



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A19C0026

DÉFAILLANCE DE L'ENSEMBLE DE MÂTS DE VOILURE ET COLLISION AVEC LE RELIEF

Piper J3C-65, C-FLDQ (privé)
Lac Snowshoe (Ontario)
30 mars 2019

Déroulement du vol

Le 30 mars 2019, un Piper J3C-65 en exploitation privée monté sur skis (immatriculation C-FLDQ, numéro de série 16839) effectuait un vol selon les règles de vol à vue (VFR) du lac Gun (Ontario) au lac Snowshoe (Ontario), à environ 53 milles marins (NM) au nord-ouest de l'aéroport de Kenora (CYQK) (Ontario), avec le pilote et 1 passager à bord. Le but de ce vol était d'amener le passager à un camp de chasse et de pêche éloigné pour y faire des travaux de rénovation. Le passager était un employé du pilote, lui-même propriétaire de l'avion et du camp.

À l'arrivée au lac Snowshoe, vers 13 h 19¹, le pilote a fait un passage à basse altitude en provenance du nord-nord-ouest, près du camp, pour attirer l'attention des occupants du camp sur leur arrivée. Durant le passage, le pilote a perdu la maîtrise de l'avion et a percuté la surface glacée du lac. Les témoins au camp ont immédiatement réagi et appelé les services d'urgence.

Le pilote a été mortellement blessé. Le passager a été grièvement blessé et a succombé à ses blessures 6 jours plus tard. L'avion a été détruit; aucun incendie ne s'est déclaré après l'impact. L'avion n'avait pas de radiobalise de repérage d'urgence (ELT), même si la loi l'exigeait.

Renseignements sur l'aéronef

Le Piper J3C-65 en cause dans cet événement était un avion monomoteur à ailes hautes à 2 places (en tandem) muni d'un train d'atterrissage classique. Il avait été construit par Piper Aircraft Corporation

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée du Centre (temps universel coordonné moins 5 heures).

en 1946. Ultérieurement, l'avion a été équipé d'un moteur Continental C90-12F² et de skis pour pouvoir être utilisé sur la neige et la glace. Sa capacité totale de carburant était de 12 gallons américains et il était certifié pour les vols VFR de jour seulement.

Conformément à la norme 625.86 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), l'aéronef en cause, sous exploitation privée, devait être entretenu selon le programme d'inspection annuel stipulé à la partie I de la norme 625, annexe B du RAC. On a appris à l'examen du carnet de route d'aéronef que la dernière entrée avait été faite le 16 octobre 2017, et que l'avion avait accumulé 6478 heures d'utilisation depuis la mise en service initiale de la cellule. Selon les dossiers de maintenance, la dernière inspection annuelle de l'avion remontait au 19 mai 2017, soit après 6450 heures d'utilisation depuis la mise en service initiale de la cellule. L'enquête a permis de déterminer qu'au moment de l'événement, l'avion avait volé en moyenne 35 heures par année au cours des 5 années précédentes et qu'il avait accumulé environ 6528 heures d'utilisation depuis la mise en service initiale de la cellule.

L'avion en cause était visé par la consigne de navigabilité (CN)³ 2015-08-04⁴, de la Federal Aviation Administration des États-Unis, exigeant l'inspection de l'ensemble de mâts de voilure du longeron principal pour repérer tout signe de corrosion. Cette CN était entrée en vigueur en juin 2015 et devait être respectée tous les 24 mois. Rien dans les dossiers de maintenance de l'avion n'indique que la CN 2015-08-04 a été suivie.

Masse et centrage

L'avion avait une masse à vide de 741 livres et une masse maximale au décollage de 1220 livres (sur les skis). L'enquête n'a pas permis de déterminer la quantité de carburant à bord au moment de l'événement. Un examen de la masse et du centrage à vide et pour le vol à l'étude a révélé que l'avion était exploité conformément aux limites de masse et de centrage fixées.

Renseignements sur le pilote

Le pilote était titulaire d'une licence canadienne de pilote professionnel – avion délivrée le 4 septembre 1990, et d'un certificat médical de catégorie 3 valide. Selon l'information recueillie au cours de l'enquête, il avait accumulé quelque 3000 heures de vol, dont environ 2500 sur l'avion en cause dans l'événement à l'étude. Les dossiers indiquaient que le pilote avait la licence et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

Renseignements météorologiques

Selon le message d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) émis à CYQK – la source la plus proche de données météorologiques pour l'aviation, à 53 NM au sud-est du lac Snowshoe – les conditions à 13 h (soit environ 19 minutes avant l'accident) étaient les suivantes :

² Modification conforme au certificat de type supplémentaire SA338CE – Continental C-90-12-F engine.

³ L'organisme de réglementation publie des consignes de navigabilité pour informer les exploitants d'aéronefs d'une défaillance qui nuit à la navigabilité de l'aéronef. D'après l'article 605.84 du *Règlement de l'aviation canadien*, lorsqu'elle est émise par l'État de conception, une CN est obligatoire et doit être observée, comme l'indique la consigne, à moins que Transports Canada émette sa propre CN pour remédier au même problème ou approuve un autre moyen de conformité.

⁴ La CN 2015-08-04 remplaçait la CN 1999-05-01-R1 qui se substituait à la CN 93-10-06; toutes ces consignes portaient sur les problèmes de corrosion des ensembles de mâts de voilure du longeron principal.

- vents : 320° vrai (V), variables de 280 °V à 360 °V, soufflant à 12 nœuds avec rafales à 19 nœuds;
- visibilité : 15 milles terrestres;
- quelques nuages à 4300 pieds au-dessus du niveau du sol (AGL), plafond de nuages fragmentés à 7200 pieds AGL;
- température : -4 °C.

Les conditions météorologiques n'ont pas été considérées comme un facteur contributif dans cet événement.

Examen de l'épave

L'avion a percuté la surface glacée du lac en position renversée à faible inclinaison; sa vitesse verticale de descente et sa vitesse de déplacement étaient élevées. L'avion s'est immobilisé à l'endroit et orienté vers le nord, à environ 125 pieds du point d'impact initial (figure 1).

Le pilote occupait le siège avant et le passager était assis à l'arrière de l'avion. Seul le siège avant était équipé d'un manche à balai. L'avion avait des ceintures sous-abdominale avant et arrière, mais pas de siège passager installé à l'arrière. L'enquête a permis de déterminer que le pilote et le passager ne portaient pas leur ceinture sous-abdominale au moment de l'accident.

L'avion transportait divers articles qui n'avaient pas été arrimés.

Une inspection des câbles de commandes de vol n'a révélé aucune anomalie antérieure à l'impact. Les dommages subis par le moteur et l'hélice laissent croire que l'hélice tournait et que le moteur produisait une puissance relativement élevée au moment de l'impact.

Une inspection de la cellule sur les lieux de l'accident a révélé que l'ensemble de mâts de voilure du longeron principal gauche s'était séparé près de la chape inférieure de l'attache (figure 2). Un examen visuel de l'ensemble de mâts de voilure a révélé une corrosion excessive dans la zone où la séparation s'est produite. L'ensemble de mâts rompu a été envoyé au Laboratoire d'ingénierie du BST à Ottawa (Ontario) à des fins d'analyse.

Figure 2. Dommages à l'ensemble de mâts de voilure du longeron principal gauche (Source : BST)



Figure 1. Site de l'épave (Source : BST)



Structure des ailes de l'avion

La structure des ailes de l'avion est recouverte de tissu et est composée de longerons d'aile avant et arrière, d'un bord d'attaque et de plusieurs nervures en aluminium. Les ailes sont fixées à la partie supérieure de la structure du fuselage; chaque aile est soutenue approximativement à la mi-longueur par des ensembles de mâts de voilure avant et arrière. Les ensembles de mâts de voilure relient la structure inférieure du fuselage à chaque ensemble de longeron avant et arrière de l'aile. Les mâts de voilure transfèrent les charges de vol aux ailes et sont sous tension pendant le vol. Inversement, lorsque l'avion est au sol, les mâts de voilure subissent une compression.

À l'origine, les avions Piper de la série J3 avaient des mâts de voilure se terminant par des chapes filetées de $\frac{3}{8}$ pouce. Toutefois, la taille des chapes filetées des mâts de voilure a peu après été portée à $\frac{7}{16}$ pouce. Les deux types de mâts de voilure étaient faits d'acier ordinaire et ouverts aux 2 bouts une fois les chapes retirées. L'avion à l'étude avait des mâts de voilure à bouts ouverts (numéro de pièce 13233-4 pour le longeron principal et numéro de pièce 12352-4 pour le longeron arrière) avec des chapes filetées de $\frac{7}{16}$ pouce.

En 1989, de nouveaux ensembles de mâts de voilure fermés en acier ordinaire ont été fabriqués avec des chapes filetées de $\frac{5}{8}$ pouce. Une fois les nouveaux ensembles de mâts de voilure fermés installés, l'inspection aux 24 mois prescrite par la CN 2015-08-04 n'est plus requise.

Examen des mâts de voilure

L'analyse de l'ensemble de mâts de voilure défectueux par le Laboratoire d'ingénierie du BST a révélé que la défaillance était attribuable à une corrosion et à un amincissement excessifs de la surface intérieure portante du mât. Cet état a provoqué une fatigue et finalement, une rupture en surcharge.

La CN 2015-08-04 stipule que, pour satisfaire à ses exigences, on peut inspecter l'ensemble des mâts de voilure soit par essai de perforation, méthode décrite dans le bulletin de service obligatoire (BSO) 528D publié par Piper, soit par ultrasons, méthode décrite dans la CN même. Si l'un ou l'autre de ces essais révèle une importante corrosion, la CN exige le remplacement de l'ensemble de mâts de voilure. La CN donne aussi le choix de remplacer l'ensemble de mâts de voilure au lieu d'effectuer l'une des deux méthodes d'inspection admissibles.

Le Laboratoire d'ingénierie du BST a réalisé des examens plus approfondis de l'ensemble de mâts de voilure rompu ainsi que l'essai de perforation prescrit dans le BSO 528D. D'après ce bulletin, si l'essai de perforation produit un enfoncement apparent⁵ au moyen d'un pointeau⁶, le métal de l'ensemble de mâts de voilure est corrodé au-delà de la limite spécifiée, et l'ensemble doit être remplacé avant que l'avion puisse voler de nouveau. Si aucun enfoncement n'est apparent, l'ensemble de mâts de voilure peut demeurer en service. Des représentants de Piper Aircraft Inc. et Transports Canada (TC) ont observé les essais. Plusieurs essais de perforation ont été faits tout près et plus loin de la zone de rupture, sur les moitiés supérieure et inférieure de l'ensemble de mâts de voilure rompu.

L'autre méthode décrite dans la CN consiste en une inspection aux ultrasons. L'épaisseur typique de la paroi d'un mât de voilure de référence est entre 0,034 et 0,041 pouce. D'après la procédure

⁵ Dans le contexte du BSO 528D publié par Piper, un « enfoncement apparent » est un enfoncement (c'est-à-dire une déformation plastique) dans le métal visible à l'œil nu dans des conditions d'éclairage normales.

⁶ Un pointeau comprend une petite pointe arrondie sous pression au bout d'un cylindre gradué qui sert normalement à tester la résistance de l'entoilage d'un avion.

d'inspection aux ultrasons, si l'épaisseur d'une paroi est de 0,024 pouce ou moins, l'ensemble de mâts de voilure doit être remplacé avant que l'avion puisse voler de nouveau. Aucune inspection aux ultrasons n'a été faite sur l'ensemble de mâts de voilure rompu. Toutefois, on a réalisé un examen de la pièce au microscope électronique à balayage pour mesurer avec exactitude l'épaisseur de la paroi. Cet examen a permis de déterminer ce qui suit :

- Dans la zone très corrodée de la moitié inférieure du mât de voilure rompu, l'épaisseur de la paroi n'était plus que de 0,002 à 0,019 pouce, soit largement inférieure au minimum requis. Des essais de perforation effectués dans cette zone ont produit un enfoncement apparent;
- Dans la zone corrodée de la moitié supérieure du mât de voilure rompu, l'épaisseur de la paroi était de 0,021 à 0,031 pouce; ainsi, l'épaisseur à certains endroits était inférieure au minimum requis. Des essais de perforation effectués dans cette zone n'ont produit aucun enfoncement apparent.

Mesures de sécurité prises

Le 31 juillet 2019, le BST a émis un avis de sécurité⁷ pour informer les organismes de réglementation et le constructeur de l'avion en cause des risques associés à l'utilisation de la méthode d'inspection par essai de perforation mentionnée dans la CN 2015-08-04 et prescrite par le BSO 528D.

Messages de sécurité

L'entretien d'un aéronef conformément aux normes de navigabilité pertinentes est important pour s'assurer qu'il est sécuritaire et en état de vol.

Veiller à ce que les aéronefs soient munis d'un siège pour chaque occupant est l'une des mesures que peuvent prendre les propriétaires et exploitants pour améliorer la sécurité de vol. En outre, les dispositifs de retenue sont des éléments importants de l'équipement de sécurité embarqué, et leur port peut réduire les risques de blessure ou de mort en cas d'accident.

Les bagages et marchandises à bord des aéronefs devraient être bien arrimés pour empêcher qu'ils se déplacent et blessent les pilotes et les passagers.

Dans l'événement à l'étude, des témoins oculaires de l'accident ont immédiatement appelé les secours. Lorsque personne n'est témoin d'un accident, les ELT sont essentielles pour alerter rapidement les organismes de recherche et sauvetage.

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 18 septembre 2019. Il a été officiellement publié le 8 octobre 2019.

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.

⁷ Avis de sécurité aérienne A19C0026-D1-A1 du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST), Consigne de navigabilité 2015-08-04 de la Federal Aviation Administration – Fiabilité de l'inspection de l'ensemble de mâts de voilure du longeron principal – Méthode d'essai de perforation.

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

Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire ce 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 ce 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 de ce 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 protégé 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 A19C0026* (publié le 8 octobre 2019).

Bureau de la sécurité des transports du Canada
Place du Centre
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 la Reine du chef du Canada, représentée par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2019

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A19C0026

N° de cat. TU3-10/19-0026F-1-PDF
ISBN 978-0-660-32757-0

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.