



**RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE**  
**A09P0249**



**PERTE DE MAÎTRISE ET COLLISION AVEC UN PLAN D'EAU**

**DU BELL 212 C-GTKE**

**EXPLOITÉ PAR ELBOW RIVER HELICOPTERS LIMITED**

**À 20 nm AU SUD DE LILLOOET (COLOMBIE-BRITANNIQUE)**

**LE 14 AOÛT 2009**

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 maîtrise et collision avec un plan d'eau

du Bell 212 C-GTKE  
exploité par Elbow River Helicopters Limited  
à 20 nm au sud de Lillooet (Colombie-Britannique)  
le 14 août 2009

Rapport numéro A09P0249

### *Sommaire*

Le Bell 212 d'Elbow River Helicopters Limited immatriculé C-GTKE et portant le numéro de série 30704 participe à des opérations de lutte contre les feux de forêt à environ 20 milles marins au sud de Lillooet (Colombie-Britannique). À environ 16 h 2, heure avancée du Pacifique, l'hélicoptère arrive au fleuve Fraser pour y chercher de l'eau. Peu avant d'atteindre le lieu d'écopage, l'hélicoptère descend inopinément et son réservoir d'eau, suspendu au bout d'une élingue de 150 pieds, entre dans l'eau dans une partie du fleuve où le courant est très fort. L'hélicoptère continue son mouvement vers l'avant tout en traînant le réservoir dans l'eau. Quelques instants plus tard, l'hélicoptère se met en piqué et effectue un mouvement de lacet vers la gauche avant de percuter la surface du fleuve, de se disloquer et de couler. Le pilote s'extirpe de l'épave et nage dans le fort courant. Des hélicoptères dans les environs tentent à plusieurs reprises de secourir le pilote, mais sans succès. Le corps du pilote est trouvé en aval cinq jours plus tard. La majorité de l'épave ne peut être récupérée, à l'exception de quelques morceaux, dont le réservoir d'eau et l'élingue.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

### *Hélicoptère*

Le Bell 212, hélicoptère bimoteur à rotor principal unique, peut transporter 14 passagers et 1 pilote. Il comprend des commandes assistées hydrauliquement et le palonnier a pour caractéristique d'offrir peu ou pas de résistance aux actions du pilote sur cette commande. Le pilote pose les deux pieds sur le palonnier et le mouvement d'une jambe s'oppose à celui de l'autre. Les dossiers indiquent que l'hélicoptère était certifié, équipé et maintenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées et que la masse et le centrage se situaient dans les limites prescrites.

L'hélicoptère était configuré de telle sorte qu'un seul pilote pouvait le piloter à partir du siège avant gauche. Ainsi, le pilote pouvait porter son regard en bas du côté gauche de l'hélicoptère pour surveiller la charge externe.

La configuration de l'hélicoptère lui permettait également de transporter des charges externes à partir d'un crochet fixé à une poutre de force située sous la transmission principale. La charge nominale de ce crochet, dit ventral, était de 5000 livres. Un réservoir d'eau d'une capacité de 300 gallons était accroché au bout d'une élingue de 150 pieds suspendue à ce crochet. Ce réservoir s'ouvrait électriquement au moyen d'un bouton situé à proximité de la main gauche du pilote sur le collectif. Le crochet ventral pouvait larguer la charge électriquement au moyen d'un bouton situé sur le manche de pas cyclique, ou mécaniquement grâce à une pédale située entre les pédales du palonnier. Le dispositif électrique du manche cyclique constituait le principal moyen de largage, le dispositif mécanique ne devant servir qu'en cas d'urgence. Le pilote devait enlever l'un de ses pieds du palonnier pour appuyer sur la pédale du dispositif de largage mécanique et l'activer. Afin d'armer le dispositif de largage électrique, le pilote devait mettre le contact de largage du crochet (sur le manche) en position d'armement. Si le crochet n'était pas armé, le pilote ne pouvait pas larguer électriquement la charge en utilisant le bouton sur le manche de pas cyclique.

Le supplément du manuel de pilotage du Bell 212 (BHT-212-FMS-3) concernant le crochet ventral indique aux pilotes d'armer le crochet au décollage, de le désarmer pendant les activités en vol (c.-à-d. le vol de croisière) et de l'armer avant l'approche finale. Un crochet désarmé pendant le vol de croisière réduit le risque de largage par inadvertance. En revanche, armer le crochet au décollage et en approche finale permet au pilote de larguer rapidement la charge en cas de problème pendant une étape critique du vol. Certains exploitants préfèrent que le crochet ventral soit toujours désarmé, et ce, en raison d'expériences passées où des charges ont été larguées. Certains de ces largages ont été causés par des défauts électriques, mais la plupart sont dues à un largage inopiné commandé électriquement par le pilote. On sait que le pilote en question avait déjà volé sans que le crochet ventral ne soit armé.

## *Renseignements sur le pilote*

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote professionnel – hélicoptère validée par un certificat médical le 20 mars 2009. Il totalisait quelque 10 000 heures de vol sur hélicoptères, dont environ 1200 sur Bell 212. Il totalisait environ 3300 heures d'écopage pendant des opérations de lutte contre les feux de forêt. L'examen des dossiers du pilote a permis de déterminer qu'il avait l'entraînement et la certification nécessaires pour effectuer le vol.

Une autopsie a permis de déterminer que le pilote n'a probablement pas été blessé au moment de l'écrasement, mais qu'il s'est noyé. Le pilote portait un casque. Il était un bon nageur, mais il ne portait pas de vêtement de flottaison individuel.

La réglementation n'exige pas que l'hélicoptère transporte de vêtements de flottaison ni que ses occupants en portent, tant et aussi longtemps que l'hélicoptère peut rejoindre la rive avec un moteur inopérant<sup>1</sup>.

## *Conditions météorologiques*

Les conditions météorologiques enregistrées le jour de l'accident ne font état d'aucune précipitation dans la région. La direction du vent à Lillooet, à environ 20 milles marins (nm) au nord du lieu de l'accident, est passé du nord au sud entre 16 h et 17 h, heure avancée du Pacifique (HAP)<sup>2</sup>. À Lytton, à 12 nm au sud, le vent a été du sud toute la journée et soufflait à 32 nœuds au moment de l'accident.

## *Opérations*

Au moment de l'événement, quatre hélicoptères faisaient de l'écopage pendant des opérations de lutte contre les feux de forêt à environ 20 nm au sud de Lillooet. Ils remplissaient leur réservoir d'eau à même le fleuve Fraser. Sur le lieu de l'accident, le fleuve s'écoule dans un courant d'environ 9 nœuds en direction sud au bas d'un canyon. Les pilotes avaient choisi un tourbillon dans le fleuve pour l'écopage. L'arrière du tourbillon est animé par un flot à contre-courant de l'écoulement normal du fleuve. Ainsi, les pilotes remplissaient leur réservoir dans ce courant inverse, ce qui leur évitait d'être emportés en aval par le courant (voir la Figure 1).

---

<sup>1</sup> Paragraphe 602.62 (1) du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC)

<sup>2</sup> Les heures sont exprimées en HAP (temps universel coordonné [UTC] moins sept heures).



Figure 1. Lieu d'écopage avant l'accident

Au moment de l'événement, quatre hélicoptères faisaient de l'écopage pendant des opérations de lutte contre les feux de forêt à environ 20 nm au sud de Lillooet. Ils remplissaient leur réservoir d'eau à même le fleuve Fraser. Sur le lieu de l'accident, le fleuve s'écoule dans un courant d'environ 9 nœuds en direction sud au bas d'un canyon. Les pilotes avaient choisi un tourbillon dans le fleuve pour l'écopage. L'arrière du tourbillon est animé par un flot à contre-courant de l'écoulement normal du fleuve. Ainsi, les pilotes remplissaient leur réservoir dans ce courant inverse, ce qui leur évitait d'être emportés en aval par le courant (voir la Figure 1).

Les hélicoptères étaient à moins d'une minute l'un de l'autre dans un circuit aller-retour entre la rivière et le feu. À l'approche du lieu d'écopage, l'hélicoptère en question a effectué un circuit serré vers la droite avant l'approche finale en attendant que l'hélicoptère en avant finisse de remplir son réservoir. Au lieu d'écopage tout juste avant l'approche de l'hélicoptère en question, le vent provenait du nord. Pendant la tentative de sauvetage tout juste après l'accident, le vent provenait du sud. Le canyon était dépourvu de végétation et présentait peu d'indication de la direction du vent. Par conséquent, le pilote qui a fait la tentative de sauvetage ne s'est aperçu du changement de direction du vent qu'alors qu'il tentait de secourir le pilote tombé à l'eau et que son hélicoptère s'est tourné dans le vent vers le sud.

### *Effet canyon*

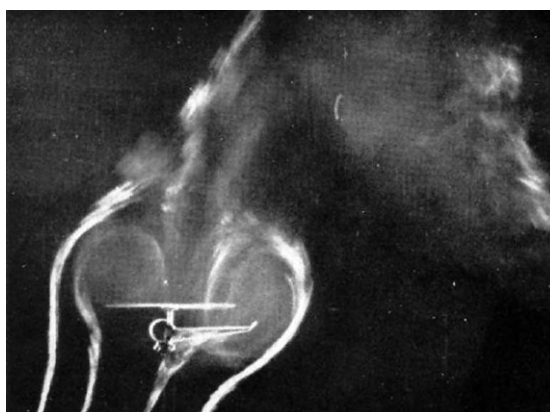
Les régions montagneuses ont pour caractéristique que le vent y est imprévisible et change rapidement de direction. Le vent s'ajuste habituellement en fonction de la topographie et suit les parois du canyon. À mesure que la vitesse du vent augmente en des endroits où la topographie est escarpée, irrégulière et accidentée, comme un canyon, des turbulences peuvent se produire et la direction du vent peut s'inverser<sup>3</sup>.

3

W.M. Kramer (1992), *Fire Officer's Guide to Disaster Control*

## État d'anneau tourbillonnaire

Les hélicoptères peuvent être touchés par un phénomène aérodynamique connu comme un état dit d'anneau tourbillonnaire. Cet état se produit lorsque la trajectoire, la vitesse indiquée et le taux de descente coïncident avec le vent rabattant de l'hélicoptère<sup>4</sup>. Le risque d'anneau tourbillonnaire augmente lorsqu'un hélicoptère ralentit en vent arrière. En temps normal, l'écoulement d'air traversant le rotor principal est dirigé vers le bas. En état d'anneau tourbillonnaire, les tourbillons d'extrémités de pales retraversent le rotor et perturbent la portance (voir la Photo 1). Un hélicoptère dans cet état perd rapidement de l'altitude malgré une puissance suffisante pour se maintenir en vol, en plus de subir des vibrations, un battement excessif et une perte partielle du contrôle cyclique. Appliquer davantage de puissance (augmenter le pas collectif) accélère le vent rabattant traversant le rotor principal, ce qui aggrave la situation.



**Photo 1.** Écoulement de l'air en état d'anneau tourbillonnaire <sup>5</sup>

Le *Manuel de pilotage des hélicoptères* de Transports Canada (TC) précise<sup>6</sup> que ce phénomène se produira vraisemblablement lorsqu'un hélicoptère répond à toutes les conditions suivantes :

1. il est en vol propulsé;
2. son taux de descente est élevé, plus de 500 pieds par minute;
3. sa vitesse est inférieure à 20 milles à l'heure.

---

<sup>4</sup> *Manuel de pilotage des hélicoptères*, TC, deuxième édition, juin 2006 (TP 9982)

<sup>5</sup> Reproduction de l'image autorisée par Paul Lamar. M. Lamar est l'auteur de plusieurs articles sur l'aérodynamique.

<sup>6</sup> *Manuel de pilotage des hélicoptères*, TC, deuxième édition, juin 2006 (TP 9982), page 107

Pour éviter la formation d'anneaux tourbillonnaires, les pilotes d'hélicoptère sont formés à éviter d'entrer dans le vent rabattant de leur appareil. Si un pilote d'hélicoptère monomoteur se retrouve en situation d'anneau tourbillonnaire, deux méthodes bien connues de redressement s'offrent à lui :

1. Le piqué de redressement – Pousser sur le cyclique tout en abaissant le collectif afin de prendre de la vitesse. À mesure que la vitesse indiquée augmente, l'hélicoptère sort de son vent rabattant et il est alors possible de ramener l'appareil en vol normal.
2. La mise en autorotation – L'écoulement de l'air à travers le disque-rotor passe de l'écoulement perturbé des anneaux tourbillonnaires à l'écoulement vers le haut de l'autorotation. Le pilote peut alors relâcher le cyclique pour prendre de la vitesse et, en même temps, augmenter la puissance afin de reprendre le vol normal.

Peu importe la technique de redressement, un hélicoptère en état d'anneau tourbillonnaire perd beaucoup d'altitude avant qu'il puisse se retrouver en vol normal. S'il ne dispose pas de suffisamment d'altitude, l'hélicoptère peut percuter le sol avant de sortir de sa situation.

### *Tentative de sauvetage*

Le pilote à l'eau a pu évacuer l'épave. Il portait son casque et tentait de nager. Un des pilotes d'hélicoptère a mis son réservoir d'eau près du pilote à l'eau, mais ce dernier a disparu sous les flots. L'épave a flotté très peu de temps vers le nord dans le contre-courant avant de sombrer. La profondeur du fleuve à cet endroit est d'environ 50 pieds.

### *Analyse*

L'hélicoptère n'a pas été récupéré, mais on ne croit pas que des défaillances mécaniques sont des facteurs ayant contribué à l'accident. Ainsi, l'analyse porte sur le vent dans le canyon, l'aérodynamique de l'hélicoptère, les facteurs opérationnels et la survie après l'impact.

En raison de la topographie des environs, le vent a connu un changement de direction de 180° en peu de temps, et ce possiblement sans que sa vitesse ne baisse. De plus, il aurait été difficile de remarquer ce changement étant donné le sol dépourvu de végétation et les eaux agitées du fleuve.

Le circuit serré tout juste avant l'approche finale (probablement pour maintenir l'espacement) a mis l'hélicoptère dans une position où le pilote devait effectuer une approche à forte pente nécessitant une gestion serrée de la puissance. Il se peut que le pilote ait effectué l'approche sans savoir qu'il était en vent arrière à la suite d'un inversement soudain de la direction du vent. L'hélicoptère aurait ainsi perdu de la portance de translation tôt dans l'approche et le taux de descente aurait rapidement augmenté par voie de conséquence. Pour freiner la descente, le pilote aurait dû augmenter la puissance. Une approche à forte pente et à basse vitesse effectuée sans le savoir en vent arrière combinée à une augmentation de la puissance a probablement fait en sorte que l'hélicoptère est descendu dans son propre vent rabattant. Un état d'anneau tourbillonnaire aurait donc touché l'hélicoptère, dont le taux de descente aurait rapidement

augmenté par la suite. Les anneaux tourbillonnaires et/ou la tentative de redressement en prenant de la vitesse ou en réduisant le pas collectif ont fait en sorte que le réservoir d'eau est tombé dans le fleuve avant d'atteindre le contre-courant (voir la Figure 2, position A).



**Figure 2.** Déroulement de l'accident (anneaux tourbillonnaires puis ancrage du réservoir d'eau)

Pour tenter de sortir des anneaux tourbillonnaires, le pilote aurait poussé sur le cyclique pour prendre de la vitesse. Cependant, le réservoir d'eau à présent plein et emporté par le courant en aval, en direction opposée à celle du vol, aurait agi comme une ancre retenant l'hélicoptère qui a donc piqué du nez (voir la Figure 2, position B). Le pilote aurait rapidement tiré à fond sur le manche de pas cyclique pour redresser le nez de l'appareil, perdant ainsi la maîtrise de l'hélicoptère qui aurait ensuite continué dans une trajectoire d'arc de cercle descendante avant de percuter la surface du fleuve.

Si le pilote avait largué l'élingue avant de tirer à fond sur le manche de pas cyclique, il aurait pu continuer de voler sans perdre la maîtrise de l'appareil.

Il est impossible de savoir si le pilote a tenté de larguer le réservoir d'eau avant que l'appareil ne s'abîme. Puisqu'on sait que le pilote volait sans que le contact de largage ne soit armé, il n'aurait pas pu larguer électriquement le réservoir d'eau. Le mouvement de lacet vers la gauche tout juste avant l'impact peut être attribuable à une dernière tentative de largage de l'élingue et



du réservoir d'eau. Ce faisant, le pilote a probablement enlevé son pied droit du palonnier pour activer le dispositif mécanique de largage du crochet ventral. Il aurait ainsi été facile de mettre du pied à gauche, ce qui aurait entraîné un lacet vers la gauche de l'hélicoptère.

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

1. Une approche à forte pente et à basse vitesse effectuée sans le savoir en vent arrière combinée à une augmentation de la puissance a probablement fait en sorte que l'hélicoptère s'est retrouvé en état d'anneau tourbillonnaire.
2. Pendant la tentative de redressement du pilote, le réservoir d'eau est tombé dans le fleuve et a agi comme une ancre retenant l'hélicoptère, lequel a donc piqué du nez avant de s'abîmer.
3. L'hélicoptère évoluait probablement sans que le crochet ventral ne soit armé électriquement, ce qui a limité la capacité du pilote de larguer le réservoir d'eau avant qu'il y ait perte de maîtrise de l'appareil.
4. Bien que le pilote ait pu s'extirper de l'épave dans l'eau sans se blesser, il ne portait pas de vêtement de flottaison individuel et s'est noyé.

### *Faits établis quant aux risques*

1. Le dispositif mécanique de largage d'urgence de la charge externe de l'hélicoptère force le pilote à enlever un pied du palonnier. Par conséquent, il existe un risque important de perte de maîtrise de l'anticouple à un moment critique du vol.
2. Pendant les opérations se déroulant dans les canyons profonds, des turbulences peuvent se produire et la direction du vent peut s'inverser rapidement. Sans avertissement suffisant, les pilotes d'hélicoptère risquent de se trouver dans une situation périlleuse.

### *Mesures de sécurité prises*

#### *Elbow River Helicopters Limited*

Immédiatement après l'accident, l'exploitant d'hélicoptère a mis en place des politiques exigeant que les pilotes arment le crochet ventral en vol et portent des vêtements de flottaison individuel pendant les opérations d'écopage.

*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 19 mai 2010.*

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