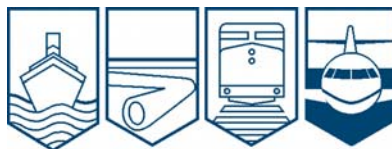




**RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE**  
**A06Q0091**



**PANNE MOTEUR**

**À L'HÉLICOPTÈRE BELL 206L-3 C-GDTM**  
**EXPLOITÉ PAR HÉLI STAR INC.**  
**À 26 NM AU NORD-EST DE LA TUQUE (QUÉBEC)**  
**LE 7 JUIN 2006**

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

### Panne moteur

à l'hélicoptère Bell 206L-3 C-GDTM  
exploité par Héli Star Inc.  
à 26 nm au nord-est de La Tuque (Québec)  
le 7 juin 2006

Rapport numéro A06Q0091

### *Sommaire*

L'hélicoptère Bell 206L-3 immatriculé C-GDTM, numéro de série 51366, exploité par Héli Star Inc., effectue un vol selon les règles de vol à vue de La Tuque (Québec) à destination de Val-d'Or (Québec). Une vingtaine de minutes après le décollage, soit vers 8 h 10, heure avancée de l'Est, à 2000 pieds au-dessus du niveau de la mer, l'aiguille de l'indicateur de la pression d'huile moteur se met à osciller. Par mesure de précaution, le pilote pose l'appareil dans un marais et éteint le moteur. Après avoir effectué une inspection prévol, le pilote démarre le moteur et décolle en vue d'atterrir sur un chemin à un kilomètre de là. Juste avant le chemin, une fluctuation de la pression d'huile moteur et du couple moteur survient. Dans les instants qui suivent, il se produit une explosion suivie d'une panne moteur. Le pilote effectue une autorotation qui se solde par un atterrissage brutal sur le chemin. L'hélicoptère subit des dommages importants. Le pilote, seul à bord, n'est pas blessé.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

Le matin de l'accident, le pilote effectue une inspection prévol de l'appareil. Aucune fuite d'huile n'est observée et le niveau d'huile dans le réservoir se trouve dans les limites permises. Le pilote, seul à bord de l'appareil, décolle de l'aéroport de La Tuque (Québec) vers 7 h 50, heure avancée de l'Est (HAE)<sup>1</sup>, en direction de l'aéroport de Val-d'Or (Québec) où l'hélicoptère doit subir une inspection des 100 heures. Les conditions météorologiques sont favorables et le vol se déroule selon les règles de vol à vue.

Une vingtaine de minutes après le départ, le pilote observe que l'aiguille de l'indicateur de pression d'huile moteur fluctue dans les limites. La température de l'huile moteur est normale, aucune autre anomalie n'est signalée et le voyant d'avertissement détecteur de particules moteur n'est pas allumé. Le pilote décide d'atterrir dans le premier endroit qu'il juge sûr. Le pilote pose l'hélicoptère dans un marais infesté de moustiques situé à environ un kilomètre d'un chemin qu'il venait de survoler. Après avoir éteint le moteur, le pilote observe une quantité de fumée bleuâtre inhabituelle qui s'échappe de la tuyère d'échappement. Une inspection sommaire du compartiment moteur ne révèle aucune fuite d'huile ni dommage.

Le pilote téléphone à Val-d'Or où il entre en contact avec un technicien d'entretien d'aéronef (TEA) de la compagnie responsable de l'entretien de l'appareil. Le TEA recommande au pilote de vérifier qu'il n'y a pas de fuite d'huile dans le compartiment moteur et que le niveau d'huile est approprié; il demande également au pilote d'effectuer un point fixe puis de le rappeler. Le pilote effectue les vérifications puis met l'hélicoptère en route. Une fumée bleuâtre s'échappe toujours de la tuyère, mais la pression d'huile moteur, bien que stable, se trouve dans les limites basses de l'indicateur. Un point fixe est effectué pendant un certain temps suivi d'un vol stationnaire. Plutôt que de contacter le TEA tel qu'entendu, le pilote décide de se rendre au chemin adjacent après avoir conclu que l'indicateur de pression d'huile moteur est défectueux.

À une cinquantaine de pieds au-dessus du chemin, l'aiguille de l'indicateur de pression d'huile moteur ainsi que l'aiguille de l'indicateur du couple moteur fluctuent. Dans les instants qui suivent, il se produit une explosion suivie d'une panne moteur. Le pilote effectue une autorotation, et à l'atterrissage, l'arrière des patins touche le sol et le nez de l'appareil bascule vers l'avant. Le rotor principal coupe la poutre de queue de l'hélicoptère, et l'appareil s'immobilise à une trentaine de pieds plus loin. Peu de temps après, le pilote avise les services de recherche et sauvetage à l'aide d'un téléphone satellite.

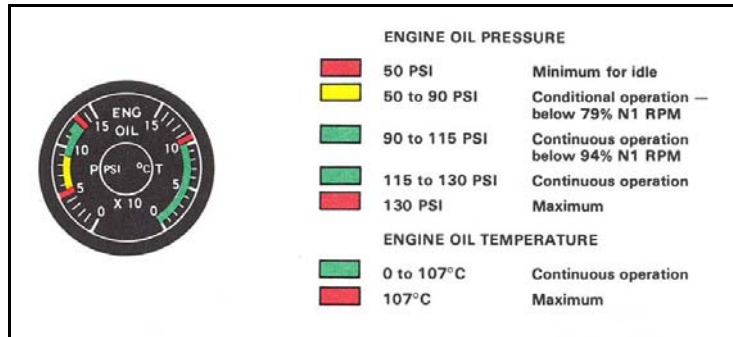
Le pilote possédait la licence et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur. Il était propriétaire de la compagnie Héli Star Inc. depuis décembre 1997. Il totalisait environ 5800 heures de vol sur hélicoptère dont 780 sur type. Le 8 décembre 2005, il avait réussi le test en vol de contrôle de compétence pilote.

---

<sup>1</sup> Les heures sont exprimées en HAE (temps universel coordonné moins quatre heures).

L'appareil était immatriculé pour une exploitation commerciale et son certificat de navigabilité était valide. Son entretien et son exploitation étaient conformes aux procédures et à la réglementation en vigueur. L'hélicoptère était équipé d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT) Pointer Sentry modèle 4000 10, laquelle s'est déclenchée sous la force de l'impact.

Le Bell 206L-3 possède un indicateur qui permet au pilote de déterminer l'état du système de lubrification du moteur (voir figure 1). On peut y lire la pression et la température d'huile moteur. Par contre, il n'y a pas de voyant avertisseur pour signaler une pression d'huile moteur basse ou une température d'huile moteur élevée. Lorsqu'une anomalie survient, le pilote doit en déterminer la gravité à l'aide de la température et de la pression d'huile moteur. Par la suite, il doit suivre la procédure appropriée et recommandée dans le manuel de vol de l'hélicoptère. Une pression d'huile moteur hors des limites prescrites signale soit une défaillance du système de circulation d'huile moteur, soit un niveau bas d'huile moteur, ou soit une anomalie dans le système d'indications. Comme la sonde de température d'huile moteur est située directement à la sortie du réservoir d'huile, il est possible que ça affiche une température d'huile normale, même avec un bas niveau d'huile. Trois plages limitatives de la pression d'huile moteur sont définies par rapport au régime du compresseur basse pression du moteur (N1 RPM); le N1 étant proportionnel à la puissance moteur produite.

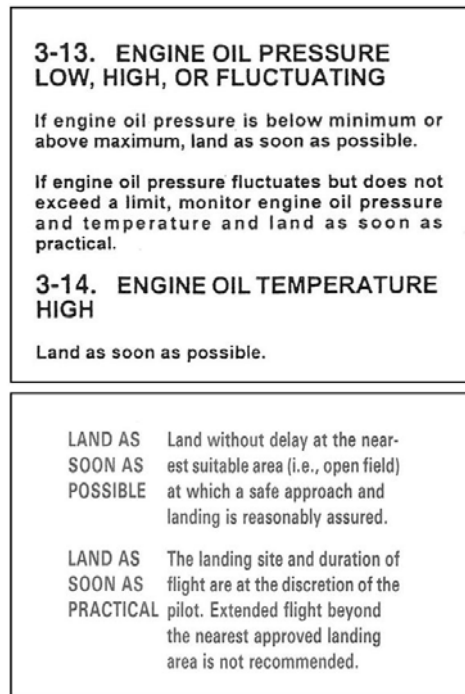


**Figure 1.** Indicateur de pression et température d'huile moteur (extrait du manuel de vol, section 1, qui n'existe pas en français)

La section 3-13 du manuel de vol de Bell Helicopter (voir figure 2) stipule que dans le cas où la pression d'huile moteur passe sous le minimum ou au-dessus du maximum, le pilote doit atterrir aussitôt que possible, c'est-à-dire qu'il est recommandé d'atterrir sans délai, sur l'aire d'atterrissage convenable la plus proche, qui permet une approche et un atterrissage en toute sécurité.

Cependant, si la pression d'huile moteur fluctue sans excéder les limites, le pilote doit surveiller la pression et la température d'huile moteur et se poser au prochain endroit où il est pratique de le faire. Dans une telle éventualité, l'aire d'atterrissage et la durée du vol est à la discrétion du pilote. Un vol prolongé au-delà de l'aire d'atterrissage approuvée la plus proche n'est pas recommandé.

La section 3-14 du manuel stipule que dans le cas où la température d'huile moteur passe au-dessus du maximum permis, le pilote doit atterrir aussitôt que possible.



**Figure 2.** Extraits du manuel de vol du Bell 206L-3 qui n'existe pas en français

Le moteur Rolls-Royce 250 C-30P, numéro de série CAE 895434, totalisait 1590,5 heures de fonctionnement depuis la dernière révision. Le système de lubrification comprend une pompe pression et quatre pompes de récupération; elles sont toutes situées à l'intérieur du boîtier d'entraînement des accessoires. Le moteur Rolls-Royce possède 9 roulements principaux, numérotés de 1 à 8. Il faut préciser que le troisième roulement est désigné 2 ½.

L'appareil avait effectué environ 15 heures de vol depuis le dernier ajout d'huile. La consommation d'huile n'a pu être déterminée avec précision, car elle n'était pas comptabilisée dans le livret de bord de l'appareil; la réglementation canadienne ne l'exigeait pas. Toutefois, la section 8 du *Rotorcraft Flight Manual* ou RFM (manuel de vol des aéronefs à voilure tournante) exige qu'une inscription appropriée soit faite dans le livret de bord de l'hélicoptère chaque fois que de l'huile est ajoutée au moteur, à la transmission ou à la boîte de transmission du rotor de queue. Selon l'information recueillie, la consommation d'huile était d'environ un litre aux 100 heures, ce qui respecte la limite de consommation d'huile établie par le constructeur pour le moteur C-30. Aucun changement notable depuis la dernière inspection des 100 heures n'avait été observé. Après l'importation de l'appareil au Canada en mai 2004, l'exploitant avait noté que le moteur émettait une légère fumée bleue lors des démarrages. L'utilisation d'une autre marque d'huile a permis de corriger la situation. De la fumée bleuâtre qui s'échappe des tuyères d'échappement est habituellement le signe que de l'huile moteur entre dans la section turbine de travail du moteur et brûle en raison des hautes températures dans cette section.

Le moteur a fait l'objet d'un démontage au Laboratoire technique du BST. L'examen des commandes et des conduites externes du moteur n'a révélé aucune anomalie. Il y avait une accumulation importante de calamine dans le boîtier d'entraînement des accessoires et dans la

section turbine de travail. Les roulements numéros 6 et 7, composés de fer et d'argent, étaient détruits. La région adjacente aux roulements numéros 6 et 7 avait surchauffé et atteint une température de plus de 900 °C<sup>2</sup>. Un résidu d'huile trouvé dans le réservoir externe du puisard d'huile suggère que les roulements numéros 6 et 7 étaient lubrifiés au moment de leur désintégration. En raison des dommages importants des roulements numéros 6 et 7, il n'a pas été possible de déterminer la cause de leur défaillance.

La température interne élevée de plus de 900 °C a fait fondre le boulon de liaison du raccord turbine-compresseur, causant une survitesse et un désaccouplement qui a provoqué la désintégration de la roue de turbine numéro un. L'écrou du puisard du roulement numéro 8 présentait de multiples déformations là où le boulon de liaison défaillant avait fait contact. Selon Rolls-Royce, un manque de lubrification entraîne d'abord la rupture du roulement numéro 8. Le roulement numéro 8 n'a pas manqué d'huile mais était sur le point de se rompre. Aucun des composants du roulement numéro 8 ne présentait de signe de dommages importants dus à la chaleur permettant de penser que le roulement avait fonctionné sans huile. Les deux détecteurs magnétiques de particules situés sur la boîte d'entraînement des accessoires étaient exempts de limaille.

Deux échantillons d'huile ont été récupérés; l'un dans le moteur et l'autre dans le réservoir d'huile. L'analyse des échantillons a établi qu'ils contenaient deux fois plus de fer et huit fois plus d'argent que de l'huile neuve.

## *Analyse*

L'analyse au Laboratoire technique du BST a établi que la région des roulements numéros 6 et 7 a excédé une température de 900 °C. À cette température, il est normal que l'huile se dissipe rapidement en s'évaporant et en brûlant. L'huile ainsi brûlée ne retournait plus au réservoir et après peu de temps le niveau d'huile s'est retrouvé très bas, causant une cavitation de la pompe à huile moteur et la fluctuation de la pression d'huile moteur. De plus, puisque l'huile ne retournait plus au réservoir, la température de l'huile n'a pas changé, du moins pas significativement, et le pilote a conclu à tort que l'indicateur de la pression d'huile moteur était défectueux.

Un manque de lubrification se caractérise principalement par des dommages importants au roulement numéro 8. Or, même si ce roulement avait subi des dommages, aucun de ses composants ne présentait de signe de dommages importants dus à la chaleur permettant de penser que le roulement avait fonctionné sans huile. De plus, aucun des conduits qui lubrifient les roulements numéros 6, 7 et 8 n'étaient obstrués; du moins aucun ne l'était au moment de l'examen. L'étendue des dommages des roulements numéros 6 et 7 était telle qu'il a été impossible de déterminer avec certitude, en se fondant sur les résultats de l'examen métallurgique, la cause de leur défaillance.

---

<sup>2</sup> Les limites de la température sortie turbine (TOT) sont de 716 °C en opération continue, jusqu'à 768 °C durant 5 minutes dans la plage de décollage et 927 °C maximum lors du démarrage pour 1 seconde.

La décision du pilote d'atterrir avant de se rendre à destination était justifiée compte tenu de la fluctuation anormale de la pression d'huile moteur. Le pilote a probablement eu le sentiment que la situation nécessitait de se poser aussitôt que possible, tel qu'indiqué dans le RFM, lorsque la pression d'huile moteur est hors des limites fixées. Cependant, selon les indications du RFM, étant donné que la pression d'huile fluctuait dans les limites permises mais que la température d'huile restait normale, un atterrissage immédiat n'était pas requis. La procédure recommandée par Bell Helicopter permettait au pilote de prolonger le vol jusqu'au prochain endroit où il est pratique de le faire. Il aurait alors été préférable d'atterrir sur le chemin situé à un kilomètre du marais en raison de l'accessibilité du chemin.

Lors de l'examen visuel du moteur, aucune condition anormale n'a été décelée. Puisque la défektivité moteur était interne, aucune fuite d'huile n'était apparente. Comme la surface d'un marais est molle, elle n'offre pas une portance équilibrée; il est donc probable que l'appareil n'était pas à plat, faussant ainsi le niveau d'huile apparent dans le réservoir. La procédure recommandée dans le manuel de vol concernant une fluctuation d'huile moteur dans les limites a laissé penser au pilote que l'anomalie était peu grave puisque la température d'huile était normale. Dans les faits, une défektivité importante interne du moteur n'est pas toujours associée à une température d'huile moteur anormale.

À la lumière de ce qui précède, le pilote a conclu à tort que la fluctuation de la pression d'huile moteur pouvait être causée par une défektivité de l'indicateur. Pourtant, avant de décoller du marais, les indices suivants pouvaient laisser penser qu'une défektivité autre que l'indicateur était la source de la fluctuation :

- une fumée bleuâtre anormale sortait de la tuyère d'échappement;
- après la mise en route dans le marais, la pression d'huile a fluctué avant de se stabiliser à l'intérieur des limites permises, mais à une pression inférieure à la normale.

Le fait que le pilote a déplacé l'appareil de un kilomètre plutôt que de se rendre à destination ou de revenir à La Tuque suggère qu'une anomalie plus grave qu'un problème d'instrument a été soupçonnée. Compte tenu des circonstances, il était raisonnable d'anticiper une panne moteur. Par conséquent, il aurait été judicieux d'attendre qu'un TEA qualifié examine l'appareil avant de décoller du marais. Il semble que l'inaccessibilité du marais ainsi que l'infestation de moustiques aient influencé la décision du pilote de déplacer l'appareil vers le chemin.

Le fait que l'arrière des patins a touché le sol lors de l'autorotation indique que l'hélicoptère n'a pas été remis à l'horizontale à l'atterrissage. En conséquence, le nez de l'hélicoptère a basculé vers l'avant après l'atterrissage, causant le soulèvement de la queue de l'appareil qui a alors été endommagée par le rotor principal.

L'enquête a donné lieu aux rapports de laboratoire suivants :

- LP 055/2006 – *Engine Oil Analysis* (Analyse d'huile moteur);
- LP 056/2006 – *Engine Examination* (Examen du moteur).

On peut obtenir ces rapports en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

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

1. La région des roulements numéros 6 et 7 a excédé une température de 900 °C. Les roulements ont été détruits pour une raison indéterminée, provoquant une panne moteur.
2. Le déplacement de l'hélicoptère vers le chemin alors que le moteur présentait des signes de mauvais fonctionnement a contribué à la défaillance des roulements numéros 6 et 7.
3. Lors de l'autorotation, l'hélicoptère n'a pas été remis à l'horizontale au moment de l'atterrissage, ce qui a provoqué un atterrissage brutal.

## *Fait établi quant aux risques*

1. La procédure recommandée dans le manuel de vol sous-entend un problème moins important lorsqu'en présence d'une fluctuation de la pression d'huile moteur dans les limites accompagnée d'une indication de température d'huile normale. Par conséquent, le pilote pourrait décider de poursuivre le vol avec un système de circulation d'huile moteur défectueux qui pourrait entraîner une panne moteur ou un mauvais fonctionnement du moteur.

*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 30 mai 2007.*