



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A24Q0053

PERTE DE PUISSANCE MOTEUR ET COLLISION AVEC LE SOL

Immatriculation privée
Piper PA-32-260 Cherokee Six, C-GEEV
Aérodrome de Sherbrooke (CYSC) (Québec)
10 mai 2024

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales. **Le présent rapport n'est pas créé pour être utilisé dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.** Reportez-vous aux Conditions d'utilisation à la fin du rapport. Les pronoms et les titres de poste masculins peuvent être utilisés pour désigner tous les genres afin de respecter la *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* (L.C. 1989, ch. 3).

Contexte

Le 7 mai 2024, le pilote et propriétaire de l'aéronef Piper PA-32-260 Cherokee Six (immatriculation C-GEEV, numéro de série 32-1073) sous immatriculation privée a été informé par l'organisme de maintenance agréé (OMA) Handfield Aviation¹ situé à l'aéroport de Montréal/St-

¹ En vertu de son certificat d'OMA, Handfield Aviation est autorisé à certifier des travaux dans les catégories Aéronef, Avionique et Structures sur plusieurs types et modèles d'aéronefs, dont le Piper PA-32-260 Cherokee Six.

Hubert (CYHU)² que les travaux de maintenance sur son aéronef étaient terminés et qu'il pouvait venir le récupérer³.

Le 9 mai 2024, vers 15 h 30⁴, le pilote et un passager (qui était instructeur de vol) se sont rendus à CYHU pour récupérer l'appareil. Ils ont fait l'inspection prévol habituelle et ont observé que l'indicateur de niveau d'huile indiquait 8 ¾ pintes (pte) américaines⁵.

Après avoir fait le plein d'essence et effectué un point fixe, le pilote et le passager ont décollé de CYHU vers 17 h 16 à destination de l'aérodrome de Sherbrooke (CYSC).

Lorsque l'aéronef a atteint 3000 pieds au-dessus du niveau de la mer, la pression d'huile du moteur, qui se situe habituellement autour de 75 lb/po², a chuté rapidement et a atteint 3 lb/po². Étant donné qu'un nouveau capteur de pression d'huile avait été installée et que les autres paramètres et indicateurs de performance du moteur étaient normaux, le pilote a cru qu'il s'agissait d'un problème d'indication. Le pilote a décidé de faire demi-tour pour revenir à CYHU tandis que l'aéronef se trouvait à 18 milles marins de là.

Le pilote a contacté l'OMA à 17 h 26 pour l'informer de son retour. À ce moment-là, le pilote a observé que la pression d'huile du moteur était devenue nulle (0 lb/po²), mais les autres paramètres du moteur étaient toujours normaux. L'aéronef a atterri à CYHU sans encombre à 17 h 40.

Au moment où l'aéronef est arrivé au hangar de l'OMA, où l'attendait une équipe de techniciens, le dessous de l'appareil était enduit d'huile jusqu'à la queue. Selon les informations recueillies, le passager a vérifié la jauge manuelle du niveau d'huile et a fait une lecture sommaire de la quantité d'huile restante dans le moteur (qu'il a estimé à environ 3 pte⁶), sans toutefois essayer la jauge (ne disposant pas d'un chiffon), ni la replonger dans le moteur. Aucune autre lecture n'a été effectuée afin de confirmer la quantité d'huile restante dans le moteur à l'arrivée.

L'enquête n'a pu déterminer avec précision la quantité d'huile restante dans le moteur à l'arrivée, ni si l'OMA avait compris que la pression d'huile avait atteint 0 lb/po² en vol, car les informations recueillies à cet égard sont divergentes.

² Sauf indication contraire, tous les lieux mentionnés dans le présent rapport sont situés au Québec.

³ Le 2 mars 2024, le propriétaire de l'aéronef à l'étude avait amené l'aéronef chez Handfield Aviation pour que des modifications majeures y soient apportées, notamment le remplacement des instruments de bord classiques par une suite avionique avec écrans.

⁴ Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins 4 heures).

⁵ Les quantités d'huile sont exprimées en pinte (pte) américaine, unité qui correspond à 946 mL. Le moteur peut contenir 12 pte d'huile. La jauge est graduée de 3 à 12 pte.

⁶ La quantité minimale sécuritaire d'huile dans le moteur est de 2 ¾ pte. (Source : Lycoming, *Operator's Manual, Lycoming, O-540, IO-540 Series*, Part No. 60297-10, 4^e édition [juin 2006, révision mars 2009], p. 3-8A/B).

De plus, les défauts concernant l'indication de basse pression d'huile durant le vol, la fuite observée au sol et la quantité d'huile restante n'ont pas été consignées au carnet de route de l'aéronef comme l'exige la réglementation en vigueur⁷.

Le personnel de l'OMA a commencé à nettoyer l'aéronef et a démonté la conduite d'huile flexible entre le moteur et le transmetteur de pression d'huile avant de tester la conduite sous pression. Aucune fuite n'a été détectée. Le personnel a ensuite ouvert et inspecté le filtre à huile et aucune anomalie ou contamination n'a été détectée. Un nouveau filtre a été installé et de l'huile a été rajoutée dans le moteur avant d'effectuer un essai moteur au cours duquel tous les paramètres étaient normaux et aucune fuite n'était visible. L'aéronef a été remis dans le hangar afin d'en terminer le nettoyage et c'est alors qu'un technicien a décelé une fuite au niveau de la conduite inférieure du refroidisseur d'huile moteur. Le raccord à 90 degrés entre la conduite flexible et le corps du refroidisseur a été resserré d'un tour complet et un autre essai moteur a alors été effectué. Aucune fuite n'a été décelée.

Un membre du personnel de l'OMA aurait rassuré le pilote quant au bon fonctionnement de l'aéronef et a invité celui-ci à revenir après 15 heures de vol pour faire vérifier le filtre à huile et les conduites. L'aéronef a été sorti du hangar à 20 h 45 et a redécollé à 20 h 57 à destination de CYSC, sans que les travaux de maintenance effectués à la suite de la fuite d'huile soient inscrits dans le carnet de route de l'aéronef avant le vol, comme l'exige la réglementation en vigueur⁸. Le vol s'est déroulé sans encombre, et les 2 occupants n'ont observé aucune indication anormale pendant le vol et aucune fuite d'huile à l'arrivée.

Déroulement du vol

Le 10 mai 2024, vers 17 h, le pilote a décollé de CYSC pour effectuer un vol de plaisance à destination de l'aérodrome de St-Georges (CYSG) en compagnie d'une passagère et de leurs 2 chiens. Lors de l'inspection prévol, la quantité d'huile indiquée était de 8 ¾ pte. La température et la pression d'huile étaient normales durant le vol vers CYSG.

L'aéronef a redécollé de CYSG à 18 h 11 à destination de CYSC. À 18 h 23, le pilote a remarqué une baisse de la pression d'admission du moteur, puis une légère perte de puissance du moteur. À ce moment-là, la température d'huile du moteur était de 222 °F⁹, et la pression d'huile était de 64 lb/po², soit dans la partie inférieure de la plage normale¹⁰.

À 18 h 26, tandis que l'aéronef était à 31 milles marins au nord-ouest de CYSC, le pilote a constaté que le moteur continuait à perdre lentement de la puissance. Il a alors réduit son altitude pour maintenir sa vitesse et a continué vers CYSC.

⁷ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, paragraphe 605.94(1), annexe I, article 9.

⁸ Ibid., paragraphe 605.85(1) et article 571.10.

⁹ Le constructeur recommande de maintenir l'huile à une température comprise entre 165 °F et 200 °F et de ne pas dépasser 245 °F. (Source : Lycoming, *Operator's Manual, Lycoming, O-540, IO-540 Series, Part No. 60297-10*, 4^e édition [juin 2006, révision mars 2009], p. 3-9).

¹⁰ La plage normale de la pression d'huile moteur se situe entre 55 lb/po² et 95 lb/po² (Source : Ibid.).

À 18 h 30, la température de l'huile avait atteint 237 °F, la pression de l'huile était normale, mais la pression d'admission continuait de chuter.

À 18 h 32, la température de l'huile était de 247 °F, la pression d'huile était passée dans la plage jaune sous les 50 lb/po², et la pression d'admission était en chute à 10,7 pouces de mercure, soit à 32 % de la puissance maximale.

Autour de 18 h 37, alors qu'il avait la piste de CYSC en vue, le pilote a déclaré une urgence sur la fréquence de l'UNICOM (communications universelles) de CYSC. Au même moment, le moteur a grippé et s'est arrêté. Un morceau de métal a été projeté à travers le capot et de l'huile a giclé sur le pare-brise. Le pilote a alors lancé un appel de détresse. Réalisant qu'il n'atteindrait pas la piste, le pilote a choisi de tenter d'atterrir dans une clairière à l'ouest du terminal.

Les roues de l'aéronef ont touché la surface gazonnée à environ 70 pieds de l'orée d'un boisé, et l'aéronef a terminé sa course dans les arbres (figure 1).

Figure 1. Épave de l'aéronef à l'étude (Source : BST)



Les 2 occupants ont momentanément perdu connaissance. Le pilote a subi de multiples blessures, et la passagère a été légèrement blessée. Les 2 occupants portaient leurs ceintures de sécurité qui consistaient seulement en des ceintures sous-abdominales, et celles-ci ont résisté à l'impact. Selon la réglementation¹¹, les sièges avant des petits avions construits avant le 18 juillet 1978 ne sont pas tenus d'être équipés de ceintures-baudriers¹². Les chiens portaient des harnais avec ancrage, qui ont cédé sous les forces de l'impact, mais les chiens n'ont pas été blessés. Les secours sont arrivés rapidement, et les occupants ont pu sortir d'eux-mêmes de l'aéronef avant d'être pris en charge par les services de secours. La radiobalise de repérage d'urgence de 406 MHz de l'aéronef s'est déclenchée, et le signal a été reçu par le Centre conjoint de coordination de sauvetage à Trenton (Ontario). Aucun incendie ne s'est déclaré après l'impact.

¹¹ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, paragraphe 605.24(1).

¹² Le pilote avait acheté des ceintures-baudriers pour C-GEEV. Celles-ci devaient être installées quelques semaines plus tard.

Renseignements sur le pilote

Le pilote avait les qualifications nécessaires pour effectuer le vol à l'étude et avait à son actif un peu plus de 134 heures de vol.

Renseignements météorologiques

Les conditions météorologiques entre CYSG et CYSC étaient propices à un vol selon les règles de vol à vue.

Renseignements sur l'aéronef

Le Piper PA32-260 Cherokee Six est un avion léger à structure métallique, à train d'atterrissage fixe et à aile basse.

L'aéronef à l'étude a été fabriqué aux États-Unis en 1968 par la Piper Aircraft Corporation. Il a été importé au Canada en 2024 en provenance des États-Unis. Au moment de son importation et au moment de l'événement, il était équipé d'un moteur O-540-E4B5¹³ produit par Lycoming Engines. Il s'agit d'un moteur atmosphérique à entraînement direct à 6 cylindres opposés horizontalement, refroidi par air, produisant 260 hp et muni d'un carburateur, d'un refroidisseur d'huile externe et d'une hélice métallique Hartzell à 2 pales à pas variable et à vitesse constante.

Au moment de l'événement, l'aéronef avait accumulé 10 242,5 heures de temps de vol total. Les heures de fonctionnement du moteur enregistrées étaient de 8089,3 heures au total, dont 540,3 heures depuis sa dernière révision.

La dernière maintenance planifiée avait été effectuée le 16 janvier 2024 à 10 218,7 heures de vol, lors de l'importation de l'aéronef, où une inspection de 100 heures¹⁴ avait été effectuée. Suite à cette inspection, le cylindre numéro 2 avait été remis à neuf et ensuite été réinstallé.

Examen de l'épave

À l'arrivée des enquêteurs du BST sur les lieux de l'accident, l'aéronef se trouvait incliné sur le côté droit. Les ailes avaient été arrachées par l'impact avec les arbres.

Les capots moteurs de gauche étaient endommagés et laissaient voir le moteur. Celui-ci était grippé et une brèche créée par la bielle était visible dans le carter de moteur (ou bloc-moteur) à la base du cylindre numéro 6. Une déchirure du nez jusqu'à la queue était apparente sous le fuselage du côté pilote. Les pales de l'hélice étaient recourbées vers l'arrière et les dommages observés étaient caractéristiques d'une hélice qui ne tournait pas au moment de l'impact.

Le moteur ainsi que les instruments avioniques ont été retirés et expédiés au Laboratoire d'ingénierie du BST à Ottawa (Ontario) pour examen.

¹³ Numéro de série L-10618-40.

¹⁴ Conformément aux appendices B et C de la norme 625 du *Règlement de l'aviation canadien* ainsi qu'aux recommandations du constructeur.

Examen du moteur

Un démontage complet du moteur a été effectué le 27 août 2024 au laboratoire du BST. Aucune anomalie n'a été détectée lors de l'examen des systèmes suivants :

- système d'allumage, magnétos, bobines, fils et bougies d'allumage compris;
- système d'alimentation en carburant;
- système d'admission, carburateur compris;
- système d'échappement;
- boîtier d'entraînement des accessoires.

Systeme de lubrification

Un examen du système de lubrification a été effectué lors du démontage du moteur.

La pompe à huile, qui fait partie intégrante du boîtier d'entraînement des accessoires, a été démontée et inspectée. Des rayures et de petites encoches ont été trouvées sur les surfaces du carter adjacentes aux engrenages de la pompe. L'adaptateur du filtre à huile, le filtre, la vanne de dérivation thermostatique du refroidisseur d'huile et une partie de l'adaptateur avaient été arrachés du boîtier d'entraînement des accessoires lors de l'impact.

Le système de lubrification ne présentait aucune obstruction et les sorties d'huile dans la zone du vilebrequin étaient exemptes de débris.

Les cylindres numéro 1 à 4 ont été retirés et inspectés et présentaient des signes d'usure normale.

Le cylindre numéro 5 avait été endommagé par des débris internes qui s'étaient détachés du cylindre numéro 6. Des signatures thermiques et des rayures étaient présentes sur les coussinets de bielles.

Le cylindre numéro 6 a été retiré et inspecté. La bielle était pliée vers le bas et avait troué et traversé la paroi du carter de moteur à la base du cylindre numéro 6, dans la partie supérieure du carter de moteur (figure 2).

Figure 2. Carter de moteur à la base du cylindre numéro 6, avec la brèche créée par la bielle (Source : BST)



Le chapeau de tête de bielle (connecting rod cap) numéro 6 a été retrouvé au fond du carter d'huile en 2 morceaux distincts. L'examen au microscope de la surface fracturée d'un des 2 boulons du chapeau de tête de bielle a révélé des signes de défaillance en surcharge ductile¹⁵.

Les observations ci-dessous sont ressorties de l'inspection du vilebrequin, de l'arbre à cames, du carter de moteur et des composantes associées :

- Les manetons du vilebrequin présentaient des signatures thermiques et des rayures s'accroissant du cylindre numéro 1 jusqu'au cylindre numéro 6 (figure 3).
- Les tourillons du vilebrequin présentaient divers degrés de surchauffe.
- L'arbre à cames présentait des dommages d'impact à proximité des cylindres numéro 5 et 6.
- Le carter de moteur présentait divers degrés de dommages causés par des chocs avec diverses pièces qui s'étaient détachées de l'assemblage du cylindre numéro 6.
- La couronne dentée du démarreur était cisailée et cassée en 2 parties distinctes.

¹⁵ La surcharge ductile est le mode de rupture qui se produit lorsqu'un matériau est chargé au-delà de sa résistance ultime à la traction.

Figure 3. Rayures sur les manetons du vilebrequin (Source : BST)



La progression des signatures thermiques et l'augmentation des rayures et des dommages du cylindre numéro 1 jusqu'au numéro 6 sont des signes caractéristiques d'un fonctionnement par manque d'huile.

Publications techniques

Un bulletin de service dit « obligatoire¹⁶ » publié en 2010 par Lycoming (*Mandatory Service Bulletin No. 399A*) et s'appliquant à tous les moteurs de la marque indique, entre autres, que si [traduction] « le système d'indication de pression d'huile fonctionne correctement et qu'une perte de pression d'huile/panne d'huile a été confirmée, le moteur doit être retiré et démonté afin d'effectuer une inspection complète¹⁷ », car « il est difficile de prédire l'étendue des dommages causés au moteur ou d'assurer sa fiabilité future¹⁸. » Aucune inspection complète du moteur n'a été effectuée par l'OMA à la suite du retour de l'aéronef à CYHU. L'enquête a révélé que ni le propriétaire de l'aéronef à l'étude ni l'OMA concerné ne connaissaient l'existence de ce bulletin de service obligatoire au moment de la découverte de la fuite d'huile.

Procédures du manuel du propriétaire

La version à jour du manuel du propriétaire du Piper PA32-260 Cherokee Six stipule ce qui suit [traduction] : « Une perte complète de l'indication de pression d'huile peut signifier une panne d'huile ou peut être le résultat d'une jauge défectueuse. Dans les deux cas, dirigez-vous vers l'aéroport le plus proche et préparez-vous à un atterrissage forcé¹⁹. »

Lors du vol qui a forcé le pilote à rebrousser chemin vers CYHU le 9 mai 2024, le pilote n'avait pas la version à jour du manuel du propriétaire²⁰. Celle qu'il détenait ne contenait pas cette procédure. Croyant à une erreur d'indication, il n'a pas envisagé l'option d'atterrir à un aérodrome plus proche.

¹⁶ « Il arrive dans certains pays où les autorités de l'aviation civile étrangères délivrent des consignes de navigabilité distinctes des bulletins de service que les constructeurs ajoutent l'annotation "obligatoire" sur leurs bulletins de service. Cette note n'a pour but que de souligner l'opinion du constructeur et l'importance qu'il accorde à son bulletin de service et ne confère en soi aucune valeur réglementaire, même si le bulletin de service fait preuve de l'approbation de l'autorité de l'aviation civile étrangère. » (Source : Transports Canada, *Règlement de l'aviation canadien*, Norme 625 Appendice H.)

¹⁷ Lycoming, *Mandatory Service Bulletin No. 399A* (09 July 2010), p. 1.

¹⁸ Ibid., p. 2.

¹⁹ Piper Aircraft Corporation, *Cherokee Six PA-32-260 Applicable to Serial Numbers 32-1 through 32-1075 Owner's Handbook*, (Revised May 1973), section IV: Emergency Procedures, Loss of Oil Pressure, p. 32.

²⁰ La version du *Cherokee Six Owner's Handbook* publiée par Piper Aircraft Corporation que le pilote avait avec lui à bord avait été révisée en 1966. L'enquête a déterminé qu'une nouvelle version révisée avait été publiée en 1973.

Rapports de laboratoire du BST

Le BST a produit les rapports de laboratoire suivants dans le cadre de la présente enquête :

- LP077/2024 - Lycoming O-540-E4B5 Engine Teardown [Démontage du moteur Lycoming O-540-E4B5]
- LP082/2024 – NVM [non-volatile memory] Recovery - Various [Récupération de la mémoire non volatile - divers]

Messages de sécurité

Le personnel de maintenance et les propriétaires d'aéronefs devraient prendre connaissance de toutes les instructions de maintenance applicables publiées par les constructeurs de produits aéronautiques, les évaluer et, le cas échéant, les appliquer, et ce, même si leur mise en application n'est pas toujours requise par Transports Canada.

Même si les aéronefs construits avant le 18 juillet 1978 ne sont pas tenus d'être équipés de ceinture-baudrier, il est conseillé de les en équiper pour réduire les blessures en cas d'accident.

Il est important que les pilotes aient à leur disposition les manuels et procédures à jour afin de pouvoir se référer aux procédures d'urgence en vigueur.

Il est important que toutes les déficiences découvertes et tous les travaux de maintenance effectués soient inscrits dans le carnet de route de l'aéronef avant le prochain vol, et ce, afin de prévenir toute ambiguïté quant à la nature et l'ampleur des déficiences et pour attester de la conformité des travaux effectués aux normes de navigabilité applicables.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 22 mai 2025. Le rapport a été officiellement publié le 28 mai 2025.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les principaux enjeux de sécurité auxquels il faut remédier pour rendre le système de transport canadien encore plus sécuritaire. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

Ce rapport est le résultat d'une enquête sur un événement de catégorie 4. Pour de plus amples renseignements, se référer à la Politique de classification des événements au www.bst.gc.ca

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

CONDITIONS D'UTILISATION

Utilisation dans le cadre d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre

La *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* stipule que :

- 7(3) Les conclusions du Bureau ne peuvent s'interpréter comme attribuant ou déterminant les responsabilités civiles ou pénales.
- 7(4) Les conclusions du Bureau ne lient pas les parties à une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Par conséquent, les enquêtes du BST et les rapports qui en découlent ne sont pas créés pour être utilisés dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Avisez le BST par écrit si le présent rapport d'enquête est utilisé ou pourrait être utilisé dans le cadre d'une telle procédure.

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire le présent rapport d'enquête en totalité ou en partie à des fins non commerciales, dans un format quelconque, sans frais ni autre permission, à condition :

- de faire preuve de diligence raisonnable quant à la précision du contenu reproduit;
- de préciser le titre complet du contenu reproduit, ainsi que de stipuler que le Bureau de la sécurité des transports du Canada est l'auteur;
- de préciser qu'il s'agit d'une reproduction de la version disponible au [URL où le document original se trouve].

Reproduction commerciale

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu du présent rapport d'enquête, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite du BST.

Contenu faisant l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie

Une partie du contenu du présent rapport d'enquête (notamment les images pour lesquelles une source autre que le BST est citée) fait l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie et est protégée par la *Loi sur le droit d'auteur* et des ententes internationales. Pour des renseignements sur la propriété et les restrictions en matière des droits d'auteurs, veuillez communiquer avec le BST.

Citation

Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A24Q0053* (publié le 28 mai 2025).

Bureau de la sécurité des transports du Canada
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741; 1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@bst.gc.ca

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2025

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A24Q0053

N° de cat. TU3-10/24-0053F-PDF
ISBN 978-0-660-77277-6

Le présent rapport se trouve sur le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.