



Bilan d'enquête de sécurité du transport aérien A16P0230

DIFFICULTÉ TEMPORAIRE RELATIVE AUX COMMANDES DE L'AÉRONEF

Blackcomb Helicopters LP
Aérospatiale AS355N (C-FELE)
Squamish (Colombie-Britannique)
30 décembre 2016

À propos de l'enquête

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

Le présent document est un nouveau type de rapport et fait partie d'un projet pilote visant à moderniser les processus et produits d'enquête du BST.

Déroulement du vol

L'hélicoptère Aérospatiale AS355N (immatriculé C-FELE, numéro de série 5688) (figure 1), exploité par Blackcomb Helicopters LP conformément à la sous-partie 703 du Règlement de l'aviation canadien, avait atterri à l'aéroport de Squamish (CYSE) (Colombie-Britannique), à 15 h, heure normale du Pacifique¹, le 29 décembre 2016 (le jour avant l'événement). Son exploitation ce jour-là s'était déroulée dans des conditions de fortes pluies continues et à des températures au niveau de la mer de plus ou moins 1 °C. Après que l'hélicoptère s'est posé à CYSE, on l'a garé pour la nuit devant les installations de l'exploitant et muni de housses protectrices isolées. Les averses ont continué jusqu'à 21 h environ.

Figure 1. C-FELE (Source : Vernon Harvey)



¹ Les heures sont exprimées en heure normale du Pacifique (temps universel coordonné moins 8 heures).

La température a oscillé autour du point de congélation jusqu'à tôt le matin du 30 décembre. Lorsque le pilote est arrivé pour préparer le C-FELE au départ, les housses saturées d'eau étaient gelées et adhéraient partiellement à l'hélicoptère. On a décidé de retarder le départ jusqu'à ce que la température augmente. Le pilote et le technicien d'entretien d'aéronef ont effectué les inspections quotidienne et prévol, et aucune anomalie n'a été relevée.

À 10 h, la température avait augmenté pour passer à 0,6 °C, et le ciel était dégagé. Le pilote et 1 passager, qui occupait le siège avant gauche², ont pris place à bord de l'hélicoptère. Au démarrage du moteur, les pales du rotor principal se sont débarrassées de l'eau qui les couvrait à mesure que le rotor prenait de la vitesse. Les vérifications avant démarrage, après démarrage et avant décollage ont été faites, durant lesquelles le pilote a rajusté la friction des commandes des pas cyclique et collectif en vue du vol; aucune anomalie n'a été relevée. À 10 h 02, le C-FELE a décollé pour effectuer un vol selon les règles de vol à vue (VFR) en direction sud-est.

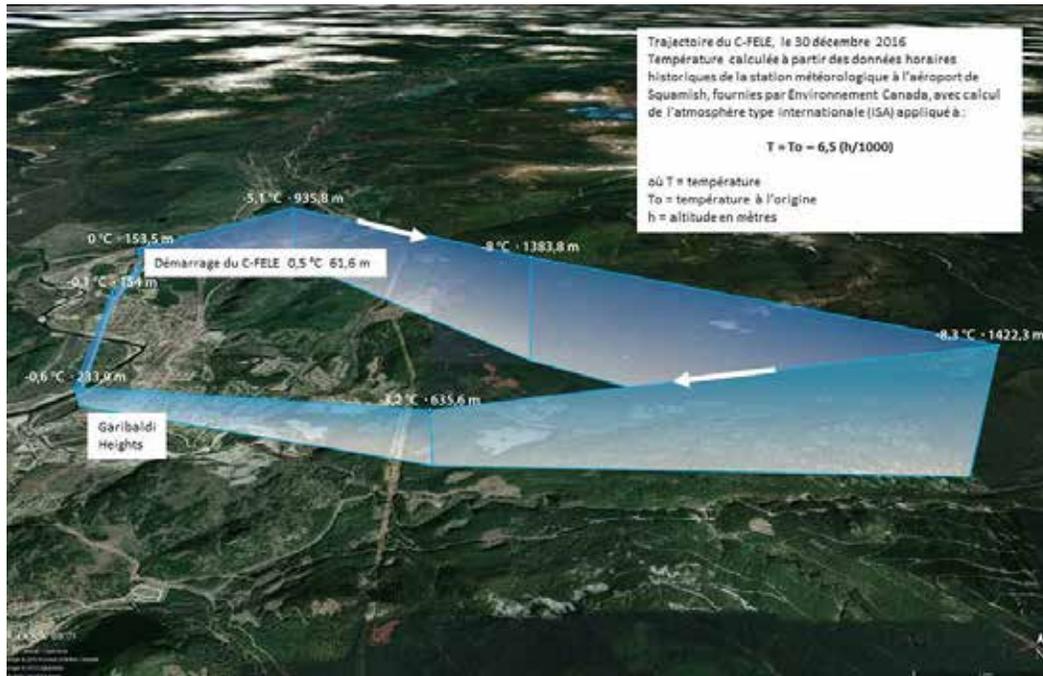
À 10 h 08, l'hélicoptère a atteint son altitude de croisière de 4500 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL). Le pilote a réglé la puissance moteur au maximum continu et a serré la friction du pas collectif. Il y a eu une légère baisse du couple moteur, et le pilote a serré un peu plus la friction du pas collectif. Environ 1 minute plus tard, le pilote a noté une résistance dans la commande de pas cyclique. Les déplacements vers la droite étaient normaux, mais ceux dans d'autres directions sont devenus progressivement plus raides, au point où le pilote ne pouvait appliquer la commande de cyclique gauche.

À 10 h 10, le pilote a appliqué le palonnier droit pour amorcer un virage en vue d'un retour à CYSE. Le pilote a alors complètement desserré la friction du pas cyclique, sans que cela ait d'effet. Le pilote a amorcé une lente descente et a maintenu la maîtrise en direction au moyen des palonniers, qui fonctionnaient malgré une certaine raideur. Le pilote a tenté de réduire le pas collectif, mais le levier était difficile à manipuler. Lorsque le pilote a appliqué une force vers le bas sur la commande de collectif, il a senti une pression coïncidente sur la commande cyclique. Quelques minutes plus tard, la commande cyclique a commencé à bouger plus facilement, puis a graduellement retrouvé son mouvement normal, au point où les fonctions des commandes de vol ont été rétablies à la normale. L'hélicoptère a effectué un atterrissage normal à 10 h 16.

La figure 2 montre la trajectoire du vol à l'étude et les changements d'élévation et de température durant le vol.

² L'hélicoptère n'était pas muni de commandes de vol doubles.

Figure 2. Illustration de la trajectoire de vol du C-FELE déterminée à partir des données du système de surveillance par satellite, montrant les changements d'élévation et de température durant le vol à l'étude



À 15 h, on a mis en marche l'hélicoptère, qui a volé près du sol avant de se poser sur un chariot qui a servi à le transporter dans un hangar en vue d'une inspection. Cette inspection n'a relevé aucune anomalie. Après qu'il a retiré des panneaux, le personnel de maintenance a remarqué que de l'eau s'était accumulée dans les panneaux inférieurs, mais en quantité insuffisante pour submerger le mécanisme de biellette de commande. On a également noté de la condensation sur le réservoir de carburant et le combinateur.

Examen technique

Des échantillons de fluide hydraulique ont été prélevés des 2 réservoirs hydrauliques de l'aéronef à des fins d'essais. On a déterminé que le fluide dans les deux circuits était conforme aux spécifications normales pour son type et n'était pas contaminé.

Un examen détaillé du C-FELE a été fait; on a porté une attention particulière aux commandes de vol et aux parties adjacentes aux biellettes de commande et à leurs mécanismes connexes. Des représentants du fabricant, Airbus Helicopters³, étaient présents pour l'examen, en plus des enquêteurs du BST et du Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA) de France.

Des essais statiques des commandes de vol ont été faits pour évaluer la cinématique des commandes de vol. Le rapport d'examen comprenait les constatations suivantes :

On a vérifié l'amplitude et la liberté de mouvement totale des commandes de vol du rotor principal, et noté l'absence de tout signe d'obstruction/restriction ou de marque de friction

³ L'établissement d'Airbus Helicopters, anciennement le Groupe Eurocopter, remonte à 1992 à la suite de la fusion des entreprises Aérospatiale et DASA.

qui aurait pu entraîner l'augmentation de l'effort et le phénomène de couplage que le pilote avait signalés⁴.

Les servomécanismes des commandes de vol du rotor principal ont été retirés et expédiés à des installations de remise à neuf pour y subir des essais, où ils ont satisfait à toutes les exigences applicables sur banc d'essai.

Protection du circuit de commandes de vol contre la contamination par la glace

Le C-FELE était muni de servomécanismes hydrauliques Goodrich (anciennement SAMM). Ces servomécanismes étaient protégés par des housses spécifiées par Aérospatiale dans son bulletin de service no 67.00.07, émis en février 1985. Ces housses étaient nécessaires pour protéger les leviers d'entrée des commandes de vol contre l'accumulation de glace, à la suite à des essais en chambre climatique sur les servomécanismes Goodrich effectués par Aérospatiale. Ces essais avaient confirmé que la glace pouvait bloquer les servomécanismes non protégés, mais que les manipulations des commandes par le pilote pouvaient maîtriser la glace grâce à des charges plus élevées sur les commandes de vol. Ces essais avaient également montré que l'utilisation de housses protectrices sur les servomécanismes pouvait prévenir la formation de glace sur les leviers d'entrée des commandes de vol.

En septembre 2014, Airbus Helicopters a émis un avis d'information (no 2750-I-67) pour ses giravions munis de servomécanismes Dunlop. Cet avis indiquait que des exploitants avaient constaté des charges en vol accrues au démarrage après que les hélicoptères avaient été exposés à de fortes pluies et à des températures sous le point de congélation. Ces augmentations de charge avaient été attribuées à l'accrétion de glace sur le levier d'entrée du distributeur, causée par l'infiltration d'eau sous la housse protectrice du levier et son gel subséquent. D'après cet avis, les fiches de travaux pour l'installation des servomécanismes allaient être mises à jour pour comprendre l'ajout d'un cordon de scellant à la housse des servomécanismes. Même si cet avis visait en particulier les servomécanismes Dunlop, il se concluait par un énoncé qui s'appliquait aux hélicoptères AS355 munis de servomécanismes Goodrich : [traduction] « Comme les servocommandes et le circuit hydraulique se trouvent dans des zones " chaudes ", ce type d'incident ne peut se produire que durant la phase de démarrage⁵ ».

Conditions environnementales

Une station météorologique d'Environnement Canada située à CYSE⁶ transmet chaque heure un rapport des conditions météorologiques enregistrées qui comprend la température, le point de rosée, l'humidité relative, la vitesse et la direction des vents, ainsi que la pression atmosphérique à la station. La température de surface à l'aéroport était demeurée constante à 0,3 °C durant la nuit, avait baissé à -0,2 °C à 6 h, avant de monter à 0,6 °C avant 10 h.

⁴ Rapport d'examen technique d'Airbus Helicopters n° ESEEE: 056-2017, « Examination of the Flight Control Kinematic » (2 mars 2017).

⁵ Airbus Helicopters, avis d'information 2750-I-67, « Rotor Flight Controls: Application of a bead of sealing compound on the cover protecting the DUNLOP main rotor roll servo-control distributor input lever » (15 septembre 2014).

⁶ L'indicatif de la station météorologique d'Environnement Canada à l'aéroport de Squamish est WSK.

À l'heure du départ du vol à l'étude, le ciel était dégagé, et les vents étaient faibles. Les variations de température durant le vol ont été déterminées en appliquant un gradient adiabatique standard de $-1,98\text{ °C}/1000\text{ pieds}$ (tableau 1).

Tableau 1. Comparaison de l'heure, de l'altitude et de la température, en fonction d'un gradient vertical standard

Heure	Phase de vol	Altitude (pieds ASL)	Température (°C)
10 h 02	Décollage	60	0,6
10 h 08	Vol de croisière	4500	-8,2
10 h 16	Atterrissage	60	0,6

L'indicateur de température extérieure du C-FELE indiquait une température de 4 °C au décollage et de -4 °C à 4500 pieds.

Peu de temps après l'événement, on a soupçonné la contamination par la glace du système de commandes de vol comme source des difficultés relatives aux commandes de vol. Étant donné les paramètres indiqués au tableau 1, le Laboratoire d'ingénierie du BST a estimé le temps qu'il aurait fallu à l'eau pour geler. D'après ces résultats, l'eau mettrait de 30 à 43 minutes pour geler; dans l'événement à l'étude, l'hélicoptère s'est trouvé dans des températures inférieures à zéro pendant seulement 12 minutes.

Mesures de sécurité prises

Blackcomb Helicopters LP a cloué au sol le C-FELE pendant plusieurs semaines durant l'enquête pour déterminer la cause du blocage des commandes de vol. L'enquête n'ayant permis de cerner aucune cause définitive, l'exploitant a remplacé tous les servomécanismes des commandes de vol du rotor principal en tant que mesure préventive.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 13 septembre 2017. Le rapport a été officiellement publié le 12 octobre 2017.

Bureau de la sécurité des transports du Canada
Place du Centre
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741
1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@bst.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par
le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2017

Bilan d'enquête de sécurité du transport aérien A16P0230

No de cat. TU3-10/16-0230F-PDF
ISBN 978-0-660-23549-3

Le présent rapport se trouve sur le site Web
du Bureau de la sécurité des transports du Canada
à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.