

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A06P0224



PERTE DE RÉFÉRENCE VISUELLE ET COLLISION AVEC LE RELIEF

**DE L'HÉLICOPTÈRE BELL 206B C-GWUF
EXPLOITÉ PAR VIH HELICOPTERS LTD.
AU PASSAGE KNIGHT (COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 25 OCTOBRE 2006**

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul but de promouvoir 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 référence visuelle et collision avec le relief

de l'hélicoptère Bell 206B C-GWUF
exploité par VIH Helicopters Ltd.
au passage Knight (Colombie-Britannique)
le 25 octobre 2006

Rapport numéro A06P0224

Sommaire

Vers 17 h, heure avancée du Pacifique, près de l'entrée du passage Knight (Colombie-Britannique), l'hélicoptère Bell 206B Jet Ranger exploité par VIH Helicopters Ltd. (portant l'immatriculation C-GWUF et le numéro de série 1182) à bord duquel ne se trouve que le pilote, se pose en équilibre sur le bout des patins, sur une aire d'atterrissage d'hélicoptère non préparée située à l'intérieur d'une gorge fluviale abrupte. Une fois que le pilote a stabilisé l'hélicoptère, dont le bout des patins fait contact avec la surface, l'un des deux passagers en attente prend place dans le siège avant gauche. Le pilote fait ensuite signe au deuxième passager de monter à bord de l'hélicoptère et de prendre place dans le siège arrière gauche.

Au moment du transfert de poids de ce passager entre le sol et le patin de l'hélicoptère, l'hélicoptère glisse vers l'arrière, sur la surface en pierres sèches, et le pilote relève le collectif et pousse sur le cyclique pour essayer de rester en stationnaire. Le pilote ne parvient pas à empêcher l'hélicoptère de virer rapidement à gauche et il perd ses références visuelles ainsi que la maîtrise de l'hélicoptère. Ce dernier prend son envol, heurte des arbres près de l'aire d'atterrissage, capote et s'immobilise sur le côté gauche, presque à l'envers. Les deux passagers subissent des blessures légères et le pilote, des blessures graves.

L'hélicoptère subit des dommages importants, mais aucun incendie ne se déclare après l'impact. L'accident a lieu par 51° 4' 24" de latitude nord et 125° 32' 37" de longitude ouest, à une altitude de quelque 1350 pieds.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Déroulement du vol

Plus tôt ce jour-là, après avoir fait faire un vol de reconnaissance de la région aux deux spécialistes en exploitation forestière à la recherche de points de récupération potentiels, le pilote de l'hélicoptère avait atterri pour les déposer à un endroit situé sur la côte de l'océan, au-dessous du lieu de l'accident. Les spécialistes, qui évaluaient la région afin de déterminer si l'exploitation forestière y était possible, avaient gravi la paroi abrupte de la gorge avant de s'arrêter là où ils avaient jugé qu'ils pourraient remonter à bord l'hélicoptère. Ils avaient ensuite appelé le pilote pour qu'il vienne les récupérer. L'hélicoptère était stationné au camp de base, à quelque deux milles marins (nm). Le pilote a décollé en direction du lieu où ils se trouvaient et ils les a cherchés tout en maintenant le contact radio avec eux. Une fois que le pilote a eu repéré les passagers ainsi que le lieu où ils devaient embarquer, il a jugé l'endroit convenable et s'est rendu jusqu'à la zone de pose que ceux-ci avaient préparée. Le pilote n'avait encore jamais atterri à cet endroit (voir l'annexe A).

La pente de l'endroit choisi nécessitait que le pilote se pose en équilibre sur le bout des patins en suivant la procédure de sortie en vol stationnaire. Il a fait descendre l'hélicoptère en stationnaire, placé le bout des deux patins sur la surface et stabilisé l'hélicoptère dans cette configuration. Lorsque le pilote lui a mentionné qu'il pouvait le faire en toute sécurité, le premier passager est monté sur le patin gauche, il a ouvert la porte avant gauche, il est entré dans le poste de pilotage et il s'est attaché en place gauche au moyen du système complet de retenue du siège. L'hélicoptère est demeuré dans une position stable, en équilibre sur le bout des patins.

Le pilote a ensuite fait signe au deuxième passager de monter à bord de l'hélicoptère. Ce deuxième passager est monté sur le patin gauche et il s'est mis à se déplacer vers l'arrière; cependant, lorsqu'il a transféré tout son poids sur ce patin, le bout des patins a glissé brusquement vers le bas de la pente. Le pilote a instinctivement relevé le collectif et poussé sur le cyclique ainsi que sur la pédale droite, afin de contrer ce mouvement brusque, mais il était alors incapable de voir à l'extérieur à travers des pare-brise, à cause de l'augmentation de la condensation sur les surfaces intérieures de ceux-ci ainsi que de la pluie et du brouillard à l'extérieur. Il a perdu toute référence visuelle avec le relief. L'hélicoptère a pris son envol alors que le deuxième passager était agrippé au patin gauche. Ce passager a presque immédiatement lâché prise et il est retombé au sol. Les pales du rotor de l'hélicoptère, lequel virait et s'inclinait à droite, ont heurté des arbres, et l'hélicoptère s'est écrasé sur le rocher situé à quelque 10 pieds en avant du point d'embarquement.

Une fois l'hélicoptère immobilisé, le moteur a continué de tourner. Même si, au début, il y a eu un peu de la fumée dans la cabine, aucun incendie ne s'est déclaré. Le passager assis en place gauche a fermé le robinet de carburant et la manette des gaz afin de couper le moteur. Les deux passagers ont ensuite retiré le pilote de l'épave, puis ils ont prodigué les premiers soins qui s'imposaient au pilote ainsi qu'à eux-mêmes et ils ont établi un campement pour attendre les secours. Les deux passagers étaient des secouristes dûment formés qui connaissaient les techniques de survie en forêt. En utilisant conjointement téléphones satellites et radios portatives, les passagers ont communiqué avec plusieurs organismes pour les aviser de leur

accident, et ils ont maintenu une bonne communication pendant toute la soirée. L'un d'eux a récupéré la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) de l'épave et il l'a déclenchée manuellement.

Recherche et sauvetage

Après l'accident, vers 17 h, heure avancée du Pacifique (HAP)¹, les passagers sont entrés en communication avec le camp de base et avec l'exploitant afin de les aviser de l'accident. On s'est empressé d'alerter les services de recherche et sauvetage du ministère de la Défense nationale du Canada et on a mis sur pied une opération de sauvetage dans les 30 minutes qui ont suivi l'accident. Dépêchés par le Centre conjoint de coordination des opérations de sauvetage de Victoria (Colombie-Britannique), des aéronefs de recherche et sauvetage (SAR) de la 19^e Escadre Comox se sont rendus au-dessus de la région à la recherche des survivants. Leurs efforts ont été compliqués par la tombée de la nuit et par des conditions météorologiques défavorables. Vers minuit, une éclaircie au milieu du brouillard a permis aux secouristes qui se trouvaient à bord d'un hélicoptère Cormorant de trouver le pilote et les passagers, et de les treuiller à bord. Ceux-ci ont ensuite été transportés à l'hôpital de Comox (Colombie-Britannique).

Aire d'atterrissage

Le lieu de l'atterrissage était constitué d'un rocher en terrasses, large de quelque 40 pieds, dans une gorge abrupte du versant ouest de la montagne, près d'une chute à fort débit. Il était entouré de grands arbres et de parois rocheuses presque verticales, et la surface d'atterrissage était principalement constituée de roc désagrégé et de débris forestiers constamment humides, en raison de la chute d'eau. La distance entre le point de posé et la paroi rocheuse de la chute d'eau était de quelque 50 pieds, et l'hélicoptère s'est retrouvé à quelque 20 pieds de la chute d'eau (voir la photo 1).

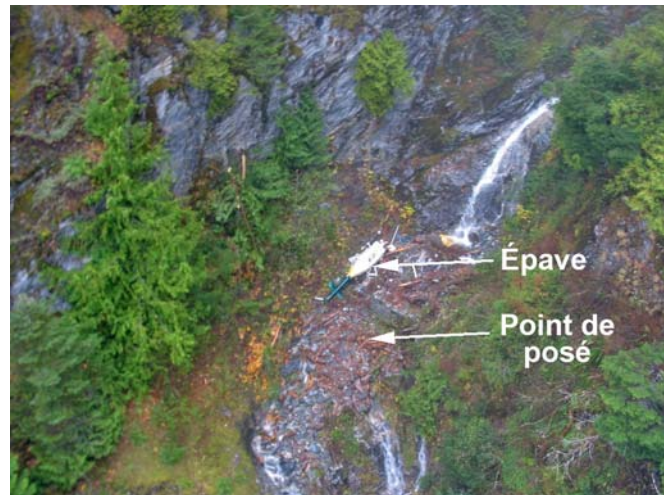


Photo 1. Vue de la zone de posé

Le lieu de l'atterrissage se trouve à 1350 pieds au-dessus du niveau de la mer. Officiellement, la température sur les lieux n'a pas été consignée, mais elle était de l'ordre de 5 °C. Étant donné ces valeurs, l'altitude-densité aurait été de 300 pieds.

¹ Les heures sont exprimées en HAP (temps universel coordonné moins sept heures).

Conditions météorologiques

On a signalé qu'au moment de l'accident, les conditions météorologiques n'étaient pas propices au maintien du vol à vue, car il pleuvait abondamment et un brouillard en couches s'était étendu sur toute la région du contrefort montagneux. Cependant, la trajectoire de vol spécifique choisie par le pilote était navigable avec référence visuelle au sol, et le lieu de l'atterrissage était visible. La force et la direction du vent variaient brusquement, et on a estimé que ce dernier soufflait à des vitesses pouvant atteindre 15 noeuds. Généralement, le vent dominant soufflant sur les lieux de l'accident était irrégulier à cette heure de la soirée, et il y avait possibilité de courant d'air descendant.

Le personnel qui se trouvait sur place a signalé que les conditions météorologiques qui ont prévalu le lendemain de l'accident ressemblaient relativement à celles qui prévalaient le jour de l'accident, et la photo 2 illustre les conditions météorologiques que le pilote en question dans cet accident a dû affronter.

Le pilote

Le pilote possédait les licences et les qualifications nécessaires au vol, conformément à la réglementation en vigueur. Il était titulaire d'une licence canadienne valide de pilote professionnel - hélicoptère, et il totalisait quelque 1450 heures de vol, dont 350 sur des hélicoptères Bell 206. Il travaillait depuis environ six mois pour VIH Helicopters Ltd. comme pilote de ligne et il satisfaisait à toutes les exigences de l'entreprise en matière de formation périodique au sol et en vol. Chez VIH Helicopters Ltd., il avait suivi une formation initiale et récente poussée sur les opérations en montagne, et il connaissait les conditions qui caractérisent les aires d'atterrissage non préparées en régions montagneuses.

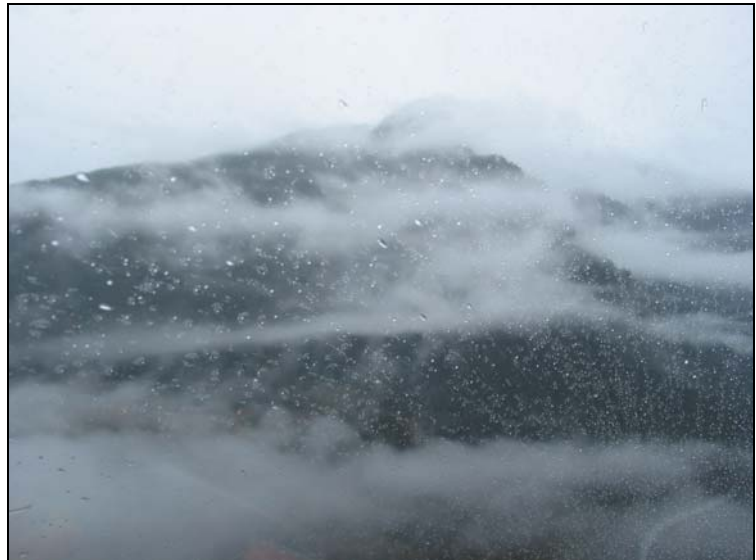


Photo 2. Vue à travers le pare-brise des conditions météorologiques qui devaient prévaloir

Le jour de l'accident, avant sa prise de service, le pilote était bien reposé. L'opération dans le passage Knight avait débuté le 23 octobre 2006, deux jours avant l'accident, et le pilote avait volé quelque quatre heures dans le cadre de ce projet. Il était reconnu par les clients et par ses pairs comme un pilote compétent et prudent.

Renseignements sur l'hélicoptère

L'hélicoptère en question dans cet accident est un Bell 206B-II Jet Ranger construit en 1973 par Bell Helicopter Company, au Texas (États-Unis) et portant le numéro de série 1182. En raison du relief inhospitalier, l'équipe d'enquêteurs n'a pas été en mesure d'accéder au lieu de l'accident et elle a d'abord examiné l'épave du mieux qu'elle pouvait du haut des airs. Plus tard, une

équipe professionnelle de sauvetage a retiré l'hélicoptère du rocher, lequel hélicoptère a par la suite été examiné par des enquêteurs dans une installation protégée, à Campbell River (Colombie-Britannique). Rien n'indique qu'il y ait eu avant l'accident une anomalie ou un mauvais fonctionnement des commandes de vol, de la chaîne dynamique ni d'aucun autre système qui auraient pu contribuer aux circonstances de l'accident. D'après les carnets et les dossiers de maintenance, l'hélicoptère était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation canadienne en vigueur et aux procédures approuvées.

Renseignements sur le moteur

Le moteur installé sur l'hélicoptère en question dans cet accident était le moteur à turbine à gaz de modèle 250-C20 de Rolls Royce (anciennement Allison) portant le numéro de série CAE-820707, dont la puissance nominale sur arbre est de 400 SHP. D'après les carnets de maintenance du moteur, ce dernier était entretenu conformément à la réglementation canadienne en vigueur et aux procédures approuvées. Tenant compte de la séquence des événements qui a été signalée, les enquêteurs ont écarté la thèse du mauvais fonctionnement mécanique du moteur ainsi que celle de la perte de performances.

Le développement du moteur de la série 250-C20 par le motoriste a donné naissance à un modèle plus puissant et plus fiable, à savoir le 250-C20B, lequel génère une puissance sur l'arbre de 420 SHP qui, dans son utilisation sur des hélicoptères, procure une puissance supérieure à la boîte de transmission du rotor principal. La firme Allison/Rolls Royce a mis en oeuvre un programme d'augmentation de la puissance du moteur qui convertit le 250-C20 en un modèle C20B dont les performances sont supérieures.

L'incorporation des éléments suivants constitue la partie la plus importante du processus de conversion (référence : Allison Commercial Engine Bulletin CEB-1053, en date du 17 novembre 1975, avec révisions) :

- modules du compresseur et de la turbine du C20B;
- boîtier modifié d'entraînement des accessoires moteur;
- circuit modifié de régulation carburant du moteur;
- nouvelles plaques signalétiques connexes du moteur;
- instrumentation moteur améliorée dans le poste de pilotage.

Les modules du compresseur et de la turbine du moteur C20 ne sont plus disponibles auprès du constructeur, et les modules du C20B sont utilisés comme modules de remplacement en état de navigabilité lors de la réparation et de la révision du moteur C20. D'après la firme Rolls Royce, le remplacement de tels modules est une pratique approuvée. L'incorporation pure et simple des modules C20B n'améliore pas le moteur C20 et, même si les composants du C20B augmentent le rendement et les performances du moteur, on doit continuer d'utiliser ce dernier en respectant les limites de spécification certifiées à l'origine. Ces limites étaient respectées dans le cas du 250-C20 de Rolls Royce monté dans C-GWUF, car seules les parties du compresseur et de la turbine étaient des composants du C20B.

Certificat de type du Bell 206B

L'hélicoptère Bell 206B-II avait à l'origine reçu son certificat de type aux États-Unis, alors qu'il n'était équipé que du moteur à turbine de modèle 250-C20 d'Allison (maintenant Rolls Royce). L'hélicoptère Bell 206B-III amélioré utilise le moteur 250-C20B de Rolls Royce offrant des performances supérieures. Pour des questions de conception, la puissance maximale sur l'arbre fournie par le moteur à la transmission du rotor principal de ces deux hélicoptères est limitée à 317 SHP et, par conséquent, il faut détarer les moteurs pour qu'ils respectent cette limite.

Au Canada, Bell Helicopter Textron Canada limitée de Mirabel (Québec) est actuellement titulaire du certificat de type pour toutes les versions de l'hélicoptère Bell 206. Comme le moteur de modèle 250-C20B ne figure pas sur le certificat de type approuvé du Bell 206B-II, on ne peut l'installer dans cet hélicoptère. Cependant, des moteurs de remplacement 250-C20 munis de modules du C20B sont installés dans ce modèle d'hélicoptère, et cette pratique est approuvée. Même si l'on continue d'utiliser ce moteur en respectant les limites du C20, l'augmentation de ses performances permet essentiellement d'obtenir des performances maximales du Bell 206B-II à des altitudes-densités élevées. Par conséquent, même si, d'après les spécifications, la différence de puissance sur l'arbre entre les deux modèles de moteur est théoriquement de 20 SHP, étant donné ce moteur C20 hybride, la différence de puissance disponible devrait en pratique être beaucoup plus faible.

Circuit de réchauffage de la cabine de C-GWUF

Le circuit de réchauffage de la cabine de l'hélicoptère en question dans cet accident avait été installé par la firme Air Comm Corporation de Boulder (Colorado), aux États-Unis, conformément au certificat de type supplémentaire (CTS) approuvé SH3887NM en date du 24 décembre 1987, avec révisions. Cette installation fait partie du Manuel de vol du giravion (RFM) du Bell 206 approuvé par Transports Canada à titre de supplément au manuel de vol (FMS) 206H-200, lequel s'applique uniquement aux hélicoptères des modèles Bell 206A et 206B.

Le réchauffeur est un système à prélèvement d'air qui utilise l'air de prélèvement du compresseur du moteur et le mélange à l'air de la cabine pour fournir de la chaleur aux occupants et alimenter les conduits de ventilation du pare-brise. Sur C-GWUF, on pouvait également utiliser le ventilateur de désembuage d'origine pour faire circuler l'air réchauffé dans les conduits du dégivreur.

Il n'existe aucune restriction opérationnelle lorsque le réchauffeur est installé dans un Bell 206 avec un moteur 250-C20B de Rolls Royce. Cependant, il existe des limites avec le moteur 250-C20, car le programme du CTS d'origine ne validait que le moteur C20B. D'après les procédures d'utilisation normales figurant dans le FMS d'Air Comm Corporation concernant le réchauffeur, on doit désactiver le réchauffeur et le dégivreur avant un décollage ainsi que pendant un vol en stationnaire, une descente et un atterrissage. Le FMS stipule également qu'il est interdit de se servir du réchauffeur ou du dégivreur pendant le décollage, le vol en stationnaire et l'atterrissage d'un appareil équipé d'un moteur C-20.

Par conséquent, dans le cas du moteur C20 seulement, il faut couper le réchauffeur et le dégivreur pendant un décollage, un vol en stationnaire et un atterrissage. Dans le cas du moteur C20B, la diminution des performances lorsque le réchauffeur est en marche est relativement faible et, par exemple, pendant des conditions de vol semblables à celles qui prévalaient le jour de l'accident, il n'y aurait aucun effet décelable sur la puissance du moteur ni sur les performances en vol stationnaire. On n'a pas quantifié directement l'effet produit sur le moteur C20, mais, puisque la puissance maximale de sortie sur l'arbre indiquée dans les spécifications n'est inférieure que de 20 SHP à celle du modèle C20B, il est probable que l'effet sur les performances soit, lui-aussi, faible.

Cependant, cette limite n'existe pas, et le pilote en question dans cet accident respectait les instructions d'exploitation figurant dans le RFM approuvé. Pendant la dernière étape de l'approche vers le lieu de l'atterrissage, le pilote a coupé le réchauffeur et le dégivreur, mais il a laissé fonctionner le ventilateur de désembuage.

Il n'existe aucune exigence canadienne obligeant qu'un hélicoptère soit équipé d'un réchauffeur. Même si le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) ne renferme aucune exigence obligeant qu'un aéronef soit équipé d'un réchauffeur, il stipule que l'on doit être en mesure d'en désembuer le pare-brise. En raison des conditions météorologiques qui prévalent dans l'environnement canadien, un réchauffeur est nécessaire au désembuage efficace du pare-brise.

Masse et centrage de l'hélicoptère

Dans le cadre du vol en question dans cet accident, peu avant le décollage, le pilote avait avitaillé le réservoir carburant au moyen de Jet A-1 jusqu'à ce que l'indicateur de quantité carburant indique quelque 50 gallons américains. Cette quantité équivaut à environ 340 livres de carburant, quantité plus que suffisante compte tenu de la mission envisagée. L'hélicoptère a volé pendant une dizaine de minutes avant que ne survienne l'accident.

Des enquêteurs du BST ont calculé qu'au moment de l'accident, la masse brute de l'hélicoptère ne dépassait pas les 2550 livres (un passager à bord); si l'hélicoptère avait décollé avec à son bord le deuxième passager, sa masse aurait été de l'ordre de 2700 livres. D'après le RFM de l'hélicoptère Bell 206B, la masse brute maximale au décollage est de 3350 livres (charge interne)². Leurs calculs indiquaient également que les centrages longitudinal et latéral étaient dans les limites certifiées³. Cependant, lorsque le deuxième passager a transféré son poids sur le patin gauche, le centrage latéral de l'hélicoptère s'est déplacé près de sa limite de gauche; il est vite revenu jusqu'au centre lorsque ce passager a lâché le patin.

Performances en vol stationnaire

À propos du vol en stationnaire hors effet de sol (HOGE), le tableau du plafond en vol stationnaire que renferme le RFM du Bell 206B fournit la masse brute maximale autorisée pour différentes conditions d'altitude-pression et de température extérieure ambiante, afin de

² Certificat de type supplémentaire relative à la masse brute interne accrue SR09397RC

³ BHT-FMS-206B-30

garantir que l'hélicoptère puisse voler en stationnaire sans profiter des performances que procure l'effet de sol. Dans le cas des conditions qui prévalaient au moment de l'accident, le tableau HOGE indiquait que la masse de l'hélicoptère ayant à son bord les trois occupants se trouvait nettement dans la zone où l'hélicoptère aurait été capable de voler en stationnaire hors effet de sol (voir l'annexe B).

Procédure de sortie en vol stationnaire (atterrissage en équilibre sur le bout des patins)

On utilise habituellement les atterrissages en équilibre sur le bout des patins lorsque la pente de l'aire d'atterrissage dépasse les limites prescrites d'atterrissage de l'hélicoptère sur terrain en pente. La procédure d'atterrissage en équilibre sur le bout des patins permet au pilote de faire monter ou descendre des passagers ou de charger ou décharger du fret en posant l'hélicoptère uniquement sur la partie avant (le bout) des patins. Il y a ensuite déplacement des passagers et du fret pendant que l'hélicoptère est en équilibre sur le bout de ses patins, déplacement qui nécessite que le pilote utilise un pas collectif élevé afin de maintenir une puissance importante – dans les quelque 15 pour cent de la puissance de vol en stationnaire – pour empêcher l'hélicoptère de pivoter en cabré autour de son point de contact avec le sol (le bout de ses patins). Les procédures d'atterrissage en équilibre sur le bout des patins et d'embarquement ou de débarquement de passagers sont des manoeuvres à l'équilibre fragile qui obligent le pilote à ajuster doucement et constamment le pas collectif et la position du cyclique au fur et à mesure que chaque passager monte à bord de l'hélicoptère ou en descend.

L'embarquement en équilibre sur le bout des patins n'est pas sans risque, mais, exécutée de contrôlée et prudente, il s'agit d'une procédure pratique qui constitue une technique acceptée dans tout le milieu des hélicoptères. Lors des atterrissages en équilibre sur le bout des patins, il y a risque de déplacement important des centrages longitudinal et latéral pendant les opérations relatives aux passagers et au fret, c'est pourquoi tous les déplacements doivent s'effectuer prudemment et lentement, afin de permettre au pilote de sentir graduellement la réaction de l'hélicoptère aux variations des charges. Cependant, en cas de variation brusque de la masse, il se peut que la réaction de l'hélicoptère soit rapide et plus importante que celle à laquelle le pilote s'attendait, ce qui produit des mouvements plus importants du fuselage et, par la suite, nécessite des déplacements plus importants des commandes de vol (c'est-à-dire, des interventions du pilote) pour contrecarrer ces mouvements. Il se peut également que le pilote perde le contact visuel et tactile avec la surface, et qu'il décolle de façon involontaire.

La rubrique 4 de l'annexe B (opérations de sortie en vol stationnaire) du manuel d'exploitation de la compagnie de VIH Helicopters Ltd., approuvé par Transports Canada, mentionne les risques que comporte le fait de monter à bord ou de sortir d'un hélicoptère qui vole en stationnaire, et elle fournit des instructions ainsi que des procédures pour que les pilotes puissent réaliser ces opérations. L'étude des techniques opérationnelles précises utilisées dans le passage Knight n'a permis de déceler aucun écart par rapport à ces instructions.

Résistance à l'écrasement/survivabilité

Les blessures qu'ont subies le passager qui prenait place dans le siège avant gauche et le pilote ont été causées par les forces d'impact, lorsque l'hélicoptère a capoté et heurté le relief. Le passager qui se trouvait à l'extérieur de l'hélicoptère a subi des blessures légères lorsqu'il a lâché le patin, avant l'écrasement de l'hélicoptère. D'après les renseignements médicaux recueillis et les types de blessures observés, tout indique que le pilote et le passager qui prenaient place dans le poste de pilotage portaient chacun un système de retenue complet et que le pilote portait un casque de vol (voir la photo 3). Ces deux facteurs ont contribué à leur survie aux forces d'impact et ils ont réduit la gravité de leurs blessures.



Photo 3. Dommages au casque du pilote

Perte de référence visuelle

Il est connu que les surfaces intérieures en plexiglass de la cabine du Bell 206, en particulier les pare-brise, sont sujets à s'embuer dans des conditions d'humidité élevée, ce qui nuit à la capacité d'un pilote à bien voir. Pour contrer ce problème, on installe dans le poste de pilotage un ventilateur de désembuage qui, combiné au réchauffeur de l'hélicoptère, produit une recirculation d'air qui réduit l'embuage du pare-brise et des fenêtres latérales. Pendant le vol en stationnaire, le pilote ne peut essayer manuellement les surfaces pour retirer l'humidité du pare-brise, car il a besoin de ses deux mains pour manoeuvrer l'hélicoptère en toute sécurité.

Dans de la pluie, une limite additionnelle vient nuire à la vision du pilote d'un Bell 206, car cet hélicoptère n'est pas équipé d'essuie-glace de pare-brise. Lorsque l'hélicoptère vole vers l'avant, la pluie qui tombe sur le pare-brise s'écoule de ce dernier en perlant un peu. Cependant, lorsque la vitesse vers l'avant de l'hélicoptère est faible et, en particulier en stationnaire, l'écoulement aérodynamique



Photo 4. Visibilité vers l'avant dans de la pluie d'intensité moyenne

au-dessus du pare-brise est réduit, et de l'eau peut s'accumuler sur ce dernier et réduire la visibilité de façon importante. La photo 4 illustre la visibilité vers l'avant à partir du poste de pilotage d'un Bell 206, à faible vitesse vers l'avant, dans de la pluie d'intensité moyenne.

De plus, il arrive souvent que, lorsqu'une personne portant des vêtements qui ont été mouillés par la pluie entre dans le poste de pilotage, les pare-brise s'embuent rapidement, même si le ventilateur de désembuage fonctionne. Il s'agit habituellement d'une situation temporaire, et la condensation diminue ou disparaît rapidement. Il y a cependant des circonstances dans lesquelles le taux d'humidité est tellement élevé que la buée ne se dissipe pas suffisamment et que le pilote doit composer avec une période prolongée au cours de laquelle la visibilité à travers le pare-brise est mauvaise.

Illusion d'optique

L'un des phénomènes qui mènent aux illusions d'optique pendant un vol en stationnaire survient lorsque la surface d'un plan d'eau ondule ou est en mouvement, en raison du vent rabattant du rotor par exemple, ce qui donne au pilote de l'hélicoptère une forte impression que ce dernier se déplace même si, en réalité, il vole en stationnaire. Un effet similaire est observable lorsque de l'eau tombe rapidement, comme dans une chute; le pilote est alors influencé par le mouvement rapide de l'eau et il peut perdre la référence de vol en stationnaire. De plus, des gouttelettes d'eau qui perlent à la surface des pare-brise peuvent produire une sensation de mouvement. Qui plus est, un autre phénomène du vol en stationnaire se produit lorsque les pales du rotor principal traversent de l'air saturé et qu'il y a production dans le vent rabattant de traînées de condensation pouvant, dans une situation où la visibilité est déjà réduite, mener à une illusion d'optique de mouvement.

Enfin, dans certaines conditions d'éclairage, la courbure du pare-brise favorise la réflexion des objets luisants ou brillants à l'intérieur du poste de pilotage, laquelle réflexion peut nuire à la perception de profondeur qu'a un pilote, en particulier lorsqu'il y a de la pluie et de la condensation sur les pare-brise.

Exposés avant vol sur les mesures de sécurité

Conformément aux politiques de VIH Helicopters Ltd. et de l'entrepreneur, le matin du lundi 23 octobre 2006, avant le début des travaux, le pilote et l'ingénieur principal ont donné à tout le personnel participant à l'opération du passage Knight des exposés complets sur les mesures de sécurité.

Ces exposés étaient complets et ils portaient sur le passage en revue et la discussion de toutes les procédures opérationnelles pertinentes, comme les atterrissages sur le bout des patins, les techniques d'embarquement, et les protocoles des procédures d'urgence et de communication.

Analyse

Rien n'indiquait qu'il y avait eu avant l'accident un mauvais fonctionnement des commandes de vol ni du système d'entraînement rotor de l'hélicoptère qui auraient pu contribuer à une perte de maîtrise. La présente analyse se concentrera donc sur les performances de vol disponibles à partir de l'hélicoptère, sur les conditions environnementales ainsi que sur les effets des limites de fonctionnement du réchauffeur de la firme Air Comm Corporation.

Performances de l'hélicoptère

La puissance générée par le moteur (et par la transmission) suffisait amplement pour voler en stationnaire hors de l'effet de sol. Au point de vue des performances verticales, il s'agit de la condition la plus difficile à satisfaire. Les performances aérodynamiques de l'hélicoptère n'ont donc pas contribué aux circonstances de cet accident.

Environnement d'exploitation

La combinaison de plusieurs conditions constituait pour le pilote un défi plus grand que d'habitude pour cet atterrissage et cet embarquement :

- un brouillard en couches s'était étendu sur la région;
- il pleuvait et l'air était saturé;
- le relief était abrupt et la gorge était étroite;
- la zone de posé était exiguë et elle n'offrait que peu d'espace de manoeuvre;
- la surface d'atterrissage présentait une pente notable et elle était constituée de roc désagrégé ainsi que de débris;
- la surface nécessitait une procédure de sortie en vol stationnaire (atterrissage en équilibre sur le bout des patins);
- le vent était modéré, il variait brusquement de façon continue et il comportait probablement une composante descendante;
- le débit des chutes d'eau qui coulaient près des lieux était fort;
- le RFM exigeait que le réchauffeur de la cabine soit coupé.

À cause de la pluie, de la température et du relief, l'air était saturé et propice à des zones de visibilité réduite qui changeaient rapidement. En soi, cet environnement aurait rendu difficile pour le pilote de maintenir des références visuelles avec le relief. Si l'on ajoute à cela l'absence de désembuage efficace du pare-brise et l'entrée du passager mouillé, la visibilité dans le poste de pilotage se serait progressivement détériorée.

La procédure d'atterrissage en équilibre sur le bout des patins n'a donné au pilote aucune occasion de s'arrêter pour nettoyer le pare-brise et les fenêtres avant de poursuivre son vol. L'hélicoptère volait déjà en stationnaire et il nécessitait une manipulation continue des commandes de vol. Une fois l'hélicoptère posé au sol dans ces circonstances, le pilote s'est trouvé aux prises avec une visibilité extérieure et des références en stationnaire réduites.

Le pilote a trouvé le lieu choisi et il s'est posé sans incident. L'hélicoptère s'est alors trouvé dans une situation de vol en stationnaire en équilibre sur le bout des patins, alors qu'il disposait d'une aire de faibles dimensions qu'il pouvait utiliser comme référence en stationnaire.

Cependant, peu après l'entrée du premier passager dans le poste de pilotage, le pare-brise a commencé à s'embuer fortement, même si le ventilateur de désembuage fonctionnait, et il était de plus en plus difficile pour le pilote de voir à l'extérieur. Une fois le deuxième passager monté sur le patin gauche et après que l'hélicoptère eut glissé vers l'arrière, glissade qui a nécessité des corrections à l'aide des commandes de vol, la vision du pilote vers l'extérieur est devenue insuffisante, et ce dernier a perdu toute référence en stationnaire. Les chutes d'eau à fort débit qui se trouvaient dans la vision périphérique du pilote aggravaient cette situation, ce qui provoquait illusion d'optique et désorientation. Cette situation a rapidement dégénéré en perte de maîtrise, et elle a entraîné le capotage et l'impact contre le relief.

Déplacement du centrage

Dans cet accident, la chute brusque du passager à partir du patin gauche aurait ajouté à la tâche déjà difficile du pilote que constituait le contrebalancement de cette masse sur le patin, dans un environnement visuel qui se détériorait. Après le contact de l'hélicoptère avec la surface, le pilote a perdu son seul point de référence tactile et, sans vision claire, il n'est pas parvenu à maintenir une référence visuelle en stationnaire avec le relief.

Réchauffeur de la firme Air Comm Corporation

Le système de réchauffage et de désembuage installé à bord de cet hélicoptère a été efficace pour le contrôle de la condensation à l'intérieur, en permettant au pilote de voir clairement à travers le pare-brise et les fenêtres latérales. Cependant, une fois le réchauffeur coupé pour se conformer à la limite figurant dans le RFM, le ventilateur de désembuage qui restait n'est pas parvenu à garder le pare-brise et les fenêtres dégagés; la condensation s'est intensifiée, et la visibilité du pilote s'est détériorée progressivement.

Limites figurant dans le manuel de vol

Les restrictions figurant dans le RFM à l'effet qu'il faut couper le réchauffeur pendant le décollage, le vol en stationnaire et l'atterrissage ne s'appliquent qu'aux hélicoptères Bell 206 équipés du moteur 250-C20 de Rolls Royce. Cette limite tire son origine du processus de certification utilisé par la firme Air Comm Corporation pendant l'élaboration de son CTS pour le réchauffeur, lequel processus ne vérifiait que les performances du moteur de puissance supérieure 250-C20B. La différence entre la puissance maximale de sortie sur l'arbre des modèles C20 et C20B figurant dans les spécifications est de 20 SHP. Cependant, comme les composants du C20 ne sont plus disponibles et qu'on installe des composants du C20B lors des révisions du moteur, le moteur hybride C20 génère une puissance supérieure à sa puissance nominale sur l'arbre de 400 SHP. Cette puissance supplémentaire est volontairement ignorée, car les limites du moteur demeurent les mêmes, et la puissance maximale sur l'arbre de 317 SHP de la transmission du rotor principal continue de s'appliquer. Quoi qu'il en soit, cette augmentation de puissance moteur est obtenue indirectement grâce aux altitudes-densités plus élevées auxquelles la puissance figurant dans les spécifications continue d'être disponible.

Quant au fonctionnement du réchauffeur et du moteur 250-C20, il se peut que la diminution réelle de la puissance moteur n'ait aucun impact sur les performances de l'hélicoptère par rapport à un hélicoptère équipé d'un moteur C20B, sauf à des altitudes-densités élevées.

La restriction figurant dans le RFM concernant le fonctionnement du réchauffeur semble être une contrainte opérationnelle superflue sur les hélicoptères Bell 206 équipés du moteur C20. Le risque demeure que les pilotes se trouvent aux prises avec le dilemme de choisir entre les éléments suivants :

- se conformer mot à mot aux limites figurant dans le RFM et être aux prises avec une mauvaise visibilité due à un mauvais contrôle de la condensation du pare-brise;
- maintenir des références extérieures en stationnaire satisfaisantes aux dépens du respect du RFM.

Même s'il est reconnu que certaines circonstances environnementales peuvent à l'occasion nécessiter que l'on respecte la limite relative au réchauffeur, dans certains cas, voler sans réchauffeur présente un risque plus élevé. Il n'existe actuellement pour les exploitants canadiens du Bell 206 aucune dispense de la limite figurant dans le RFM qui permettrait à un pilote d'évaluer chaque situation opérationnelle individuelle et de choisir, le cas échéant, le réchauffeur ou le désembueur.

Survie

Les systèmes de retenue complets ainsi que le casque de vol du pilote ont favorisé la prévention de blessures plus graves. Le passage en revue formel, au début des opérations au passage Knight, des procédures de sortie en vol stationnaire, des procédures d'urgence et des techniques locales de communication, a été complet et efficace. La réaction rapide qu'a eue le passager qui prenait place dans le siège avant en coupant le moteur, l'alimentation en carburant et les servitudes électriques a probablement empêché un incendie après écrasement. Ce passage en revue a aussi certainement aidé à alerter les moyens SAR pour que ceux-ci puissent intervenir, ce qui a mené à la localisation et à la récupération des survivants dans des délais raisonnables.

Les deux passagers avaient suivi une formation en premiers soins et sur les techniques de survie en forêt, formations qui ont constitué deux facteurs favorables importants qui ont empêché la détérioration de l'état du pilote et permis l'établissement d'un abri stable et sécuritaire pour les trois hommes.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. La zone de posé choisie présentait une pente notable dont la surface était constituée de roc désagrégé ainsi que de débris, lesquels ont laissé les patins glisser vers l'arrière lorsque le passager devant prendre place à l'arrière est monté sur la patin gauche.

2. L'air saturé, la température basse, la pluie et le brouillard causé par la chute d'eau ont provoqué une importante accumulation de gouttelettes d'eau sur les surfaces extérieures des pare-brise de l'hélicoptère, nuisant à la capacité du pilote de maintenir ses références visuelles.
3. L'air à l'intérieur du poste de pilotage est vite devenu saturé lorsque le premier passager est entré, causant rapidement la formation d'une condensation importante sur les surfaces intérieures des pare-brise et des fenêtres des portes avant de l'hélicoptère.
4. La restriction opérationnelle figurant dans le supplément au manuel de vol volant qu'il faille couper le réchauffeur, a supprimé le moyen le plus efficace d'empêcher l'accumulation de condensation sur les surfaces intérieures des pare-brise, ce qui a nui à la visibilité extérieure du pilote et lui a fait perdre ses références en stationnaire.
5. Ne disposant d'aucune référence visuelle extérieure pour maintenir sa position de vol en stationnaire, le pilote n'a pu maîtriser l'hélicoptère lorsque ce dernier a glissé vers l'arrière, heurté le relief et capoté.

Fait établi quant aux risques

1. La restriction figurant dans le manuel de vol du giravion à propos du fonctionnement du réchauffeur est une contrainte opérationnelle superflue pour les hélicoptères Bell 206 équipés du moteur C20. Le risque demeure que la condensation dans les pare-brise nuise à la capacité d'un pilote de voir clairement à l'extérieur de l'hélicoptère.

Autres faits établis

1. Étant donné la faible différence qui existe actuellement entre la puissance de sortie sur l'arbre du moteur C20, laquelle est de 400 SHP, et celle du moteur C20B, laquelle est de 420 SHP, il se peut que la diminution réelle de la puissance de sortie du moteur due au fonctionnement du réchauffeur n'ait aucun impact sur les performances de l'hélicoptère, sauf à des altitudes-densités élevées.
2. Le système de retenue et le casque que portait le pilote ainsi que le système de retenue que portait le passager qui prenait place dans le siège avant les ont empêchés de subir des blessures plus graves.
3. Le passage en revue formel des procédures, au début des opérations au passage Knight, a aidé à alerter les moyens de recherche et sauvetage pour que ces ceux-ci puissent intervenir, ce qui a mené à la localisation et à la récupération des survivants dans des délais raisonnables.

4. La réaction rapide qu'a eue, dans le poste de pilotage, le passager qui prenait place dans le siège avant de couper le moteur de l'hélicoptère, a probablement empêché qu'un incendie éclate après l'impact.
5. Les deux passagers ont utilisé efficacement leur formation en premiers soins et en techniques de survie en forêt, ce qui a empêché à l'état du pilote de se détériorer.

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 11 février 2008.

Visitez le site Web du BST (www.bst.gc.ca) pour plus d'information sur le BST, ses produits et ses services. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.

Annexe A – Cartes du lieu de l'accident

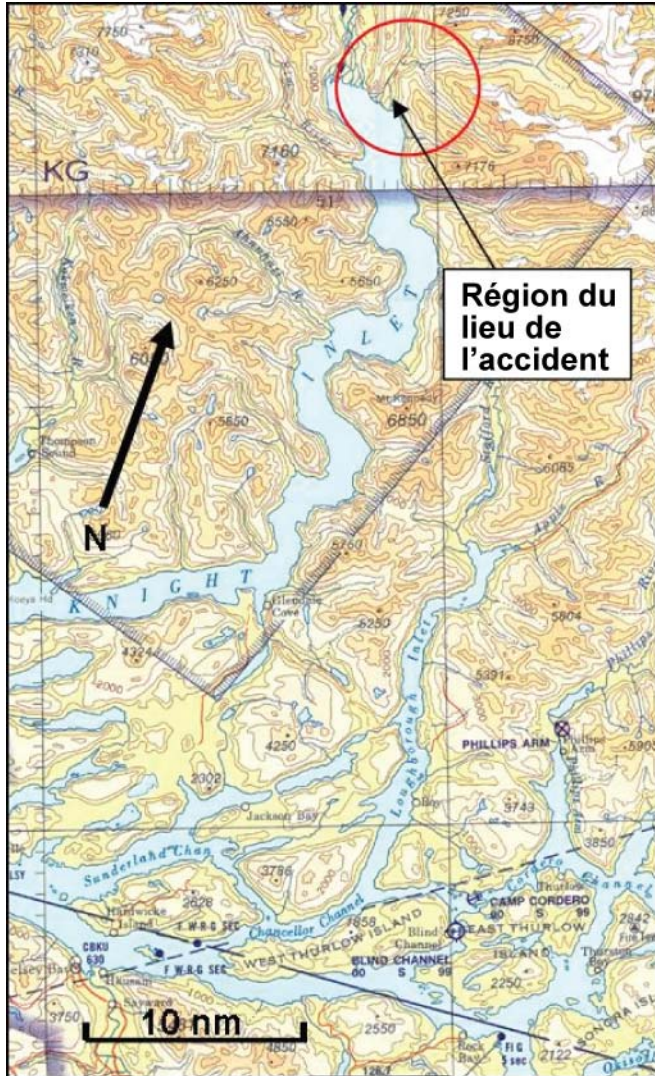


Figure 1. Passage Knight

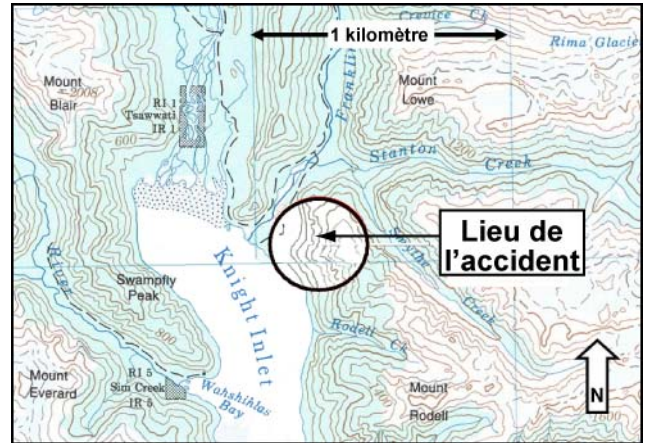


Figure 2. Gros plan du lieu de l'accident

Annexe B – Plafond du vol en stationnaire hors effet de sol (HOGE)

Ce document n'existe pas en français

