

**RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ÉVÉNEMENT AÉRONAUTIQUE**

**PERTE DE PUISSANCE - PROBLÈME MÉCANIQUE**

**SKYTECH AVIATION LTD.  
BELL 206B JETRANGER (hélicoptère) C-GXNM  
4 mi au nord-ouest de DRYDEN (ONTARIO)  
7 JUILLET 1995**

**RAPPORT NUMÉRO A95C0149**

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 SUR ÉVÉNEMENT AÉRONAUTIQUE**

**PERTE DE PUISSANCE - PROBLÈME MÉCANIQUE**

**SKYTECH AVIATION LTD.  
BELL 206B JETRANGER (hélicoptère) C-GXNM**

**4 mi au nord-ouest de DRYDEN (ONTARIO)**

**7 JUILLET 1995**

**RAPPORT NUMÉRO A95C0149**

**Sommaire**

Le pilote et seul occupant de l'hélicoptère Bell 206B, immatriculé C-GXNM (numéro de série 1111), effectue un vol selon les règles de vol à vue (VFR) entre Dryden et Red Lake (Ontario). C'est la première étape d'un voyage qui doit amener le pilote et son matériel dans les Territoires du Nord-Ouest dans le cadre d'un contrat. Le démarrage et la montée initiale se déroulent normalement, et le pilote établit l'hélicoptère sur sa route à 2 500 pieds au-dessus d'une forêt dense et d'une rivière. Un grand bruit sourd se fait entendre à l'arrière de l'hélicoptère. L'appareil vacille, et l'avertisseur moteur en panne se fait entendre. Le pilote amorce une autorotation vers une clairière située à environ un demi-mille à sa gauche. En approchant de la clairière, il se rend compte que le taux et l'angle de descente vont amener l'hélicoptère à se poser dans une zone inondée ne convenant pas à l'atterrissage; il prolonge alors le plané pour atteindre le terrain. L'hélicoptère se pose avec une vitesse avant de 10 à 12 mi/h et pique du nez pendant qu'il glisse. Il termine sa course à l'horizontale sur le train d'atterrissage surélevé. La poutre de queue et le rotor de queue sont sectionnés par les pales du rotor principal. Le pilote s'en sort indemne.

This report is also available in English.

### **Autres renseignements de base**

La panne moteur est survenue environ sept minutes après le début du premier vol suivant l'inspection des 300 heures. Le moteur affichait les températures et les pressions normales au cours des phases initiales du vol. Il n'y a eu aucune indication d'avertissement avant la panne moteur. Lorsque le moteur est tombé en panne, l'hélicoptère a fait un mouvement de lacet, et l'avertisseur moteur en panne s'est fait entendre.

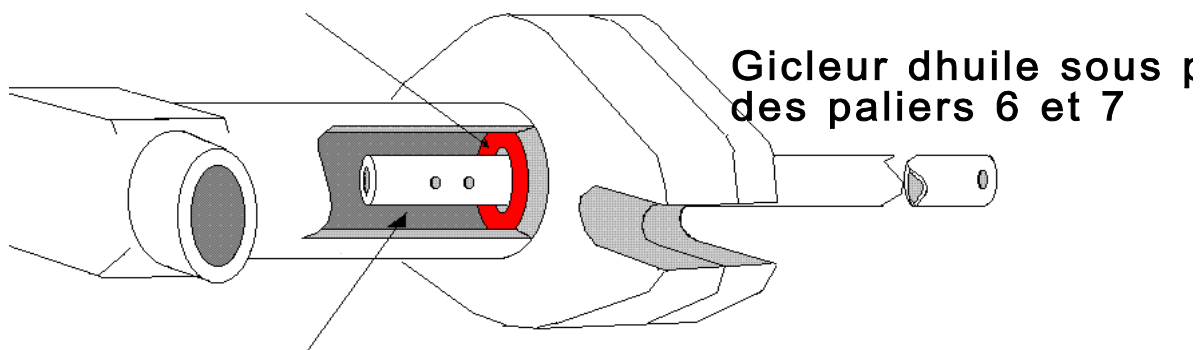
Le moteur a été enlevé de l'hélicoptère, et un démontage préliminaire a permis de déterminer qu'un manque de lubrification des paliers numéros 6 et 7 avait causé des dommages thermiques aux composants voisins et un désaccouplement des sections compresseur et turbine du moteur. Le carter de récupération de la turbine de travail était à sec. Aucune particule ferreuse n'a atteint les détecteurs de particules, ce qui aurait permis de prévenir le pilote de l'imminence de la défaillance du moteur. La turbine partiellement démontée et des échantillons d'huile ont été expédiés pour analyse détaillée au Laboratoire technique du BST.

Les échantillons d'huile ont été analysés par le BST et le motoriste. L'huile était du bon type et ne semblait pas avoir été contaminée; par contre, il y avait des signes que l'huile avait été exposée à des températures élevées. Il n'a pas été possible de déterminer si des additifs anti-moussants étaient présents.

Un raccord (réf. n° 6848194C), couramment appelé raccord en té, fournit de l'huile sous pression au gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7 et à la conduite d'alimentation en huile sous pression du palier numéro 8. L'entrée du raccord en té est protégée par un filtre. Au montage, la partie supérieure du gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7 est introduite à la base du raccord en té pour constituer un tube à l'intérieur du raccord en té. On obtient alors une cavité entre le tube et les parois internes du raccord (voir la figure 1).

Le Laboratoire technique du BST a déterminé que le gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7 avait été bloqué par une particule de carbone dur. Un morceau de carbone dur a aussi été retrouvé dans la conduite d'alimentation en huile du palier numéro 8. Les deux particules de carbone étaient trop grosses pour être passées dans le filtre du raccord en té. L'inspection de ce raccord a révélé une accumulation de carbone dur dans la zone située entre le tube et la paroi interne de la base du raccord en té. L'accumulation de carbone était excessive compte tenu de la durée en service depuis l'inspection relative à la lettre d'information du distributeur (DIL) 155. Au moyen d'un microscope électronique à balayage (MEB), on a comparé un échantillon de carbone prélevé à la base du raccord en té aux particules de carbone. Il n'a pas été possible de déterminer avec

### Accumulation du carbone



huile sous pression  
des paliers 6 et 7

Non l'échelle

certitude si les deux particules provenaient de la base du raccord en té; toutefois, la particule de carbone provenant du gicleur sous pression présentait une courbe uniforme dont le rayon correspondait à la courbe du passage intérieur de la base du raccord en té. Une analyse radiographique aux rayons X diffusés a montré que les trois particules de carbone provenaient probablement du même matériau brûlé ou d'une réaction de combustion, ou les deux. La particule de carbone qui a bloqué le gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7 provenait fort probablement de la base du raccord en té.

Allison Gas Turbine/General Motors Corporation publie les procédures d'entretien et de révision du moteur. L'inspection des 100 heures précisée dans le manuel d'utilisation et de maintenance du moteur 250-C20 exige l'exécution d'une vérification du débit de récupération du carter externe. Si le débit d'huile du carter externe n'est pas d'au moins 90 cm<sup>3</sup>, il faut alors nettoyer le gicleur d'huile sous

pression des paliers 6 et 7, le raccord en té et son filtre, le montant d'huile de récupération et le carter de récupération externe. De plus, ces composants doivent être nettoyés à toutes les inspections des 300 heures. La procédure de nettoyage du raccord en té d'huile sous pression (manuel d'utilisation et de maintenance, par. 3-184 d.) exige l'insertion d'un foret numéro 12 de 0,189 pouce dans l'orifice de sortie d'huile sous pression, situé à la base du raccord en té.

Le manuel de révision du moteur 250-C20 d'Allison prescrit le nettoyage du gicleur d'huile sous pression et du raccord en té dans un bain alcalin à chaque révision. Dans la lettre d'information du distributeur (DIL) 155, révision 7, du 28 février 1990, la division des turbines à gaz d'Allison fourni les procédures prescrites pour effectuer une inspection de la turbine lors de la révision majeure prévue à 1 750 heures. Un des points de cette procédure exige l'inspection de tous les passages des gicleurs d'huile et des carters de paliers pour éviter toute accumulation excessive de carbone ou colmatage. L'entrepreneur en révision a pour instruction de nettoyer au besoin.

Essential Turbines Ltd. a effectué une inspection de turbine dans le cadre d'une révision majeure aux 1 750 heures de la turbine (réf. 6898735, numéro de série 33272), conformément aux procédures de la DIL 155. Lors de cette inspection, les filtres d'entrée et les raccords en té sous pression des paliers numéros 6, 7 et 8 ont été nettoyés conformément aux procédures prescrites. La turbine avait été reçue de Skytech Aviation Ltd. et retournée à ce dernier sans que le carter externe y soit monté. La turbine a alors été montée sur le moteur Allison 250-C20 (numéro de série 37173) de l'hélicoptère Bell 206B, immatriculé C-GXNM, de Skytech à 8 585,8 heures cellule. Un carter usagé mais en bon état avait été inspecté, nettoyé et monté par l'exploitant. On a observé de la fumée s'échapper du conduit d'échappement du moteur, 12,8 heures de vol après le montage de la turbine.

À la demande de l'exploitant, l'agent de révision a remplacé sur le terrain le joint carbone numéro 5. Lorsque la turbine a été déposée et inspectée, le montant de support de la turbine de travail servant à la récupération était presque complètement bouché par du carbone, et du carbone s'était aussi accumulé dans le carter. Selon les témoignages, l'huile du moteur était foncée mais elle ne sentait pas le brûlé. L'agent de révision a remplacé le joint carbone numéro 5 et a nettoyé le carter externe, et l'apprenti technicien de l'exploitant a nettoyé le montant de récupération. L'entrepreneur en révision a inspecté visuellement le montant de récupération pour confirmer qu'il était propre, puis il a reposé la turbine. Le filtre d'huile du moteur a été nettoyé, et on a refait le plein du circuit de lubrification du moteur avec de l'huile propre. L'ensemble gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7 et raccord en té n'a pas été déposé lors du nettoyage du montant de récupération. On a fait tourner le moteur pour s'assurer que l'huile circulait bien. Au cours d'un

point fixe prolongé, le moteur a démarré normalement, n'a dégagé aucune fumée, n'a présenté aucune fuite et a décéléré normalement. Le lendemain, l'exploitant a utilisé l'hélicoptère (0,9 heure de vol) pour se rendre à Dryden.

À Dryden, l'hélicoptère a fait l'objet d'une inspection des 300 heures qui a révélé des signes de fuite d'huile dans le compartiment moteur. Pour essayer de trouver la source de la fuite d'huile, l'exploitant a enlevé la turbine, l'a remis en place, puis il a fait plusieurs points fixes prolongés. On a finalement remédié à la fuite en remplaçant le dispositif de roue libre. L'hélicoptère avait effectué moins de 14 heures de vol depuis l'inspection de la turbine, et environ une heure depuis le nettoyage du montant de récupération et la vidange d'huile du moteur. Par conséquent, l'exploitant n'a pas effectué un essai du débit de récupération et n'a pas vérifié les points de l'inspection aux 300 heures relatifs au nettoyage des composants d'alimentation en huile sous pression des paliers 6 et 7 et de récupération d'huile.

Un examen des procédures d'inspection et de nettoyage du raccord en té a révélé qu'il est possible que les procédures publiées qui étaient en vigueur pour l'inspection et la révision puissent ne pas permettre d'assurer le nettoyage adéquat de toute accumulation de carbone dans la cavité située à la base du raccord en té sous pression. Il est possible que l'immersion dans un bain alcalin pendant la révision et que l'alésage de l'orifice de sortie au moyen d'un foret pendant le nettoyage sur le terrain puissent ne pas permettre d'assurer que toute accumulation de carbone a été éliminée. L'accumulation de carbone à la base du raccord en té est difficile à inspecter parce qu'elle se trouve de l'autre côté de l'ouverture d'accès pour l'inspection, soit l'orifice de sortie situé au bas du raccord en té. Les procédures d'inspection courantes n'indiquent pas comment accéder à cette zone cachée pour confirmer qu'elle est exempte de carbone.

Le motoriste indique que, même si de la calamine ou du carbone se déposent dans le passage du raccord en té, la conception du tube, avec ses trous d'admission percés latéralement, ainsi que la bonne exécution des procédures d'inspection indiquées dans les manuels d'utilisation et de maintenance devraient empêcher toute accumulation de carbone et tout colmatage de l'entrée. Le motoriste précise qu'une revue des antécédents de défaillance des moteurs de la série 250-C20 ne révèle aucun problème de conception inhérent. Le motoriste indique qu'il n'y a aucun cas de défaillance causée par des trous d'entrée colmatés sur le gicleur d'huile sous pression sur les 14 400 moteurs existants qui totalisent au moins 60 200 000 heures de fonctionnement. Le motoriste estime que le moteur tomberait en panne en moins de cinq minutes si son gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7 se bouchait.

Les enquêteurs du BST ont inspecté quatre turbines dans l'état qu'elles sont arrivées à un atelier de révision indépendant. Trois

des quatre turbines présentaient une accumulation de carbone à l'intérieur de la base du raccord en té. Les trois turbines qui présentaient une accumulation de carbone à la base du raccord en té totalisaient au moins 1 000 heures de fonctionnement depuis la dernière révision. La quatrième turbine totalisait moins de 500 heures depuis la révision. Les gicleurs d'huile sous pression des paliers 6 et 7 des quatre turbines analysées ne présentaient aucune obstruction.

### **Analyse**

Les dommages thermiques importants dans le moteur révèlent qu'il n'y a eu aucun écoulement d'huile au-delà du gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7. Les paliers avaient tourné à sec, et il y avait un léger résidu de carbone dans le montant de récupération et dans le carter; par contre, aucun matériau ferreux n'avait été transporté en aval, vers les détecteurs magnétiques de particules, ce qui indique que la défaillance du moteur s'est produite à la suite d'une restriction de l'écoulement de l'huile causée par un colmatage complet plutôt que par un colmatage partiel du gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7.

La conception de l'ensemble raccord en té et tube favorise la formation de carbone entre la paroi interne du raccord en té et le tube du gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7, où l'huile s'accumule. Un dépôt de carbone dur s'est formé à cet endroit du raccord en té. L'accumulation de carbone a été jugée excessive compte tenu des heures de service depuis la fin de l'inspection de la révision majeure.

La particule de carbone qui a bouché le gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7 présentait des caractéristiques semblables à celle de la particule de carbone qui s'était déposée à l'intérieur de la base du raccord en té, et la particule avait une surface courbe uniforme comparable au diamètre intérieur de la paroi du raccord en té. Par conséquent, il est probable que la particule de carbone provenait du raccord en té, puis qu'elle s'est détachée et s'est déplacée pour boucher le gicleur. Les données du motoriste révèlent qu'une accumulation de carbone à cet endroit n'a jamais causé de défaillance de moteur, mais le BST en est venu à la conclusion que c'est ce qui s'est produit dans ce cas-ci.

Une inspection des raccords en té d'huile sous pression de quatre turbines indépendantes a révélé que des dépôts de carbone s'étaient formés à la base de trois des quatre raccords en té. Les trois raccords en té totalisaient au moins 1 000 heures de service; par conséquent, ils auraient été soumis à trois ou quatre reprises à la procédure de nettoyage au foret que stipule l'inspection des 300 heures du motoriste.

Il est possible que les instructions d'inspection et de nettoyage

actuelles ne permettent pas d'assurer l'élimination complète des particules de carbone de la cavité située à la base du raccord en té. Il est possible que des solvants puissent ne pas venir à bout de tous les dépôts de carbone, et l'alésage manuel de l'orifice de sortie avec un foret ne permettra pas d'atteindre la zone qui doit être nettoyée. Compte tenu de l'importance de l'accumulation de carbone à la base du raccord en té et de la courte durée en service depuis l'inspection de la DIL 155, il est probable que le carbone n'a pas été entièrement éliminé lors de la révision.

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

- LP 103/95 - *Engine Examination* (Examen du moteur);
- LP 106/95 - *Oil Sample Analysis* (Analyse d'un échantillon d'huile).

### **Faits établis**

1. De la fumée s'est échappée du moteur 12,8 heures après que l'entrepreneur en révision a effectué une inspection de révision majeure (DIL 155) de la turbine.
2. L'entrepreneur en révision et l'apprenti technicien de l'exploitant ont remplacé le joint carbone numéro 5, ont enlevé le carbone qui se trouvait dans le montant de récupération et du carter de récupération et ont fait tourner le moteur pour s'assurer que l'huile s'écoulait en quantité suffisante vers le carter, mais ils n'ont pas retiré ni nettoyé le gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7 ni le raccord en té, comme le précisait le manuel d'utilisation et de maintenance du motoriste.
3. La turbine avait été révisée moins de 14 heures de service avant l'événement, et le montant de récupération avait été nettoyé lors de la dernière heure de vol. L'exploitant n'a pas effectué un essai de débit de récupération de la turbine de travail et n'a pas enlevé ni nettoyé les composants de récupération et d'alimentation en huile sous pression et de récupération, comme le précisaient les procédures de l'inspection des 300 heures.
4. Une accumulation de carbone dans le raccord en té de ce moteur a été jugée excessive compte tenu des heures de service depuis la révision majeure. Il est probable que le carbone n'a pas été entièrement éliminé au cours de la révision.
5. Une particule de carbone a bouché le gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7, et le moteur est tombé en panne faute de lubrification et en raison de dommages thermiques excessifs dans le voisinage des paliers numéros 6 et 7.
6. Il est probable que le carbone dur qui a bouché l'écoulement



d'huile provenait du raccord en té.

7. La conception de l'ensemble raccord en té et tube favorise la formation de carbone dans la zone située entre la paroi intérieure du raccord en té et le gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7.
8. Les procédures du motoriste ne précisait pas la zone de la base du raccord en té où s'accumule le carbone, ni n'indiquaient comment inspecter cette zone cachée.
9. Quatre autres turbines ont été inspectées, et les raccords en té de trois d'entre elles présentaient des dépôts de carbone à leur base, même si ces raccords avaient dû subir au moins trois nettoyages lors d'inspections des 300 heures.

#### **Causes et facteurs contributifs**

Le moteur est tombé en panne en vol à cause d'un manque de lubrification des paliers numéros 6 et 7 parce qu'une particule de carbone a bouché le gicleur d'huile sous pression des paliers 6 et 7. Les facteurs suivants ont contribué à l'accumulation de carbone : conception du raccord en té et du tube qui favorisait une accumulation de carbone, procédure de nettoyage du motoriste qui ne décrivait pas complètement les procédés d'inspection et d'élimination du carbone, nettoyage insuffisant du raccord en té pendant la révision des composants, et nettoyage incomplet lors de deux inspections subséquentes sur le terrain.

#### **Mesures de sécurité**

#### **Mesures prises**

Une lettre d'information sur la sécurité aérienne a été envoyée à Transports Canada donnant des détails sur l'accumulation de carbone à l'intérieur de la base du raccord en té d'huile sous pression.

*Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. La publication de ce rapport a été autorisée le 27 août 1996 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Maurice Harquail et W.A. Tadros.*