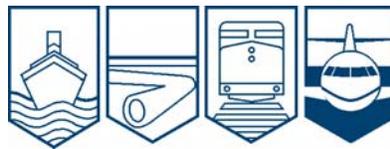




RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A01P0003



PERTE DE L'ENTRAÎNEMENT DU ROTOR PRINCIPAL
DE L'HÉLICOPTÈRE SIKORSKY S-61N (SHORTSKY) C-FHFS
EXPLOITÉ PAR HAYES HELI-LOG SERVICES LTD.
À PORTEAU COVE (COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 15 JANVIER 2001



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 aéronautique

Perte de l'entraînement du rotor principal

de l'hélicoptère Sikorsky S-61N (Shortsky) C-FHFS
exploité par Hayes Heli-Log Services Ltd.
à Porteau Cove (Colombie-Britannique)
le 15 janvier 2001

Rapport numéro A01P0003

Résumé

L'hélicoptère Sikorsky S-61N immatriculé C-FHFS de numéro de série 61702 était en montée pour aller chercher des billes de bois qui se trouvaient sur le flanc d'une colline. La montée s'effectuait à un couple de quelque 85 % pour chaque moteur et à une vitesse d'environ 2500 pieds par minute. L'hélicoptère pointait vers la colline qui se trouvait à quelque 200 pieds lorsque les deux pilotes ont entendu un grand bruit. La vitesse de rotation du rotor s'est alors mise à diminuer. Le pilote aux commandes a amorcé un virage pour s'éloigner de la colline, mais l'appareil est descendu dans les arbres et s'est immobilisé en piqué sur le côté gauche sur un versant escarpé. L'hélicoptère avait été ravitaillé en carburant juste avant l'accident. Au moment de l'impact, les réservoirs à carburant de l'hélicoptère se sont rompus, laissant fuir une quantité importante de carburant. Il n'y a pas eu d'incendie. Les pilotes ont subi des blessures graves qui n'ont cependant pas mis leur vie en danger.

This report is also available in English

Autres renseignements de base

La place du pilote aux commandes a été déformée au moment de l'impact. La partie de la cabine où se trouvait le pilote non aux commandes n'a pas été déformée, mais son siège et son dispositif de retenue se sont libérés de leurs supports. Le pilote non aux commandes ne portait pas de casque protecteur.

Une inspection en cours de démontage effectuée après l'accident a révélé que les deux moteurs présentaient des dommages typiques d'un moteur qui ne tourne pas au moment de l'impact. Aucune anomalie apparente qui aurait pu causer l'arrêt des moteurs n'a été trouvée; cependant, les moteurs sont équipés de régulateurs de survitesse qui coupent les moteurs en cas de survitesse. Ces régulateurs ne présentaient aucune indication qui pourrait laisser croire que la survitesse a mené à l'arrêt des moteurs. Les pales du rotor principal et du rotor de queue présentaient des dommages typiques d'une vitesse de rotation faible ou nulle à l'impact.

La transmission du rotor principal, qui totalisait quelque 710 heures depuis sa dernière révision, a aussi fait l'objet, après l'accident, d'une inspection en cours de démontage effectuée par un atelier de Richmond (Colombie-Britannique) autorisé à effectuer la révision des transmissions principales des appareils Sikorsky, inspection qui s'est déroulée sous la supervision des enquêteurs du BST. Le démontage initial de la section avant a révélé que les deux roues libres étaient lourdement usées et endommagées (voir les Annexes A1 et A2).

Les roues libres avaient été remplacées comme prévu environ 500 heures après la dernière révision de la transmission du rotor principal. Les roues libres qui avaient été déposées présentaient une usure normale. Les roues libres de remplacement (réf. 61047-35000-060) totalisaient quelque 210 heures de fonctionnement et 70 embrayages depuis leur installation. Elles possédaient des cames et des galets neufs. Une quantité négligeable de particules métalliques a été trouvée dans les filtres à huile de la transmission du rotor principal au cours d'un entretien courant effectué avant l'accident. Selon l'information recueillie, aucun voyant d'alarme du détecteur de particules métalliques ne se serait allumé. Des particules métalliques ont été trouvées dans la transmission au cours de l'inspection en cours de démontage de la transmission du rotor principal; toutefois, les détecteurs de particules n'ont rien détecté. Une inspection plus approfondie des particules métalliques trouvées dans les filtres à huile de la transmission a révélé la présence de nombreuses écailles de bronze, dont certaines étaient aplaties. Les bagues en bronze Oilite (réf. S6135-20459-101) sur lesquelles reposent les cages à rouleaux présentaient le type de dommages que l'on trouve sur les bagues fabriquées d'un matériau qui ne peut supporter les forces normales ou qui ont été soumises à un niveau anormalement élevé de vibrations. Les autres composants des roues libres montraient des signes d'instabilité, de glissement et de patinage, à savoir :

- Les méplats de l'arbre à cames étaient enfoncés par les rouleaux.
- Les rouleaux étaient aplaties à certains endroits et ils étaient contaminés par du bronze.
- Le logement du pignon d'entrée était contaminé par du bronze et les surfaces intérieures présentaient des dommages importants dus au glissement et au patinage des rouleaux.

- Les cages à rouleaux étaient bosselées le long de la surface inférieure du côté arrière des languettes et elles présentaient des rainures et des rayures à l'intérieur des cavités. De plus, ces dernières étaient usées de manière inégale.
- Les bagues en bronze Oilite étaient extrêmement usées et elles présentaient des criques et des déformations.

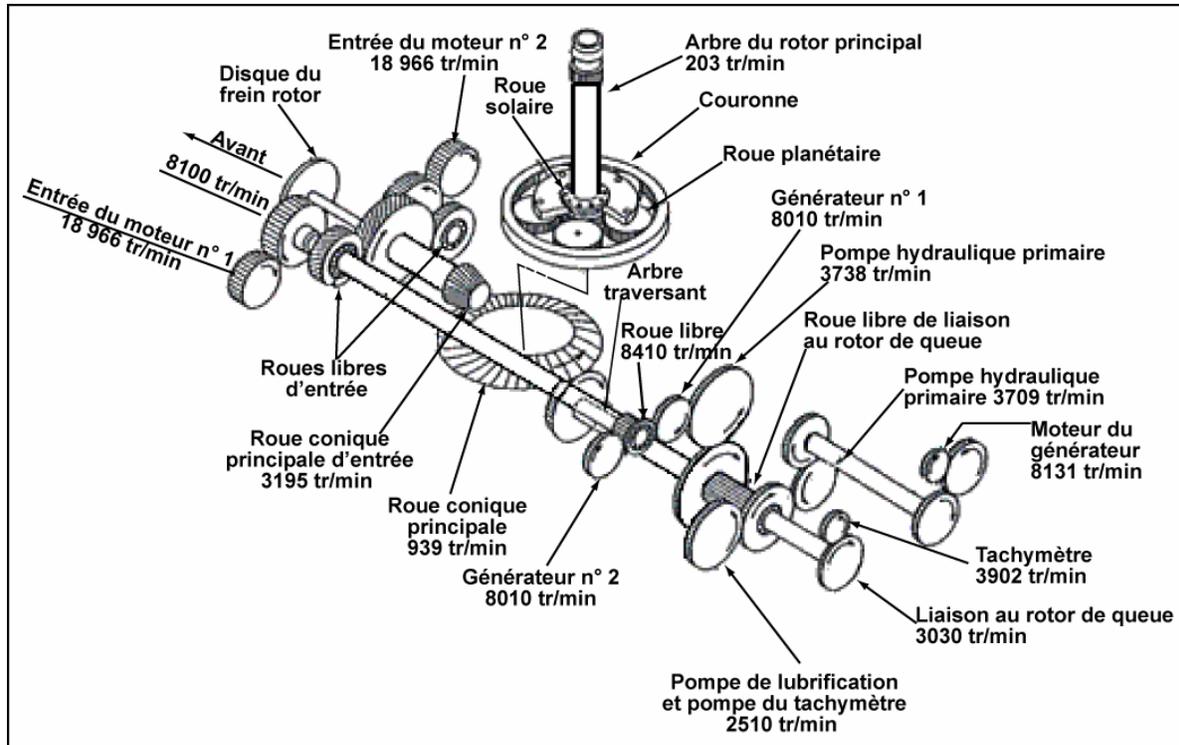


Figure 1. Transmission du rotor principal

Le démontage de la transmission du rotor principal (voir Figure 1) a également révélé une usure inhabituelle sur les engrenages ainsi que de l'usure de contact et un désalignement des bagues extérieures des roulements n° 3 et n° 4 par rapport aux garnitures en acier. Les constatations suivantes le confirment :

- Le pignon conique à denture hélicoïdale et les roues coniques principales à denture spirale étaient fortement usés. Cependant, chaque cinquième dent présentait peu d'usure.

- Les mesures effectuées au cours de ce démontage afin de déterminer l'épaisseur appropriée des cales entre le logement d'entrée et le logement inférieur de la transmission variaient entre 0,039 pouce et 0,048 pouce (une différence de 0,009 pouce). L'épaisseur des cales requise avait été calculée à 0,033 pouce au moment de la dernière révision. Les mêmes mesures effectuées lors de la dernière révision variaient entre 0,024 pouce et 0,053 pouce (une différence de 0,029 pouce). L'épaisseur des cales varie habituellement entre 0,038 pouce et 0,044 pouce pour une application de ce genre.
- Au moment du démontage, le jeu entre le pignon conique à denture hélicoïdale était de 0,022 pouce. À la dernière révision, le jeu était de 0,016 pouce (la valeur maximale permise).
- L'usure du pignon conique à denture hélicoïdale et des roues coniques principales à denture spirale n'était pas suffisante pour expliquer la différence entre le jeu mesuré lors de la révision et le jeu mesuré au moment de l'inspection en cours de démontage qui a été effectuée après l'accident.
- Les doigts de positionnement qui assurent l'alignement du couvercle et du logement d'entrée étaient desserrés.
- De l'usure de contact, du brunissage, de la corrosion et des rayures ont été trouvés sur la garniture en aluminium entourant le roulement n° 4.
- La garniture en acier en forme d'anneau du logement inférieur a été trouvée en position de dissymétrie. (Le côté opposé du doigt de positionnement qui retient la garniture s'était déplacé par rapport au centre de la transmission.)
- De l'usure de contact a été trouvée sous les bagues n° 3 et n° 4 du pignon d'entrée (roue conique à denture spirale).
- La pièce coulée formant le logement d'entrée était entrée en contact avec la pièce formant le logement inférieur provoquant ainsi de l'usure de contact près de l'alésage du roulement n° 6.
- La mesure de la torsion du logement d'entrée était de 0,110 pouce vers la droite. (La valeur maximale permise pour le décentrage est de 0,125 pouce. Au-delà de cette valeur, le logement doit être mis au rebut.)
- Les garnitures surdimensionnées usinées pour les alésages des roulements n'avaient pas les bonnes dimensions; leur rayon était de 0,016 pouce au lieu de 0,040 pouce.
- Les garnitures des roulements n° 3 et n° 4 étaient marquées en creux de lettres et de chiffres se trouvant sur les bagues extérieures des roulements.

Les dimensions d'origine des cames, des galets, des logements des roue, des cages, des bagues Oilite et des roues ont fait l'objet d'une comparaison, et il a été déterminé que ces pièces avaient été fabriquées selon les dimensions de conception de Sikorsky.

Après l'accident, certains composants de la boîte de transmission principale de l'hélicoptère accidenté ont été envoyés à Sikorsky pour fins d'analyse, et le BST a demandé une copie du rapport d'analyse pour les besoins de l'enquête. Au début de février, le BST a reçu une lettre de Sikorsky, datée du 5 février 2002, qui contenait l'information obtenue à la suite des analyses.

En octobre 2005, le BST a reçu la copie d'un rapport interne d'analyse technique des matériaux de Sikorsky portant la date du 7 février 2001 préparé par Sikorsky à la suite de l'enquête sur l'accident du S-61, mais que le BST n'avait pas encore vu. Le contenu du rapport interne est très semblable à celui de la lettre fournie au BST, mais il comporte quelques différences, notamment en ce qui concerne les bagues Oilite.

Dans la lettre, il est écrit que l'on a monté à des fins d'examen métallographique une coupe de crique axiale et une coupe de crique circulaire de la bague droite, réf. 61350-20459-101; toutefois, la lettre ne fait pas état des résultats de l'examen. Dans le rapport interne, on ajoute en plus de ce qui précède que l'image photomicrographique de la Figure 80 (coupe d'une crique axiale) montre plusieurs gros pores dans le bronze Oilite. En outre, les pores montrés à la Figure 81 (crique circulaire) semblent plus uniformes et plus petits que ceux de la figure précédente.

Dans la lettre, on trouve la constatation (7) suivante : [Traduction] « La bague Oilite droite, réf. 61350-20459-101, présente de nombreuses criques axiales et circulaires. » Toutefois, dans le rapport interne, il y a une constatation semblable (6) qui indique que : [Traduction] « La bague Oilite droite, réf. 61350-20459-101, présente de nombreuses criques axiales et circulaires. L'examen microstructural et au microscope électronique à balayage a révélé de gros pores et des zones où le frittage semblait incomplet. » Dans une autre communication interne, Sikorsky indique que la présence de gros pores et de zones de frittage¹ incomplet dans les bagues Oilite pouvaient faire en sorte qu'elles s'écrasent et s'effritent sous les charges engendrées par leur utilisation normale dans la boîte de transmission du Sikorsky S-61.

Le frittage incomplet remonte aux défaillances de la bague Oilite (réf. 703-06331-103) survenues en 1999 et 2000. L'analyse de ces défaillances effectuée par Sikorsky avait révélé que les bagues en bronze Oilite ne répondaient pas aux exigences de résistance à l'écrasement radial de la norme MIL-B-5687D. Cette bague ne porte pas la même référence que les bagues de l'hélicoptère accidenté, mais elles sont très semblables et elles ont été fabriquées à partir des mêmes matériaux.

Le constructeur d'origine (Sikorsky) est responsable de la qualité du produit final, qui est la bague Oilite dans le cas présent. Il n'y a pas de limite en ce qui concerne la grosseur des pores qui est autorisée dans les spécifications de Sikorsky pour le matériau utilisé dans la fabrication des bagues Oilite, et il n'y a aucune exigence que le frittage du matériau soit complet.

La procédure de Sikorsky visant à déterminer l'épaisseur des cales entre le logement d'entrée et le logement inférieur de la transmission exige une prise de mesure entre le bâti et la bague intérieure du roulement n° 4. L'atelier de révision a pris 10 mesures le long de la bague intérieure et a utilisé une moyenne pour déterminer l'épaisseur des cales requise. Aucune limite

¹ Le frittage est une méthode d'agglomération de matériaux en poudre.

supérieure ou inférieure relative à l'épaisseur des cales ne figure dans les procédures de remontage de la transmission de Sikorsky ou de l'atelier de révision. De plus, il n'y a aucune exigence relative à l'exécution d'une vérification de l'engrènement des roues².

L'enquête a révélé que les données d'une vérification des vibrations effectuée deux jours avant l'accident par suite d'un changement de moteur n'avaient pas été consignées. Toutefois, les livrets techniques indiquaient que l'hélicoptère était entretenu conformément aux normes requises. Des vérifications de puissance et de rendement maximal ont été effectuées environ 8 heures de vol avant l'accident. Un des moteurs a atteint son rendement maximal à un couple de 111 % et l'autre, à un couple de 116 %, valeurs qui se trouvaient bien en deçà du couple de 123 % que les roues libres sont en mesure de supporter de par leur conception. Les pilotes et l'équipe de maintenance n'ont signalé aucune vibration anormale ou bruit avant l'accident.

Des procédures d'utilisation étaient en place afin de limiter le nombre d'embrayage des roues libres. Les valeurs de couple minimal ont été respectées au cours des descentes, les périodes de refroidissement ont été effectuées à un régime rotor de 98 % et les deux moteurs ont été utilisés pour entraîner le rotor pendant les démarrages.

Les calculs de masse et centrage ne sont pas effectués pour chaque levage lorsqu'il s'agit d'une opération comportant plusieurs levages. Cependant, les feuilles de contrôle des charges transportées indiquent qu'il s'agissait de charges normales pour le type d'opération effectuée et que celles-ci se trouvaient sans doute à l'intérieur des limites qui figurent dans le manuel d'utilisation de l'hélicoptère.

² La vérification de l'engrènement des roues est un moyen de déterminer la qualité de l'engrènement des roues. La vérification consiste à appliquer une pâte sur la surface des roues, à engrèner les roues et à observer le résultat sur la pâte.

Analyse

L'information reçue environ trois ans après l'accident a révélé que les bagues Oilite fournies par la firme Sikorsky n'avaient pas été fabriquées correctement. Les bagues présentaient des zones où les pores étaient plus gros et où le frittage était incomplet. Ces bagues Oilite présentaient une usure prématurée et des dommages causés par une utilisation normale, ce qui a certainement mené à leur défaillance, puis à l'instabilité des rouleaux, car les cages à rouleaux reposent sur ces bagues. L'instabilité, l'augmentation de l'angle de levier des galets et des cames (en raison des bosselures sur les cames) et la contamination par du bronze a fait en sorte que les rouleaux ont dérapé ou qu'ils se sont délogés, ce qui a débrayé une des roues libres. Comme l'autre roue libre était également usée et contaminée, elles s'est brisée peu de temps après la défaillance de la première roue libre, et l'entraînement du rotor principal a alors complètement cessé. (Lorsqu'il y a débrayage d'une roue libre, toute la demande en puissance du système rotor est transmise à l'autre roue libre, ce qui augmente la probabilité que celle-ci subisse rapidement une défaillance). Lorsque la charge d'entraînement du rotor principal a été perdue, les moteurs sont passés en survitesse puis se sont arrêtés. La vitesse de rotation du rotor a diminué, puis il y a eu une perte de maîtrise.

La perte de l'entraînement des deux moteurs lorsqu'un hélicoptère effectue une montée à haut régime (angle de pas des pales élevé) contribue à la diminution rapide de la vitesse de rotation du rotor. Malgré l'abaissement du levier de pas collectif pour ramener le pas à zéro, la vitesse de rotation ne cesse pas de diminuer si l'hélicoptère poursuit sa montée. Le système rotor principal ne se met pas en autorotation tant qu'il n'y a pas modification de l'écoulement d'air relatif qui passe dans le rotor. Le temps et l'altitude nécessaires à la restauration du régime et à la génération de portance augmentent à mesure que la vitesse du rotor diminue. Le manuel d'utilisation du Sikorsky S-61N ne contient aucune mise en garde ni limitations relatives aux effets du taux de montée en cas de perte totale de puissance.

Le pignon conique à denture hélicoïdale et les roues coniques principales à denture spirale présentaient de l'usure caractéristique d'un mauvais alignement. De plus, au moment du remontage effectué après la révision, il y avait une différence de 0,029 pouce dans les mesures prises entre la bague intérieure du roulement n° 4 et le bâti. Il a donc été conclu que ces roues n'avaient pas été bien alignées au remontage lors de la dernière révision de la transmission du rotor principal. Cette situation peut avoir eu des effets importants sur le mouvement des engrenages et peut avoir causé des vibrations de torsion. L'usure des dents des roues qui a été mesurée lors de l'inspection en cours de démontage n'était pas suffisante pour justifier la différence entre le jeu mesuré lors de la révision et le jeu mesuré au moment de l'inspection en cours de démontage qui a été effectuée après l'accident. L'usure des dents des roues et les variations des mesures prises entre la bague intérieure du roulement n° 4 et le bâti indiquent que les roulements n° 3 et n° 4, le pignon conique à denture hélicoïdale et les roues coniques principales à denture spirale se sont déplacés depuis la révision.

La présence d'usure de contact sous les bagues intérieures des roulements n° 3 et n° 4 du pignon d'entrée et sur la garniture en aluminium entourant le roulement n° 4 ainsi que le fait que les doigts de positionnement étaient desserrés révèlent un niveau de vibrations anormalement élevé dans la transmission pendant les opérations qui ont précédé l'accident. Les seules anomalies identifiées au cours de l'inspection en cours de démontage qui auraient pu causer de telles vibrations sont le mauvais alignement et le déplacement subséquent des roulements n° 3

et n° 4, du pignon conique à denture hélicoïdale et des roues coniques principales à denture spirale. Il est donc probable que les vibrations et les forces élevées ont amorcé le déplacement des pièces mal alignées et que ce déplacement a fait en sorte que le jeu était bien au-delà des spécifications. Cette situation aurait ensuite fait augmenter les vibrations et le déplacement, faisant en sorte que les doigts de positionnement se sont desserrés. Il n'a pas été possible de déterminer pourquoi chaque cinquième dent du pignon conique à denture hélicoïdale et des roues coniques principales à denture spirale ne présentait que peu d'usure. Il se peut que les vibrations de torsion soient la cause de l'usure cyclique des dents des roues coniques. Les profils des dents des roues ont fait l'objet d'une comparaison, et il a été déterminé que ces pièces dépassaient les normes.

Comme rien n'indique que des vibrations anormales auraient touché les roues libres au cours des 500 premières heures, il est probable que les vibrations, constatées par les signatures qu'elles ont laissées sur d'autres pièces de la boîte de transmission, n'ont pas eu d'effet sur les roues libres.

Des particules métalliques ont été trouvées dans la transmission au cours de l'inspection en cours de démontage de la transmission du rotor principal; toutefois, les détecteurs de particules n'ont rien détecté. Cette situation a été attribuée aux caractéristiques de l'écoulement de l'huile dans la transmission.

Le siège et le dispositif de retenue du pilote non aux commandes se sont libérés de leurs supports, probablement parce que les forces d'impact ont dépassé les critères de conception du siège.

Il est peu probable que le surcouple ou la surcharge des roues libres ait causé la défaillance parce qu'aucun des deux moteurs n'était en mesure de produire le couple maximal de 123 % des roues libres.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Une bague Oilite s'est brisée parce qu'elle avait été fabriquée avec de gros pores et un frittage incomplet. Cette situation a mené à l'instabilité des rouleaux, car les cages à rouleaux reposent sur les bagues Oilite. L'instabilité, l'augmentation de l'angle de levier des galets et des cames et la contamination par du bronze ont probablement fait en sorte que les rouleaux ont dérapé ou qu'ils se sont délogés, ce qui a débrayé les roues libres.
2. Lorsque la première roue libre a débrayé, toute la demande en puissance du système rotor a été transmise à l'autre roue libre, qui était usée et contaminée, ce qui a entraîné la défaillance de cette dernière peu de temps après la défaillance de la première roue libre, et l'entraînement du rotor principal a alors complètement cessé, ce qui a causé la perte de maîtrise de l'hélicoptère.

Faits établis quant aux risques

1. Il n'y a pas de limite en ce qui concerne la grosseur des pores qui est autorisée dans les spécifications du fabricant d'origine pour le matériau utilisé dans la fabrication des bagues Oilite, et il n'y a aucune exigence que le frittage du matériau soit complet.
2. Le pignon conique à denture hélicoïdale et les roues coniques principales à denture spirale n'ont pas été bien alignées durant le remontage effectuée lors de la dernière révision de la transmission du rotor principal. Les roues se sont déplacées en cours d'utilisation, ce qui a probablement causé un niveau de vibrations anormalement élevé.
3. Aucune limite supérieure ou inférieure n'était spécifiée dans les procédures de remontage de la transmission de Sikorsky ou dans celles de l'atelier de révision en ce qui concerne les cales d'épaisseur entre le logement d'entrée et le logement inférieur. De plus, il n'y avait aucune exigence relative à l'exécution d'une vérification de l'engrènement des roues.
4. Des particules métalliques ont été trouvées dans la transmission au cours de l'inspection en cours de démontage de la transmission du rotor principal; toutefois, les détecteurs de particules n'ont rien détecté. Cette situation a été attribuée aux caractéristiques de l'écoulement de l'huile dans la transmission.
5. Le pilote non aux commandes ne portait pas de casque protecteur.
6. Le manuel régissant les procédures de révision de la transmission du rotor principal des hélicoptères Sikorsky S-61 ne fait pas mention de multiples prises de mesures ou d'écart maximal entre les mesures en ce qui concerne les mesures effectuées entre le bâti de référence et la bague intérieure du roulement n° 4.
7. Le manuel n'exige pas qu'une vérification de l'engrènement des roues soit effectuée au moment du remontage de la transmission.

Autres faits établis

1. Aucun des deux moteurs n'était en mesure de produire le couple maximal de 123 % des roues libres. Il est peu probable que le surcouple ou la surcharge des roues libres ait provoqué la défaillance.
2. Les manuels d'utilisation du Sikorsky S-61 ne comportent pas de renseignements relatifs aux régimes de vol (taux de montée) lorsque la maîtrise de l'appareil est compromise par une perte totale de puissance ou d'entraînement du système rotor.

Mesures de sécurité

Le 30 janvier 2001, le BST a adressé à Transports Canada ainsi qu'à la Federal Aviation Administration des États-Unis, à l'exploitant, au constructeur de l'aéronef et à l'atelier de révision et de réparation un bulletin d'événement faisant état des constatations de l'enquête initiale.

L'atelier de révision de transmission de rotor principal (ACRO Aerospace Inc.) a modifié les feuilles de montage afin de pouvoir consigner les mesures des jeux radial et axial des cages à rouleaux des roues libres. Ces mesures étaient bien prises durant les révisions, mais elles n'étaient pas consignées auparavant. Ces mesures valideront, au moment de la révision, l'ajustage des rouleaux des roues libres et de la cage.

Le 16 juillet 2002, le BST a adressé à Transports Canada l'avis de sécurité aérienne A010049-1 qui indiquait, qu'en raison des conséquences associées à la perte totale de puissance durant une montée rapide (diminution du régime rotor et perte de maîtrise), il serait bon que les pilotes soient avertis des risques auxquels ils s'exposent lorsqu'ils exploitent leur appareil dans de tels régimes de vol.

Le 10 septembre 2002, Transports Canada a donné suite à l'avis de sécurité et a reconnu que les pilotes ne sont peut-être pas au courant des conséquences négatives possibles d'une montée rapide lors d'une perte totale de puissance. Transports Canada a également reconnu que bon nombre de pilotes ne possèdent pas nécessairement plus que les principes fondamentaux du comportement dynamique de l'autorotation.

Le 3 octobre 2002, le BST a adressé à Transports Canada et à la Sikorsky Aircraft Corporation l'avis de sécurité aérienne A020028-1. L'avis de sécurité indiquait que, compte tenu des conséquences du mauvais alignement lors du remontage de la transmission du rotor principal, Transports Canada et la Sikorsky Aircraft Corporation pourraient vouloir revoir le manuel régissant les procédures de révision de la transmission du rotor principal des hélicoptères Sikorsky S-61 et y incorporer de multiples prises de mesures et un écart maximal entre les mesures en ce qui concerne les mesures effectuées entre le bâti de référence et la bague intérieure du roulement n°4. De plus, Transports Canada et la Sikorsky Aircraft Corporation pourraient vouloir inclure une vérification de l'engrènement des roues au moment du remontage de la transmission.

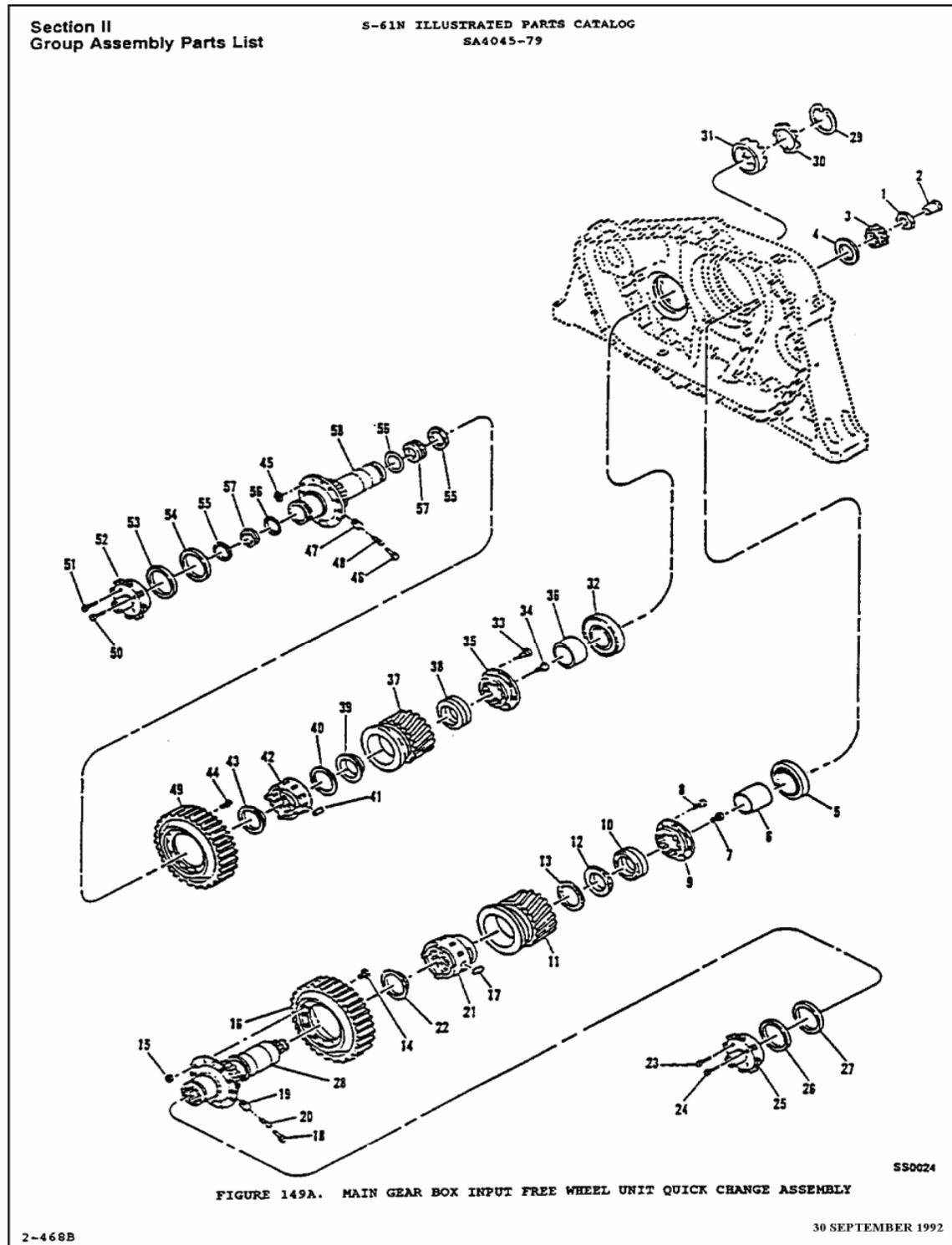
Le 11 août 2003, la Sikorsky Aircraft Corporation a publié la révision B du bulletin d'alerte 61B35-67B établissant les critères relatifs à l'inspection, à la révision et à la dépose des roues libres. Le bulletin définit le cycle de levage et les opérations de levage à répétition et établit que le temps entre révisions (TBO) maximal pour ce type d'opérations doit être de 500 heures ou 7500 cycles, selon la première éventualité. Le bulletin demande également que les exploitants et les ateliers de réparation documentent les mesures prises et communiquent leurs constatations à Sikorsky. Le bulletin mentionne spécifiquement les bagues Oilite et demande qu'elles soient toutes remplacées lors de la prochaine révision ou réparation des roues libres. En outre, la firme Sikorsky a indiqué qu'elle avait resserré les critères d'inspection relatifs à la fabrication des bagues Oilite.

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 20 décembre 2006.

Visitez le site Web du BST (www.bst.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.

Annexe A1 – Roues libres

Extrait du S-61N Illustrated Parts Catalog. Ce document n'existe pas en français.



Annexe A2 – Liste des pièces des roues libres

NUMÉRO SUR LE SCHÉMA	NUMÉRO DE PIÈCE	DESCRIPTION 1 2 3 4 5 6 7	NOMBRE D'UNITÉ PAR ROUE
149A -	61074-35000-059	ASSEMBLAGE À CHANGEMENT RAPIDE, BOÎTE DE TRANSMISSION PRINCIPALE, ROUE LIBRE GAUCHE	1
-1	61350-20700-101	ÉCROU	1
-2	56135-20723-000	BOUCHON	1
-3	56135-20657-1	ACCOUPLLEMENT À CANNELURES	1
-4	56135-20658-1	BAGUE D'ESPACEMENT	1
-5	SB2158-102	PALIER	1
-6	56135-20653-103	BAGUE D'ESPACEMENT	1
-7	SS5242-2	VIS DE CALAGE	1
-8	NA51081-3A4L	VIS DE CALAGE	1
-9	56135-20654-102	ÉCROU	1
-10	SB1056-2	ROULEMENT À BILLES	1
-11	56135-20695-2	ENGRENAGE D'ENTRÉE	1
-12	56135-20610-102	BAGUE D'ESPACEMENT	1
-13	56135-20748-1	RONDELE EN BRONZE OILITE	1
-14	56135-20742-101	BOULON	24
-15	47FLW-524	ÉCROU /56818/	24
-16	56135-20608-3	ROUE DROITE CYLINDRIQUE	1
-17	SB2604-1	ROULEAU	12
-18	56135-20755-103	TIGE	2
-19	56135-20754-104	BAGUE	2
-20	56135-20776-001	RESSORT	2
-21	So'135-20730	CAGE À ROULEAUX	1
-22	56135-20746-1	SUPPORT	1
-23	NA51081-3A4L	VIS DE CALAGE	3
-24	555242-2	VIS DE CALAGE	1
-25	56135-20612-1	ÉCROU	1
-26	56135-20642	BAGUE D'ESPACEMENT	1
-27	SB2103-105	PALIER	1
-28	56135-20614-7	ARBRE À CAME	1
	61074-35000-058	ASSEMBLAGE À CHANGEMENT RAPIDE, BOÎTE DE TRANSMISSION PRINCIPALE, ROUE LIBRE DROITE	1
-29	P-RT-22S	SPIROLOX./80756/	1
-30	61350-20879-101	RONDELLE DE BLOCAGE	1
-31	61350-20878-103	ÉCROU	1
-32	SB2158-102	PALIER	1
-33	NA51081-3A4L	VIS DE CALAGE	1
-34	555242-2	VIS DE CALAGE	1
-35	56135-20654-102	ÉCROU	1
-36	56135-20653-104	BAGUE D'ESPACEMENT	1
-37	56135-20695-1	ENGRENAGE D'ENTRÉE	1
-38	SB1056-2	ROULEMENT À BILLES	1
-39	61350-20458-101	BAGUE D'ESPACEMENT	1
-40	61350-20459-101	BAGUE	1
-41	SB2604-1	ROULEAU	12
-42	61350-20457-101	CAGE À ROULEAUX	1
-43	61350-20459-102	BAGUE	1
-44	56135-20742-101	BOULON	24
-45	47FLW-524	ÉCROU /56818/	24
-46	56135-20755-103	TIGE	2
-47	56135-20754-104	BAGUE	2
-48	So'135-20776-001	RESSORT	1
-49	56135-20608-003	ROUE DROITE CYLINDRIQUE	1
-50	NA51081-3A4L	VIS DE CALAGE	3
-51	SS5242-2	VIS DE CALAGE	1
-52	56135-X612-1	ÉCROU	1
-53	56135-20642	BAGUE D'ESPACEMENT	1
-54	SB21C3-105	PALIER	1
-55	RR15o	ANNEAU DE RETENUE	2
-56	M83248/1-126	JOINT TORIQUE	2
-57	56135-20656-1	BOUCHON	2
-58	So'135-20611-7	ARBRE À CAME	1