

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT AÉRONAUTIQUE**  
**A00P0077**



**DÉFECTUOSITÉ DE LA BOÎTE DE TRANSMISSION**  
**DU ROTOR DE QUEUE**

**CHINOOK HELICOPTERS LTD.**  
**BELL 47 G2 (hélicoptère) C-FKNQ**  
**ABBOTSFORD (COLOMBIE-BRITANNIQUE)**  
**LE 10 MAI 2000**

**Canada**

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet accident 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 sur un accident aéronautique

### Défectuosité de la boîte de transmission du rotor de queue

Chinook Helicopters Ltd.  
Bell 47 G2 (hélicoptère) C-FKNQ  
Abbotsford (Colombie-Britannique)  
Le 10 mai 2000

Rapport numéro A00P0077

### *Sommaire*

Vers 8 h 50, heure du Pacifique, l'hélicoptère Bell 47 portant le numéro de série 2211, a décollé de la piste sud de l'aéroport d'Abbotsford dans des conditions météorologiques de vol à vue avec à son bord un élève-pilote et un instructeur. Au décollage, en franchissant 700 pieds-sol en montée, alors que l'appareil se trouvait toujours à la verticale de l'aéroport, le rotor de queue a cessé de tourner et l'appareil a commencé à pivoter vers la droite. Il a ensuite piqué du nez et s'est mis en spirale. Alors qu'il approchait du sol, il semblait complètement hors contrôle. Il a heurté le sol dans un piqué prononcé, sur l'entrepiste de l'aéroport, avant de se disloquer et de prendre feu. Les deux occupants ont perdu la vie dans l'accident.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

L'examen de l'épave sur les lieux de l'accident a révélé des dommages indiquant que le rotor de queue ne tournait pas au moment de l'impact. L'examen a également révélé que les engrenages de la boîte de transmission du rotor de queue avaient été déformés par la chaleur et s'étaient désaccouplés. Un examen plus poussé, effectué à l'atelier régional d'examen des épaves du BST ainsi qu'à un atelier mécanique indépendant, a permis de confirmer que les engrenages de la boîte de transmission du rotor de queue avaient surchauffé, qu'ils avaient été déformés et s'étaient désaccouplés. Il ne restait plus d'huile, pas même brûlée, dans la boîte de transmission du rotor de queue. L'examen des commandes, y compris des câbles avant du stabilisateur, n'a permis de déceler aucune anomalie.

L'après-midi du 9 mai 2000, le personnel de maintenance avait effectué une inspection aux 100 heures de l'hélicoptère. Cette inspection avait entre autres permis d'établir que l'huile de la boîte de transmission du rotor de queue devait être vidangée. En effectuant les autres parties de l'inspection, le technicien d'entretien d'aéronef (TEA)<sup>1</sup> a chargé un apprenti TEA d'effectuer la vidange d'huile. L'apprenti TEA a vidé l'huile de la boîte de transmission du rotor de queue, a vérifié si elle contenait des particules de métal, et a remis et fixé au moyen d'un fil-frein le bouchon de vidange. En plus des vérifications faisant partie de l'inspection aux 100 heures, le personnel de maintenance a remplacé la partie avant des câbles de commande du stabilisateur. Le TEA a signé le livret technique de l'appareil pour attester qu'il avait effectué l'inspection aux 100 heures. L'apprenti TEA a paraphé l'article concernant la vidange et le remplissage de la boîte de transmission du rotor de queue qui figurait sur la feuille de vérifications de l'inspection aux 100 heures.

Le matin du 10 mai 2000, l'élève-pilote a effectué une inspection avant vol de l'hélicoptère dans le hangar. Dans le cadre de cette inspection, il faut vérifier visuellement le niveau d'huile de la boîte de transmission du rotor de queue en regardant à travers un petit tube de niveau (hublot). Il est parfois difficile de déterminer s'il y a de l'huile en regardant par ce hublot. L'instructeur n'a pas participé à l'inspection avant vol<sup>2</sup>, mais il savait qu'une inspection aux 100 heures avait été effectuée et qu'un câble de commande avait été remplacé. L'élève-pilote a fait démarrer l'hélicoptère, puis l'instructeur l'a rejoint à bord.

Avant la perte de maîtrise en lacet, le moteur de l'hélicoptère a tourné pendant une quinzaine de minutes au sol et deux minutes en vol. L'appareil se trouvait à environ 700 pieds-sol lorsqu'il a commencé à tourner vers la droite autour du mât du rotor principal. Il s'est ensuite mis en piqué et a amorcé une descente au cours de laquelle l'axe de rotation est passé du mât du rotor principal à un point situé au-delà du nez. Pendant qu'il descendait, l'hélicoptère roulait et présentait un angle de cabré d'environ 100 degrés par rapport à son assiette horizontale. Le rotor principal semblait tourner à une vitesse normale et la descente ressemblait davantage à

---

<sup>1</sup> Personne responsable d'effectuer la maintenance de l'hélicoptère pour le compte de l'exploitant.

<sup>2</sup> Une fois que les élèves ont acquis une certaine expérience et démontré leur compétence dans l'accomplissement de ce genre de tâche, les instructeurs de vol leur confient habituellement les inspections avant vol.

une descente avec moteur qu'à une descente en autorotation<sup>3</sup>.

Deux techniques sont enseignées aux pilotes pour arrêter un hélicoptère de tourner en cas de perte de maîtrise en lacet due à un arrêt du rotor de queue. L'une consiste à maintenir une vitesse permettant un écoulement suffisant pour que le stabilisateur de l'hélicoptère demeure assez efficace aérodynamiquement pour contrer le couple généré par le moteur et par le rotor principal. L'autre consiste à éliminer le couple du moteur en abaissant le collectif et, au besoin, en coupant le moteur (en entrant en autorotation). Si le pilote ne reprend pas la maîtrise en lacet, il peut facilement devenir désorienté et être incapable de coordonner ses manoeuvres de façon à conserver la maîtrise des autres paramètres. En cas de rupture du rotor de queue, le manuel de vol du Bell 47 recommande d'effectuer immédiatement une descente en autorotation.

L'hélicoptère était exploité conformément aux limites prescrites dans le manuel de vol. Les pilotes étaient titulaires des licences nécessaires pour effectuer le vol. L'élève-pilote possédait un permis d'élève-pilote et totalisait quelque 50 heures de vol sur hélicoptères. L'instructeur était titulaire d'une licence de pilote professionnel - hélicoptères et d'une qualification d'instructeur de vol de classe 3. Il totalisait quelque 2 100 heures de vol sur hélicoptères, dont quelque 600 avaient été consacrées à dispenser de l'instruction en vol. L'apprenti TEA avait acquis de l'expérience comme TEA dans les Forces canadiennes et il venait d'obtenir sa licence de pilote professionnel - hélicoptères. Le TEA possédait 23 années d'expérience dans la maintenance des hélicoptères; presque toutes ces heures avaient été consacrées à faire la maintenance de Bell 47.

Les pilotes et le personnel de maintenance n'avaient pas fait d'heures supplémentaires et s'étaient reposés la nuit précédant l'accident. Les deux occupants portaient un dispositif de retenue à quatre points, mais l'accident n'offrait aucune chance de survie à cause de l'importance des forces d'impact.

## *Analyse*

Du fait que les engrenages ont été déformés par la chaleur et qu'il ne restait pas d'huile dans la boîte de transmission du rotor de queue, on a conclu qu'il n'y avait pas d'huile dans la boîte de transmission au moment du démarrage de l'hélicoptère le matin de l'accident. On a également conclu que si personne ne s'est rendu compte qu'il n'y avait pas d'huile dans la boîte de transmission avant le vol, c'est que ni l'apprenti TEA, ni le TEA, ni l'élève-pilote, ni l'instructeur n'ont vérifié le niveau d'huile ou que le niveau d'huile a été mal évalué en observant la jauge visuelle. Comme nous l'avons mentionné précédemment, il est parfois difficile de déterminer s'il y a de l'huile en regardant par le hublot.

Selon toute vraisemblance, le pilote a abaissé le nez de l'appareil pour augmenter la vitesse dans l'espoir d'interrompre la rotation en rendant l'ensemble stabilisateur-dérive plus efficace. Si tel est le cas, cette technique n'a pas produit le résultat escompté, probablement à cause des dimensions relativement faibles de l'ensemble stabilisateur-dérive de l'hélicoptère. Le fait que

---

<sup>3</sup> L'autorotation est l'état qu'atteint un hélicoptère, habituellement au cours d'une descente et sans puissance moteur, lorsque la vitesse et l'angle d'attaque du rotor principal peuvent être maintenus dans une plage spécifiée.

l'hélicoptère a continué à tourner indique que les manoeuvres du pilote ont probablement été mal coordonnées avec les mouvements de l'hélicoptère, et il y a eu perte de maîtrise.

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

1. Juste avant le vol ayant mené à l'accident, l'hélicoptère a fait l'objet d'opérations de maintenance dans le cadre d'une inspection aux 100 heures; la boîte de transmission du rotor de queue a été vidée de son huile à cette occasion et l'huile n'a pas été remplacée; la feuille d'inspection a tout de même été signée comme quoi cette partie de l'inspection avait été exécutée.
2. Ni l'apprenti TEA, ni le TEA, ni l'élève-pilote, ni l'instructeur ne se sont rendu compte avant le vol qu'il n'y avait pas d'huile dans la boîte de transmission du rotor de queue.
3. En l'absence d'huile, les engrenages de la boîte de transmission du rotor de queue ont surchauffé; ils ont été déformés et se sont désaccouplés; le rotor de queue a alors cessé de tourner et il y a eu perte de maîtrise en lacet.
4. Au moment de la perte de maîtrise en lacet, l'hélicoptère s'est mis à tourner vers la droite, et le pilote n'a pas immédiatement effectué une descente en autorotation.
5. Le pilote n'a pas réussi à interrompre la rotation et a perdu la maîtrise de l'appareil.

### *Autres faits établis*

1. Les pilotes possédaient les licences nécessaires au vol et en vertu de la réglementation de Transports Canada, et le TEA était titulaire d'une licence de TEA délivrée par Transports Canada l'autorisant à effectuer la maintenance de l'hélicoptère.
2. L'hélicoptère était exploité conformément aux limites prescrites dans le manuel de vol.

*Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 12 octobre 2000.*