ensemble, permettaient à la direction d'évaluer les habitudes de travail et le rendement des employés. Le pilote était considéré comme une personne consciencieuse ayant une excellente éthique du travail.

### *Vols précédents*

KMH permettait aux nouveaux pilotes de voler ensemble à bord de vols d'excursion s'il y avait suffisamment de sièges et que les passagers de l'excursion étaient d'accord. Les pilotes comptant peu d'heures de vol volaient souvent ensemble, mais en général, les pilotes chevronnés ne se joignaient pas à eux. Ces vols étaient encouragés par l'entreprise afin d'accroître la connaissance des nouveaux pilotes de la région des excursions.

Des photos et vidéos des passagers et l'information relative aux vols antérieurs du pilote provenant du système de surveillance Sky Connect indiquent qu'avant le 27 mars 2012, le pilote suivait normalement une trajectoire à l'est de Loder Peak. Le 27 mars 2012, une équipe de tournage d'émissions de télévision avait loué un hélicoptère Bell 206B de KMH pour effectuer un vol de tournage sur les Rocheuses. Le pilote en cause dans l'accident accompagnait le vol à titre de passager et occupait le siège gauche du poste de pilotage. Une vidéo de ce vol indique que dans un segment du vol, l'hélicoptère a volé près des escarpements et des cols au nord-ouest de Loder Peak, et l'équipe de tournage s'est montrée très impressionnée pendant le vol.

Le pilote avait effectué 13 vols d'excursion *Rockies Heritage* avant l'accident. L'information de suivi indique qu'avant le vol de tournage, le pilote avait suivi une trajectoire à l'est de Loder Peak à 11 reprises. Au cours des 2 derniers vols et de celui ayant mené à l'accident, le pilote a suivi une trajectoire à l'ouest de Loder Peak. Aucune photo en vol n'avait été prise pendant le vol qui a mené à l'accident.

## *Port du casque*

La tête occupe le deuxième rang des parties du corps les plus fréquemment blessées lors d'accidents d'hélicoptère offrant des chances de survie<sup>6</sup>. Selon les résultats de recherches réalisées par les forces militaires des États-Unis, les occupants d'un hélicoptère qui ne portent pas de casque protecteur s'exposent à un risque jusqu'à 6 fois plus élevé de blessures mortelles à la tête<sup>7</sup>. Les effets des blessures non mortelles à la tête vont de la confusion et de l'incapacité de se concentrer momentanées à la perte de conscience complète<sup>8</sup>. Ces effets invalidants peuvent entraver la capacité d'un pilote à quitter rapidement son hélicoptère et à aider les passagers dans les situations exigeant l'évacuation de l'aéronef ou l'application de mesures d'urgence pour assurer la survie de ses occupants. Le BST a documenté de multiples événements lors desquels le port d'un casque protecteur aurait probablement évité aux pilotes de subir des blessures à la tête ou en aurait réduit la gravité<sup>9</sup>.

Au Canada, le *Règlement sur la santé et la sécurité au travail (aéronefs)* (DORS/2011-87) est pris en vertu du *Code canadien du Travail*. Ce règlement vise les employés travaillant à bord des aéronefs en service et les personnes à qui l'employeur en permet l'accès. Aux termes de l'article 6.4 du *Règlement sur la santé et la sécurité au travail (aéronefs)*, lorsqu'il y a un risque de blessures à la tête, un casque protecteur doit être porté. Même s'il n'y a pas d'exigence réglementaire à cet égard, les exploitants d'hélicoptères peuvent effectuer une évaluation des risques de blessures à la tête associés à leurs activités, et déterminer si un casque protecteur doit être porté.

Aucune disposition du RAC n'oblige les pilotes d'hélicoptère à porter un casque protecteur. Comme la plupart des pilotes qui travaillent pour KMH portaient un casque de façon volontaire, l'évaluation des risques de l'entreprise n'a pas entraîné l'adoption d'une politique de port obligatoire. Les pilotes fournissaient leur propre casque et le pilote en cause envisageait d'en acheter un au moment de l'accident.

Afin de souligner les avantages que procurent les casques protecteurs, le conseil d'administration de l'Association canadienne de l'hélicoptère (ACH) a adopté le 27 juin 2011 une résolution qui précise ce qui suit :

---

<sup>6</sup> D. Shanahan, M. Shanahan, « Injury in U.S. Army helicopter crashes, October 1979 – September 1985 », *Journal of Trauma*, vol. 29, n° 4 (1989), p. 415-423

<sup>7</sup> J.S. Crowley, « Should helicopter frequent flyers wear head protection? A study of helmet effectiveness », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, vol. 33, n° 7 (1991), p. 766-769

<sup>8</sup> *How Can the Brain be Injured?* Disponible à l'adresse suivante : <http://www.braininjury.com/injured.html> (Adresse confirmée comme étant valide à la date de publication du rapport.)

<sup>9</sup> Rapports d'enquête du BST : A98W0086, A95A0040, A94W0147, A94Q0101, A93Q0237, A91W0046, A87P0089, A87P0025, A87P0023, A86C0060, A85P0011, A05P0103, A95P0215, A99P0070 A09A0016 et A11W0070

L'ACH recommande fortement à ses membres exploitants de promouvoir l'utilisation de casques protecteurs auprès des membres d'équipage d'hélicoptères dans toutes les circonstances opérationnelles où ces casques sont permis. L'ACH souligne également, cependant, qu'il peut ne pas être possible de porter un casque en toute sécurité dans certaines configurations de type d'aéronef-pilote.

### *Radiobalise de repérage d'urgence*

L'hélicoptère était équipé d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT) Artex ME406HM, n° de pièce 453-6604, Rev. D. L'ELT était montée horizontalement sur le côté droit de l'espace aux pieds gauche du poste de pilotage, et elle est demeurée en place dans le support après l'impact. Lorsqu'elle est activée, cette ELT transmet sur 406 mégahertz (MHz) pour la détection par satellite et sur 121,5 MHz pour la détection et l'identification d'emplacement par radiogoniométrie.

L'ELT était équipée d'une antenne tige montée sur le toit au-dessus du poste de pilotage et d'un interrupteur télécommandé monté sur la console entre les 2 sièges du poste de pilotage. Lorsque l'ELT est activée, un vibreur émet une alarme sonore et une diode électroluminescente (DEL) sur l'interrupteur télécommandé clignote. On n'a pas observé ces indicateurs dans l'épave immédiatement après l'accident. De 3 à 5 minutes après l'accident, un passager a fait passer l'interrupteur télécommandé de la position ARM à la position ON; une DEL clignotante sur l'interrupteur télécommandé et une alarme sonore ont immédiatement été détectées.

Avant que des modules d'interrupteur à inertie (interrupteur  $g^{10}$ ) à axes multiples soient offerts, les fabricants d'ELT conseillaient d'installer les ELT avec l'axe sensible orienté à environ 45° vers le bas par rapport à la direction normale du vol vers l'avant dans les hélicoptères. L'expérience a montré que cet angle de montage avait tendance à précharger l'interrupteur à inertie et qu'il pouvait survenir des activations intempestives non urgentes à la suite de manœuvres hardies et de décollages et d'atterrissages brusques. L'ELT est équipée d'un module d'interrupteur à inertie à 5 axes en plus de l'interrupteur à inertie principal habituel, qui est orienté dans le sens du vol. La couverture à 6 axes de cette conception d'ELT répondait aux caractéristiques de vol des hélicoptères tout en permettant son installation normale et en réduisant considérablement les activations intempestives de l'ELT. Il fallait, pour activer l'interrupteur à inertie principal, une force de 2,3 g; et l'interrupteur  $g$  auxiliaire à 5 axes, une force de 12 g.

L'ELT a été envoyée au Laboratoire du BST pour la vérification du fonctionnement des 2 interrupteurs à inertie. Les essais effectués par le Laboratoire du BST sur l'ELT indiquent que l'unité ne fonctionnait pas correctement en mode ON ni en mode ARM lorsqu'il l'a reçue. Même si l'ELT fonctionnait correctement lorsque le mode ON a été sélectionné quelques minutes après l'accident, il n'a pas été possible de déterminer pourquoi elle ne s'est pas activée au moment de l'écrasement même si le commutateur de mode était en position ARM.

### **COSPAS-SARSAT, GEOSAR et MEOSAR**

---

<sup>10</sup> Le symbole « g » désigne l'accélération due à la pesanteur.

COSPAS-SARSAT est un programme international qui fournit des données d'alerte et de positionnement en cas de détresse pour aider les responsables de recherches et sauvetage à porter assistance aux personnes en détresse. COSPAS est l'acronyme russe de « système spatial pour les recherches des navires en détresse », tandis que SARSAT est l'acronyme anglais de « système de recherche et sauvetage assisté par satellite ».

Le système est constitué des éléments suivants :

- des radiobalises de repérage d'urgence qui transmettent des signaux au cours de situations de détresse;
- des instruments à bord de satellites en orbite géostationnaire et en orbite basse qui détectent les signaux transmis par des radiobalises de repérage d'urgence;
- des stations de réception au sol, appelées terminaux d'utilisateurs locaux (LUT), qui reçoivent et traitent le signal de liaison descendante par satellite pour générer des alertes de détresse;
- des centres de contrôle de mission (CCM) qui reçoivent les alertes produites par les LUT et les acheminent aux centres de coordination de sauvetage (RCC), aux points de contact recherches et sauvetage (SPOC) ou à d'autres CCM. <sup>11</sup>

COSPAS-SARSAT détecte les ELT et autres balises qui transmettent sur 406 MHz. Le système COSPAS-SARSAT comprend 2 types de satellites : une constellation de 6 satellites en orbite basse (LEO) formant le système LEOSAR et une constellation de 5 satellites en orbite géostationnaire (GEO) formant le système GEOSAR. Les satellites LEOSAR suivent une orbite polaire à une altitude d'environ 1000 km et les satellites GEOSAR sont placés sur une orbite géostationnaire au-dessus de l'équateur, à une altitude d'environ 36 000 km. Les systèmes GEOSAR et LEOSAR sont « complémentaires. Par exemple, le système GEOSAR peut fournir une alerte presque immédiate dans l'empreinte du satellite GEOSAR<sup>12</sup>», alors que le système LEOSAR fournit une couverture des régions polaires. De même, le système LEOSAR « peut calculer l'emplacement de la détresse au moyen des techniques Doppler et est moins susceptible d'être gêné par des obstructions qui pourraient bloquer le signal d'une balise dans une direction donnée étant donné que le satellite se déplace constamment par rapport à la balise<sup>13</sup> ». Le système COSPAS-SARSAT a détecté l'ELT pour la première fois vers 11 h 23.

À l'heure actuelle, une troisième constellation de satellites, le système de satellites de recherches et sauvetage en orbite moyenne (MEOSAR), est à l'étape de prototype. Le système MEOSAR est conçu pour surmonter les limites combinées des satellites LEO et GEO. Ces limites, qui peuvent toutes retarder les alertes, comprennent une couverture périodique ou interrompue de la terre par le système LEO, une couverture limitée des régions polaires par le système GEOSAR, et le manque de capacité de localisation du système GEOSAR à moins que la balise émettrice ait le

---

<sup>11</sup> Aperçu général du Système Cospas-Sarsat, *Cospas-Sarsat: Système international de satellites pour les recherches et le sauvetage*, Programme International Cospas-Sarsat (Montreal: 2010), à l'adresse suivante : <http://www.cospas-sarsat.org/fr/systeme/aperçu-general-du-systeme> (Adresse confirmée comme étant valide à la date de publication du rapport.)

<sup>12</sup> Description détaillée du Système Cospas-Sarsat, *Cospas-Sarsat: Système international de satellites pour les recherches et le sauvetage*, Programme International Cospas-Sarsat (Montreal: 2010), à l'adresse suivante : <http://www.cospas-sarsat.org/fr/systeme/description-detaillée-systeme> (Adresse confirmée comme étant valide à la date de publication du rapport.)

<sup>13</sup> *Ibid.*

GPS intégré. Les 2 systèmes sont susceptibles de brouillage de réception en raison de l'effet de masque du terrain. Au moment de l'accident, le système MEOSAR était constitué de 3 constellations de satellites, pour un ensemble de 11 satellites en orbite. Chaque constellation comptera en définitive 24 satellites. À l'heure actuelle, le Centre canadien de contrôle des missions (CCCM) ne reçoit pas les données MEOSAR directement. Le système MEOSAR SRSAT de prochaine génération en développement a détecté l'ELT à 10 h 14, à partir de données provenant d'une station de surveillance à Hawaï. Ce système ne sera pas fonctionnel avant 2015 au plus tôt.

## *Aéronef*

L'hélicoptère ne présentait aucune déficience connue avant le vol. Les dossiers indiquent que l'hélicoptère était certifié et équipé conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

L'hélicoptère a été lourdement endommagé par l'impact. Environ 95 % de l'hélicoptère, y compris tous les composants essentiels, ont été récupérés sur les lieux de l'accident. L'examen de l'épave n'a révélé aucune anomalie mécanique qui aurait pu contribuer à l'accident. Toutes les commandes de vol étaient fonctionnelles avant l'accident et tous les dommages ont été attribués à l'impact. Les circuits du rotor principal et du rotor de queue ont subi des dommages très importants lors de l'impact avec le sol, ce qui indique que les 2 systèmes fonctionnaient à haute puissance au moment de l'impact.

L'indicateur de couple du moteur, l'altimètre et le panneau annonceur ont été retrouvés parmi les débris et envoyés au Laboratoire du BST pour une analyse détaillée. Il n'a pas été possible de déterminer ce que l'indicateur de couple indiquait au moment de l'impact. L'état des filaments des voyants annonceurs indiquait que tous les voyants étaient éteints au moment de l'impact.

L'altimètre fonctionnait correctement lorsque le Laboratoire du BST l'a reçu, mais il était mal étalonné. En moyenne, l'altitude indiquée était inférieure de 700 pieds (avec un écart-type de 34 pieds) à ce qu'elle aurait dû être, dans une gamme d'altitudes de 0 à 20 000 pieds. L'erreur d'étalonnage était uniforme sur l'ensemble de la gamme de l'instrument. Un examen microscopique du cadran et du mécanisme interne de l'altimètre n'a révélé aucune marque qui aurait pu servir à déterminer ce que l'instrument indiquait au moment de l'impact. En outre, il n'a pas été possible de déterminer si l'altimètre était mal étalonné avant l'accident ou à la suite de celui-ci.

Le dernier étalonnage de l'altimètre remontait au 3 décembre 2009, et l'altimètre avait été installé dans l'hélicoptère le 2 mars 2010. L'intervalle d'étalonnage des altimètres dans ce type d'aéronef ne doit pas dépasser 24 mois, peu importe la date de leur installation dans l'aéronef. Les tolérances du calendrier de maintenance des petits aéronefs de KMH étaient de 10 % de l'intervalle indiqué, jusqu'à un maximum de 200 heures, 3 mois ou 50 cycles. Une inscription au carnet de route datée du 7 mars 2012 indique que le délai d'étalonnage de l'altimètre avait été repoussé au 7 avril 2012.

L'altimètre était réglé à 29,20 po Hg lorsqu'on a récupéré l'épave. Le calage altimétrique pour CYBW, situé à 24 nm à l'est de CNK7, était de 29,23 po Hg au moment de l'accident. Normalement, les pilotes d'hélicoptère de KMH règlent l'altimètre en fonction de l'altitude du

terrain avant de décoller de CNK7. Si le pilote avait réglé l'altimètre en fonction de l'altitude du terrain de 4260 pieds avant de décoller et que le calage altimétrique était de 29,20 po Hg, l'altimètre était vraisemblablement étalonné correctement au moment du vol. Si l'altimètre indiquait 700 pieds plus bas à un calage altimétrique donné, l'altitude de l'hélicoptère aurait été plus élevée de 700 pieds que ce qui était indiqué pendant le vol.

## *Performance*

Presque à la limite de sa masse brute maximale, à l'altitude-densité de 7600 pieds du lieu de l'accident, les graphiques de Bell Helicopter pour le Bell 206B indiquent une performance ascensionnelle de 1280 pieds par minute à 47 nœuds. À la température ambiante, il n'était pas possible de faire du vol stationnaire hors de l'effet de sol à une altitude-pression supérieure à 5600 pieds. Ces performances nominales seraient réduites davantage par des turbulences et des trous d'air. La vitesse de croisière normale est d'environ 105 nœuds.

## *Mouvement de lacet imprévu ou perte d'efficacité du rotor de queue*

La circulaire d'information AC 90-95, *Unanticipated Right Yaw in Helicopters* [mouvement imprévu en lacet des hélicoptères], de la Federal Aviation Administration (FAA), définit la perte d'efficacité du rotor de queue comme une caractéristique aérodynamique de vol à basse vitesse critique qui n'est pas attribuable à une défaillance mécanique. Elle peut entraîner une vitesse de lacet élevée non sollicitée qui ne s'arrête pas d'elle-même et qui, s'il n'est pas corrigée, peut entraîner la perte de maîtrise de l'hélicoptère.

Il peut se produire une perte d'efficacité du rotor de queue avec tous les hélicoptères à rotor principal unique volant à des vitesses anémométriques inférieures à 30 nœuds. Dans le cas des hélicoptères à rotor unique fabriqués aux États-Unis comme le Bell 206, le rotor principal tourne dans le sens antihoraire, vu de dessus, et le couple produit par le rotor principal fait tourner le fuselage de l'aéronef dans le sens opposé. Les hélicoptères comme le Bell 206 ont un rotor de queue qui fournit une poussée compensant le couple du rotor principal. Toute manœuvre qui oblige le pilote à voler avec beaucoup de puissance, à basse vitesse et par vent arrière ou dans un vent de travers soufflant de la gauche crée un environnement propice à une perte d'efficacité du rotor de queue.

Quatre régions azimutales du vent relatif peuvent créer un environnement propice à une perte d'efficacité du rotor de queue :

1. interférence tourbillonnaire du disque du rotor principal (vents du 285° au 315° par rapport à l'hélicoptère);
2. stabilité en direction (vents du 120° au 240°);
3. état d'anneau tourbillonnaire du rotor de queue (vents du 210° au 330°);
4. perte de sustentation de translation (vents de tous les azimuts).

Des conditions de masse brute élevée et de haute altitude-densité peuvent avoir une incidence considérable sur la gravité de la perte d'efficacité du rotor de queue. Lorsqu'ils volent à des

vitesse anémométriques inférieures à la vitesse de sustentation de translation<sup>14</sup> dans des endroits comme le long de lignes de crête ou à proximité de bâtiments, les pilotes sont avisés d'éviter les vents arrière et d'être attentifs aux modifications dans la trajectoire de vol de l'aéronef et aux variations de conditions du vent<sup>15</sup>. S'il survient un brusque mouvement de lacet à droite imprévu, il faut immédiatement prendre les mesures de redressement suivantes : appuyer à fond sur la pédale gauche du palonnier, déplacer le manche de pas cyclique vers l'avant pour augmenter la vitesse et, si l'altitude le permet, réduire la puissance. Une fois le redressement accompli, les commandes sont réglées pour un vol de translation normal.

### *Qualifications des membres d'équipage de conduite*

Aux termes du sous-alinéa 703.88(1)c(ii) du RAC, les commandants de bord d'hélicoptères monomoteurs en exploitation commerciale selon les règles de vol à vue doivent avoir suivi avec succès un contrôle de la compétence du pilote (CCP) annuel sur un des types d'hélicoptères utilisés par l'exploitant aérien. Les CCP doivent être administrés par un inspecteur de TC ou un pilote vérificateur agréé.

En 2004, une équipe d'évaluation des risques de TC, en prévision de la mise en œuvre de programmes de système de gestion de la sécurité (SGS) chez les exploitants visés par la sous-partie 703 du RAC, recommandait que l'exigence d'un CCP soit levée et remplacée par des vérifications de la compétence du pilote (VCP). Les VCP peuvent être administrées par un pilote en chef ou une personne désignée; cependant, le pilote en chef demeure responsable de s'assurer que le pilote opérationnel faisant l'objet de la vérification satisfait à toutes les exigences en matière de formation, de compétence et de mise à jour des connaissances. La Lettre de politique 178 de TC, datée du 9 janvier 2006, accordait cette exemption, et KMH était exploitée en vertu de cette exemption. Même si la politique d'exemption a été établie en conformité avec les principes de SGS, à ce jour, les exploitants visés par la sous-partie 703 du RAC ne sont pas tenus d'avoir un SGS.

### *Système de gestion de la sécurité*

KMH avait mis en place un système de gestion de la sécurité (SGS) interne volontaire exhaustif conçu pour déterminer les dangers et éliminer ou réduire au minimum les risques d'accident au sein de l'entreprise, par le signalement des incidents et des dangers et le suivi de gestion des risques. Il n'est pas obligatoire que le SGS soit approuvé par TC. Les exploitants visés par la sous-partie 703 du RAC n'étaient pas tenus d'avoir un SGS et il n'existait aucun règlement relatif au SGS dans les organisations visées par la sous-partie 703 du RAC. Un examen des rapports présentés au cours de l'année précédant l'accident n'a révélé aucune préoccupation liée à la conduite du pilote ou au contrôle opérationnel des vols d'excursion.

---

<sup>14</sup> La portance nette de translation est la portance additionnelle créée par un rotor lorsqu'il est soumis à un débit d'air horizontal de l'ordre de 16 à 24 nœuds.

<sup>15</sup> Federal Aviation Administration (FAA), *Helicopter Flying Handbook* (anciennement *Rotorcraft Flying Handbook*), FAA-H-8083-21A, à l'adresse suivante : <http://www.faa.gov/library/manuals/aircraft/media/faa-h-8083-21A.pdf> (Adresse confirmée comme étant valide à la date de publication du rapport.)

## *Inspections effectuées récemment par Transports Canada*

L'Instruction visant le personnel (IP) SUR-001 de l'Aviation civile de TC (Procédures de surveillance) définit une inspection de validation de programme (IVP) de TC comme un processus incluant l'évaluation de la documentation d'une ou de plusieurs composantes d'un SGS ou d'autres domaines réglementés d'un titulaire de certificat. Les IVP se déroulent sur une base régulière et leur fréquence est ajustée, si nécessaire, en fonction des indicateurs de risques. Même si les IVP visent à examiner l'ensemble d'une entreprise, elles peuvent comprendre l'examen d'un élément précis en fonction de normes établies ou le contrôle des connaissances d'une personne à l'égard de ces normes.

Le 26 janvier 2011, on a évalué 13 indicateurs de risque de KMH couvrant la période entre le 1 avril 2011 et le 31 mars 2012. Ce type d'évaluation sert de guide à TC pour mettre en priorité les entreprises qui ont besoin d'activités de surveillance supplémentaires. La note obtenue à l'évaluation était de 9,5. Toute note supérieure à 10 points indique que l'entreprise devrait faire l'objet d'une attention immédiate. Cette évaluation des risques a entraîné la tenue d'une IVP du 21 au 24 novembre 2011.

L'IVP a mené à 4 constatations : 2 liées aux lacunes dans le contrôle opérationnel et 2 liées à l'entretien. Les constatations liées au contrôle opérationnel étaient de nature administrative et portaient principalement sur les lacunes dans les dossiers de temps de service de vol et de formation en vol. L'entreprise a soumis un plan de mesures correctives, qui a été accepté par TC. Il n'y avait aucun problème en suspens au moment de l'accident.

Après l'accident, en mai 2012, TC a effectué une inspection de processus (IP). Une IP est une inspection simplifiée pouvant être déclenchée à court préavis par un certain nombre de circonstances, notamment un accident, et qui met l'accent sur des questions que l'on croit liées spécifiquement aux événements déclencheurs. L'IP a mené à 6 constatations liées au contrôle opérationnel, la responsabilité de 2 de ces constatations incombant au gestionnaire des opérations et au pilote en chef. Les 4 autres constatations portaient sur les lacunes en matière de formation. En avril, en mai et en octobre 2011, on avait eu recours à des pilotes non qualifiés pour la formation périodique en vol des pilotes de l'entreprise, y compris le gestionnaire des opérations et le pilote en chef. En conséquence, au moment de l'accident, le pilote en chef n'était pas considéré comme étant qualifié pour effectuer des CCP, et TC considérait comme invalide le contrôle des pilotes employés qu'il avait effectué, y compris celui du pilote en cause. TC a ensuite décidé de retirer temporairement l'exemption dont bénéficiait KMH en vertu de la Lettre de politique 178 de TC, et de soumettre tous les pilotes de KMH à un CCP. Plusieurs des lacunes en matière de contrôle opérationnel qui ont été relevées dans le cadre de l'IP suivant l'accident étaient présentes au moment de l'IVP de novembre 2011; cependant, l'IVP n'avait permis d'en relever aucune. Elles étaient aussi présentes au moment de l'accident.

## *Système d'enregistrement des données de vol léger*

L'hélicoptère n'était pas équipé d'un enregistreur de bord de quelque type que ce soit, et la réglementation n'exigeait pas l'installation d'enregistreurs de données de vol et de conversations dans les aéronefs de cette taille exploités commercialement. Il est maintenant possible d'installer dans les petits aéronefs des systèmes d'enregistrement des données de vol légers dotés d'une capacité d'imagerie du poste de pilotage; ces systèmes légers sont peu coûteux et leur installation ne demande pas de modification importante de l'aéronef.

Dans le cas de l'accident en cause, un système d'enregistrement des données de vol léger fonctionnel doté d'une capacité d'imagerie du poste de pilotage aurait pu fournir les renseignements suivants, autrement impossibles à obtenir :

- la vue avant du relief par la fenêtre du poste de pilotage, laquelle aurait permis d'établir la proximité du relief;
- les indications des instruments de vol, des instruments moteur et d'avertissement;
- les mesures prises par le pilote, les commandes et les réactions de l'hélicoptère;
- des données détaillées sur l'altitude, la vitesse et le suivi GPS;
- des données sur l'assiette de vol de l'hélicoptère;
- les données sur l'accélération;
- les données sur le son ambiant;
- d'autres renseignements, selon la technologie de collecte de données proposée par les différents fabricants de systèmes d'enregistrement des données de vol léger.

Ces renseignements auraient permis aux enquêteurs de reconstituer les circonstances du vol avec assez de certitude pour valider les facteurs qui ont mené à l'accident, ce qui aurait permis de mieux déterminer les lacunes en matière de sécurité liées à l'événement. À tout le moins, des données d'un enregistreur de bord léger auraient joué un rôle essentiel pour confirmer la raison de la perte de maîtrise.

De même, compte tenu des données statistiques combinées élevées sur les accidents survenus dans le cadre d'exploitations visées par les sous-parties 702, 703 et 704 du RAC, il existe des arguments convaincants pour que l'industrie et l'organisme de réglementation déterminent les dangers et gèrent les risques inhérents à ces exploitations de façon proactive. Afin d'assurer une gestion efficace du risque, il faut savoir pourquoi les incidents se produisent et quelles pourraient être les lacunes de sécurité qui y ont contribué. En outre, une surveillance systématique des activités normales peut aider ces exploitants à améliorer leur efficacité opérationnelle et à déceler les lacunes de sécurité avant qu'elles ne causent un accident. Voilà pourquoi le BST, à la suite d'une enquête sur la désintégration en vol d'un de Havilland DHC-3 Single Otter à turbine<sup>16</sup>, a émis la recommandation A13 01, dans laquelle il recommande que :

Le ministère des Transports, en collaboration avec l'industrie, élimine les obstacles et élabore des pratiques recommandées en ce qui a trait à la mise en œuvre du suivi des données de vol et à l'installation de systèmes d'enregistrement des données de vol légers à l'intention des exploitants commerciaux qui ne sont pas actuellement tenus de munir leurs aéronefs de ces systèmes.

Les circonstances de cet accident montrent clairement la nécessité de donner suite à cette recommandation.

---

<sup>16</sup> Rapport d'enquête aéronautique du BST n° A11W0048

Le rapport du Laboratoire du BST suivant a été rédigé :

LP065/2012 – *Instruments Analysis* (Analyse des instruments)

## *Analyse*

L'enquête n'a révélé aucune indication qu'une défaillance de la cellule ou un mauvais fonctionnement d'un système se seraient produits, que ce soit avant le vol ou pendant celui-ci. L'hélicoptère était exploité en deçà de ses limites de masse et de centrage au moment de l'accident. En outre, les conditions météorologiques permettaient le vol en navigation selon les règles de vol à vue (VFR). En conséquence, l'analyse met l'accent sur plusieurs autres facteurs, notamment l'expérience et la formation du pilote, ses compétences aéronautiques, le contrôle opérationnel au sein de l'entreprise et les facteurs environnementaux qui ont vraisemblablement contribué à l'événement.

À part les 2,6 heures de vol acquises en février 2012 en vue d'une annotation sur un hélicoptère Robinson R44, il n'y avait aucun dossier indiquant que le pilote avait volé depuis environ 21 mois lorsqu'il a été embauché par Kananaskis Mountain Helicopters (KMH). Au moment de son embauche, le pilote avait eu peu de formation sur le vol en montagne ou d'expérience de vol en montagne, ou n'en avait aucune.

Comme le pilote avait lui-même déclaré posséder une expérience totalisant quelque 500 heures de vol en hélicoptère en Colombie-Britannique et n'avoir eu aucun accident, l'entreprise considérait que ses connaissances, sa compétence et son expérience étaient suffisantes pour effectuer des vols d'excursion en montagne en toute sécurité avec un minimum de formation périodique en vol et de vérification. Comme on ne savait pas que le pilote avait déjà eu un accident, qu'il n'avait pas reçu de formation antérieure sur le vol en montagne et que son expérience en vol en montagne était minimale, le pilote n'a reçu que très peu d'instruction de KMH sur les techniques de vol en région montagneuse et n'a été soumis qu'à une évaluation minimale de ses capacités dans cet environnement. La réticence du pilote à voler à proximité des affleurements rocheux pendant la formation en vol de KMH a renforcé la confiance de l'entreprise dans la capacité du pilote à effectuer des vols d'excursion en toute sécurité dans la région montagneuse locale.

Avant de prendre place à bord du vol de tournage, le pilote volait exclusivement du côté est de Loder Peak, au-dessus d'un relief relativement peu accidenté. Le changement de trajectoire des vols subséquents pour le côté ouest et le pilotage à grande proximité du relief abrupt accidenté ont vraisemblablement été influencés par l'expérience positive à bord du vol de tournage et motivés par un désir de fournir aux passagers de l'excursion une expérience plus excitante. L'entreprise n'était pas au courant du changement de trajectoire du pilote. Même si cette information était accessible par l'intermédiaire du système Sky Connect, l'entreprise n'avait aucun programme en place pour surveiller le profil de vol des pilotes sans expérience. Les procédures de suivi des vols de KMH n'ont pas permis de reconnaître que l'hélicoptère avait cessé de transmettre sa position au système de repérage par satellite et que le pilote n'avait pas signalé son atterrissage à Brokenleg Lake. Cela a retardé le déclenchement d'opérations de recherches et sauvetage.

En volant en bas du versant ouest de la crête montagneuse et en montant en direction d'un col menant au versant est de la crête, l'hélicoptère est entré dans un cirque peu profond, mais très abrupt. La ligne directrice de KMH selon laquelle il faut franchir les crêtes à 500 pieds au-dessus de tout col n'a pas été respectée, ce qui a augmenté le risque de collision avec le relief. En essayant de prendre de l'altitude pour franchir le relief, et en présence d'une illusion due à l'absence d'horizon vrai à grande proximité des parois rocheuses accidentées, le pilote peut

avoir eu de la difficulté à maintenir une assiette constante en tangage. En faisant face à la montagne, il a peut-être eu tendance à lever le nez, ce qui aurait entraîné une perte substantielle de vitesse anémométrique et de performance ascensionnelle. Cette illusion peut avoir été aggravée par un vent arrière, ce qui aurait entraîné beaucoup de mouvement au sol à basse vitesse anémométrique, et l'illusion visuelle d'une vitesse anémométrique plus élevée qu'elle l'était en réalité. La turbulence rencontrée indique que l'hélicoptère est peut-être entré dans une zone d'air descendant, ou elle peut être le résultat d'une perte de sustentation de translation; dans l'un ou l'autre cas, la puissance requise aurait été accrue.

Le pilote s'est vraisemblablement rendu compte de la perte de performance ascensionnelle et a tenté un virage vers la gauche, en direction opposée de la montagne et dans la zone de débarquement; cependant, la décision d'effectuer ce virage a probablement été prise trop tard pour empêcher une baisse de la vitesse anémométrique sous la vitesse de sustentation de translation. Le rotor principal et le rotor de queue ont subi des dommages importants qui indiquent qu'il y a eu application d'une puissance élevée lorsque les pales du rotor de queue ont heurté la paroi rocheuse. Les rotations multiples et rapides sur la droite indiquent une perte d'efficacité du rotor de queue, que 2 scénarios pourraient expliquer :

1. Pendant un virage à gauche non coordonné à basse vitesse anémométrique à grande proximité de la paroi rocheuse, le rotor de queue a heurté le sol, ce qui a détruit le rotor et son système d'entraînement.
2. L'altitude-densité élevée (7600 pieds) aurait nécessité encore davantage d'anticouple du rotor de queue. Il s'est produit un mouvement de lacet à droite imprévu lorsque la vitesse anémométrique est descendue sous la vitesse de sustentation de translation et que le pilote a amorcé un virage vers la gauche. Un virage avec une pression exercée sur la pédale gauche aurait placé le vent relatif sur le côté gauche de l'aéronef, où la combinaison de l'état d'anneau tourbillonnaire du rotor de queue (vent relatif du 210° à 330°) et de l'interférence tourbillonnaire du rotor principal (vent relatif du 285° à 315°) aurait réduit l'efficacité du rotor de queue.

Ces 2 scénarios auraient entraîné une rotation involontaire vers la droite et, à moins d'une réduction substantielle de la puissance par le pilote, la rotation rapide aurait continué. À proximité du relief, une réduction importante de puissance aurait nécessairement entraîné une collision de l'hélicoptère avec le flanc de montagne abrupt à un taux de descente élevé. La rotation rapide vers la droite aurait été accompagnée d'une descente non maîtrisée. L'hélicoptère était incapable de faire du vol stationnaire hors effet de sol, et la rotation aurait aggravé ce phénomène.

Même si on considère que le second scénario est la raison la plus probable de la perte d'efficacité du rotor de queue, il n'a pas été possible de déterminer, de manière concluante, où et quand le rotor de queue a touché le sol la première fois, en raison des dommages considérables qu'il a subis et parce que les enquêteurs n'ont pas pu se rendre à l'emplacement de l'épave. Les marques au sol associées à l'accident n'ayant pas été examinées, on ne peut ni soutenir ni exclure entièrement la possibilité qu'un impact du rotor de queue soit l'événement déclencheur. Si l'hélicoptère avait été équipé d'un système d'enregistrement des données de vol léger doté d'une capacité d'imagerie du poste de pilotage résistant aux écrasements, les données enregistrées auraient permis de mieux reconstituer le vol pour mieux comprendre les circonstances qui ont mené à l'accident et confirmer la raison de la perte de maîtrise.

Le peu de vol en montagne effectué par le pilote dans le cadre de sa formation et de la vérification de sa compétence (VCP) ne l'aurait pas préparé de façon adéquate pour les situations difficiles que présente cet environnement. En outre, l'encadrement obtenu dans le cadre de l'accompagnement d'autres pilotes comptant peu d'heures de vol et ayant peu d'expérience aurait pu induire de mauvaises perceptions à l'égard des procédures et techniques appropriées de vol en montagne. Ces perceptions pourraient avoir influé sur la décision du pilote de mettre l'aéronef dans une situation dont il ne reconnaissait pas le danger. Le redressement de la situation a été retardé jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'options sécuritaires.

L'inspection de processus (IP) de l'entreprise par Transports Canada (TC) après l'accident, en mai 2012, a révélé des lacunes dans la formation des pilotes qui existaient au moment de la dernière inspection de validation de programme (IVP), et qui étaient actives le jour de l'accident. Il s'en est suivi que les inspecteurs de TC ont révoqué l'autorisation d'effectuer le contrôle de la compétence du pilote (CCP) et soumis tous les pilotes de l'entreprise à un CCP. Si TC n'exerce pas une surveillance adéquate, la probabilité que des lacunes de sécurité de l'exploitant passent inaperçues augmente.

L'altimètre de l'hélicoptère n'avait pas fait l'objet d'un étalonnage dans la période fixe requise avant le vol. Même si l'altimètre fonctionnait correctement après l'accident, il était mal étalonné d'environ 700 pieds sous l'altitude réelle sur l'ensemble de la plage de l'indicateur. Même s'il n'a pas été possible de déterminer avec certitude si l'erreur d'étalonnage était antérieure au vol ou si elle a été causée par l'accident, elle a probablement été causée par l'accident. Cette conclusion est fondée sur le fait que le calage altimétrique affiché était semblable au calage altimétrique en vigueur à CYBW et sur la présomption que le pilote aurait réglé l'altimètre à l'altitude de l'aérodrome avant de décoller. Le cas échéant, l'altimètre aurait affiché l'altitude réelle pendant le vol. Si l'altimètre avait indiqué 700 pieds en dessous de l'altitude réelle pendant le vol, l'hélicoptère aurait alors volé à une altitude supérieure de 700 pieds à celle indiquée, ce qui aurait fourni une marge de sécurité accrue. Quoiqu'il en soit, l'étalonnage périmé de l'altimètre n'est pas considéré comme ayant contribué à cet accident.

L'enquête n'a pas permis de déterminer pourquoi la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) ne s'est pas activée au moment de l'impact. L'intervention des passagers survivants pour activer l'ELT en faisant passer l'interrupteur télécommandé à la position ON a contribué à réduire le temps nécessaire pour localiser l'épave et secourir les occupants. Une fois que l'ELT a été activée, la détection du signal par le système COSPAS-SARSAT a été retardée par les incidences du relief et la géométrie des satellites. Cependant, le système MEOSAR SARSAT de la prochaine génération a détecté l'ELT environ 1 heure 29 minutes avant le système COSPAS-SARSAT. Jusqu'à ce que le système MEOSAR SARSAT soit opérationnel, les délais de recherche et de sauvetage prolongés peuvent mettre les victimes d'accident d'aéronef à risque à cause du retard des secours.

Comme la réglementation n'oblige pas l'installation d'enregistreurs de données de vol et de conversations sur les aéronefs de cette taille exploités commercialement, l'hélicoptère n'était pas équipé d'un système d'enregistrement des données de vol léger. Les exploitants de petits aéronefs commerciaux qui n'utilisent pas les systèmes d'enregistrement des données de vol léger sont moins en mesure d'assurer une surveillance efficace des opérations aériennes à l'aide d'un programme interne de surveillance des données de vol, ce qui les empêche de déterminer et de corriger de façon proactive les lacunes en matière de sécurité pour réduire le risque d'accident. En outre, dans le cadre d'une enquête, l'absence de données de vol d'un système d'enregistrement des données de vol léger peut empêcher la détermination et la communication

d'importantes lacunes au chapitre de la sécurité, et ainsi empêcher l'amélioration de la sécurité des transports.

## *Faits établis*

### *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. Le pilote a effectué le vol d'excursion en suivant une trajectoire à grande proximité du relief montagneux, dans des conditions où les facteurs environnementaux réduisaient les marges de performance.
2. L'illusion visuelle associée à l'absence d'un horizon vrai, combinée à l'illusion d'une vitesse anémométrique plus élevée qu'elle l'est en réalité, peut avoir donné lieu aux commandes de vol du pilote qui ont réduit davantage la performance de l'hélicoptère.
3. Le pilote a essayé de franchir une crête montagneuse à une altitude qui ne fournissait pas une marge sécuritaire de franchissement du relief et n'a pas utilisé la zone de débarquement disponible à temps, ce qui a accru le risque de collision avec le relief.
4. Soit il y a eu un impact du rotor de queue de l'hélicoptère avec le relief, soit, plus probablement, l'hélicoptère s'est retrouvé en présence d'une condition de perte d'efficacité aérodynamique du rotor de queue, ce qui a entraîné une rotation involontaire, une perte de maîtrise et une collision avec le relief.
5. La formation et l'expérience du pilote en matière de vol en montagne étaient minimales. En conséquence, le pilote était vraisemblablement incapable de reconnaître les dangers associés au vol en région montagneuse.
6. Le pilote ne portait pas de casque, ce qui a contribué à la gravité de ses blessures.
7. Les procédures de suivi des vols de l'entreprise n'ont pas permis de reconnaître que l'aéronef avait cessé de transmettre sa position au système de repérage par satellite et que le pilote n'avait pas signalé son atterrissage à Brokenleg Lake. Cela a retardé le déclenchement d'opérations de recherches et sauvetage.

### *Faits établis quant aux risques*

1. Les exploitants de petits aéronefs commerciaux qui n'utilisent pas les systèmes d'enregistrement des données de vol léger sont moins en mesure d'assurer une surveillance efficace des opérations aériennes dans le cadre d'un programme interne de surveillance des données de vol, ce qui les empêche de déterminer et de corriger de façon proactive les lacunes en matière de sécurité, et ainsi de réduire le risque d'accident.
2. Si Transports Canada n'assure pas une surveillance adéquate, la probabilité que des lacunes de sécurité de l'exploitant passent inaperçues augmente.

3. La radiobalise de repérage d'urgence ne s'est pas activée au moment de l'impact, et les incidences du relief et la géométrie des satellites ont retardé la détection du signal. Jusqu'à ce qu'on améliore le temps de détection de la radiobalise de repérage d'urgence avec l'inauguration du système MEOSAR SRSAT en développement, les délais de recherche et de sauvetage prolongés pourraient mettre les victimes d'accident d'aéronef à risque à cause du retard des secours.

### *Autres faits établis*

1. L'altimètre de l'aéronef n'avait pas fait l'objet d'un étalonnage dans la période requise de 24 mois.

## *Mesures de sécurité*

### *Mesures de sécurité prises*

#### *Kananaskis Mountain Helicopters*

À la suite de cet accident, KMH a pris les mesures suivantes pour réduire ses risques opérationnels :

- Tous les pilotes de KMH sont maintenant obligés de porter un casque lorsqu'ils volent.
- On obtient maintenant la permission des pilotes de KMH, au moment de leur embauche, de vérifier leurs antécédents en matière d'accident.
- Le plan de formation des pilotes de KMH a été amélioré de façon à mettre l'accent sur certains aspects de la formation sur le vol en montagne.
- Les formulaires de formation préparatoire internes de KMH ont été améliorés.
- On a mis en place un programme d'assurance de la qualité pour confirmer que tous les pilotes de KMH ont terminé leur formation.

*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 29 mai 2013. Il est paru officiellement le 23 juillet 2013.*

*Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web ([www.bst-tsb.gc.ca](http://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.*