

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT AÉRONAUTIQUE  
A99C0208

PERTE DE PUISSANCE ET ATERRISSAGE FORCÉ

SOWIND AIR LTD.  
PIPER PA-31-350 C-GHMK  
PRINCESS HARBOUR (MANITOBA)  
LE 29 AOÛT 1999

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 sur un accident aéronautique

### Perte de puissance et atterrissage forcé

Sowind Air Ltd.

Piper PA-31-350 C-GHMK

Princess Harbour (Manitoba)

Le 29 août 1999

Rapport numéro A99C0208

### *Sommaire*

Le Piper PA-31-350 Navajo, portant le numéro d'immatriculation C-GHMK, avait décollé de St. Andrews (Manitoba) pour effectuer un vol d'affrètement selon les règles de vol à vue (VFR) à destination de Berens River. Il y avait à bord un pilote et dix passagers, dont un jeune enfant, ainsi qu'un chien qui avait été placé dans le compartiment à bagages derrière le siège arrière droit. Vers 15 h 30, heure avancée du Centre (HAC), alors que l'avion volait à une altitude de quelque 2 500 pieds et qu'il se trouvait à environ 30 milles marins au sud de Berens River, le pilote a entendu un grand bruit en provenance du moteur gauche. Il a vu que le capot du moteur gauche était déformé et il a aperçu de la fumée qui sortait du moteur. L'avion a également amorcé un mouvement de lacet à gauche. Une partie du capot moteur s'est détachée en vol. Le pilote n'a pas pu tirer la manette de pas de l'hélice gauche au-delà de la moitié de sa course normale, et il n'a donc pas pu mettre l'hélice en drapeau. Il a réglé le moteur droit à pleine puissance, mais l'avion n'a pas pu maintenir son altitude. Le pilote a avisé le répartiteur de la compagnie par radio qu'il allait tenter un atterrissage forcé, et il s'est posé dans une tourbière. Toutes les personnes à bord, ainsi que le chien, sont sortis de l'appareil. Cinq des passagers ont été légèrement blessés au cours de l'évacuation. Un incendie s'est déclaré et a détruit l'avion, sauf la partie de l'empennage située à l'arrière des stabilisateurs.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

Avant le départ, le pilote avait effectué un point fixe, conformément aux procédures d'utilisation normalisées de l'exploitant, et il n'avait noté aucune anomalie. La masse de l'avion au décollage était de 6 676 livres. Selon les calculs, la masse et le centrage de l'appareil étaient dans les limites prescrites.

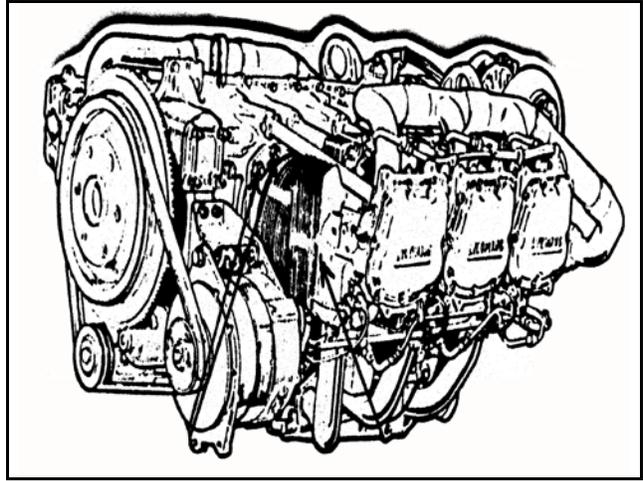
L'avion a laissé un sillon de quelque 700 pieds de longueur. Il a fini sa course dans la tourbière, train rentré perpendiculairement à la trajectoire de vol. Sur l'aire d'atterrissage se trouvaient de petits arbres d'environ deux à trois pouces de diamètre qui ont été sectionnés par l'avion au cours de l'approche. L'appareil est descendu d'une hauteur de 20 pieds jusqu'au sol, sur une distance de 300 pieds. Le train d'atterrissage et les volets étaient rentrés.

Tous les passagers portaient leur ceinture de sécurité, à l'exception du jeune enfant, qui était sur les genoux de sa mère. Le passager qui occupait le siège du copilote portait une ceinture et des bretelles de sécurité. Aucune fumée ni flamme n'a pénétré à l'intérieur de la cabine pendant le vol, et la cabine est demeurée intacte pendant l'atterrissage forcé. Les passagers et le chien sont sortis de la cabine par l'issue de secours du côté droit. Après l'évacuation, le pilote a ordonné à tous les passagers de s'éloigner de l'avion. Le pilote est sorti par la porte du poste de pilotage et, à l'aide d'un extincteur portatif, il a tenté vainement d'éteindre les flammes qui s'échappaient de la région du moteur gauche. L'incendie a finalement été maîtrisé par un bombardier d'eau qui se trouvait dans la région au moment de l'accident.

Après l'accident, on a capté le signal d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT). L'ELT était montée sous un carénage, entre la partie supérieure de la section arrière du fuselage et la partie inférieure du bord d'attaque de la dérive. L'ELT n'était pas visible de l'extérieur de l'avion, et pour y avoir accès il fallait enlever le carénage à l'aide d'un tournevis. En plus de l'interrupteur situé sur l'ELT même, il y avait un interrupteur de télécommande d'armement situé sur le tableau de bord du poste de pilotage. Le boîtier de l'ELT a été lourdement endommagé par l'incendie, et l'interrupteur situé sur l'ELT ainsi que l'interrupteur de télécommande ont été détruits.

Les cartons de consignes passagers indiquaient comment faire fonctionner l'ELT en cas d'urgence, mais comme on ne pouvait atteindre l'ELT sans l'aide d'outils, son utilisation en cas d'urgence était plus compliquée que ce que laissaient entendre les consignes. On n'a découvert aucun outil qui aurait permis d'atteindre l'ELT, et aucun règlement n'exigeait la présence de tels outils.

Le cylindre numéro deux du moteur gauche s'est détaché du bloc-cylindres au niveau des goujons de cylindre et on l'a retrouvé à côté du moteur, où il était encore relié au carter d'huile par sa propre conduite de retour d'huile. On n'a pas retrouvé la bielle ni le piston, et la conduite de l'injecteur de carburant était sectionnée. Le cylindre numéro deux est monté juste à l'arrière de la commande du régulateur d'hélice et juste à l'avant du cylindre numéro quatre. Le capot inférieur gauche est resté en place, mais il a été détruit dans l'incendie; néanmoins, il est parvenu à retenir le cylindre détaché. La moitié de la jupe du cylindre était manquante, et le reste de la jupe était lourdement endommagé. On a trouvé l'hélice gauche à un réglage de pas moyen, tandis que l'hélice droite était complètement en drapeau. Le pilote a mis l'hélice droite en drapeau juste avant que l'avion ne touche le sol. On a récupéré sur les lieux de l'accident près du moteur gauche deux écrous à embase d'un demi-pouce qui contenaient des fragments de boulons fracturés, un écrou à embase de 3/8 pouce qui contenait également un fragment de boulon, et un écrou à embase d'un demi-pouce qui ne contenait pas de fragment de boulon.



Le carnet de bord de l'avion a été détruit dans l'incendie. Le moteur gauche totalisait environ 972 heures de fonctionnement. Les dossiers techniques de l'avion ont révélé que le moteur gauche avait subi une panne du cylindre numéro trois 79,5 heures avant l'accident. À ce moment-là, tous les goujons du cylindre numéro trois s'étaient rompus, et le cylindre avait été retenu en place par deux boulons traversants d'un demi-pouce. Lors de la réparation, on avait remplacé tous les goujons et boulons traversants ainsi que le cylindre. Le technicien d'entretien d'aéronefs (TEA) qui a remplacé le cylindre numéro trois du moteur gauche a déclaré qu'il avait vérifié le couple de serrage de tous les écrous à embase du moteur gauche après le remplacement du cylindre. Le BST a vérifié la précision de la clé dynamométrique utilisée par le TEA et il a constaté qu'elle respectait largement les normes prescrites. Le pilote et le TEA ont déclaré que le moteur n'avait pas été surchargé (surrégime).

L'examen du moteur gauche a révélé que le boulon traversant inférieur avant d'un demi-pouce du cylindre numéro trois n'avait pas d'écrou à embase de cylindre. Le boulon traversant supérieur avant du cylindre numéro trois était reculé contre les ailettes du cylindre. L'inspection en cours de démontage du moteur gauche a été difficile en raison des dommages causés par l'incendie. Le boulon traversant inférieur arrière d'un demi-pouce du cylindre numéro un s'est fracturé lorsqu'on a tenté de retirer l'écrou à embase.

L'inspection en cours de démontage du moteur gauche a révélé que l'écrou à embase du boulon traversant inférieur avant d'un demi-pouce du cylindre numéro trois était manquant. Il est probable que l'écrou à embase d'un demi-pouce retrouvé sans fragment de boulon sur les lieux de l'accident à proximité du moteur gauche provenait de ce boulon traversant. Lorsque ce boulon traversant n'exerce pas une force de serrage suffisante, ce sont à la fois les cylindres numéro deux et numéro trois qui ne sont pas serrés avec la force requise. La force de serrage requise s'obtient en exerçant les couples de serrage prescrits sur les écrous de fixation du cylindre. Après l'installation d'un cylindre, il n'est pas suffisant de simplement serrer les écrous à embase de cylindre du cylindre que l'on remplace; il faut également vérifier le couple de serrage du cylindre opposé qui partage les mêmes boulons traversants. Si les écrous du cylindre opposé ne sont pas suffisamment serrés, alors les boulons traversants ne peuvent exercer la force de serrage nécessaire sur les deux cylindres.

Le motoriste a indiqué que le remplacement sur place des cylindres se faisait parfois dans des conditions où de la peinture ou autres corps étrangers risquaient de se loger entre le cylindre et la bride de fixation ou sous les écrous de fixation. Les vibrations engendrées par le fonctionnement du moteur peuvent subséquemment déloger les corps étrangers présents sous la bride ou les écrous de fixation, ce qui peut entraîner une perte de force de serrage du cylindre. En raison des dommages causés par l'incendie, il a été impossible de déterminer si de tels corps étrangers étaient en cause dans l'accident. Cependant, on avait examiné les écrous de fixation lors d'une inspection d'entretien de routine quelque trois heures de vol après le changement de cylindre, et on n'avait noté aucun corps étranger dans cette zone.

Le motoriste a indiqué que, lorsque la force de serrage exercée par tout écrou à embase d'un cylindre est insuffisante, la force de retenue est transférée sur les sept autres goujons de cylindre restants qui prennent alors la pleine charge du cylindre, ce qui peut éventuellement causer une rupture par fatigue. La consigne de service de Lycoming numéro 1029D (partie II) et le manuel d'utilisation de Lycoming (référence 60297-23) stipulent les procédures de serrage à suivre pour le remplacement des cylindres. Les deux documents précisent qu'il faut serrer à nouveau les écrous à embase du cylindre opposé qui partage les mêmes boulons traversants que le cylindre qui a été remplacé.

À 15 h HAC, le jour de l'accident, le système d'observation météorologique automatique (AWOS) de Berens River faisait état des conditions suivantes : température de 20 degrés Celsius, point de rosée de six degrés Celsius et calage altimétrique de 31,09 pouces. Les données sur le plafond, la visibilité et le vent étaient manquantes. La prévision de zone pour la région de l'accident faisait état des conditions suivantes : nuages épars à une altitude comprise entre 5 000 et 6 000 pieds, mince couche de nuages épars en altitude, visibilité supérieure à six miles, et vents de surface soufflant du sud-est à 10 noeuds avec des rafales à 20 noeuds. Les conditions météorologiques au moment de l'accident étaient favorables au vol à vue et elles n'ont joué aucun rôle dans l'accident.

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote professionnel en état de validité pour monomoteur, multimoteur et hydravion. Il possédait une qualification de vol aux instruments du groupe 1. Il avait subi avec succès une vérification compétence pilote (PPC) sur le type d'avion en cause qui était valide jusqu'au 1<sup>er</sup> mai 2000. Le pilote possédait un certificat médical de catégorie 1 valide. Rien n'indique qu'une incapacité ou des facteurs physiologiques aient perturbé les capacités du pilote.

Le manuel de vol de l'avion indique que l'avion devrait être en mesure de maintenir un taux de montée de quelque 250 pieds par minute sur un seul moteur si l'hélice de l'autre moteur est en drapeau et que le train d'atterrissage et les volets sont rentrés.

## *Analyse*

Après la perte de puissance du moteur gauche, le pilote a tenté de couper le moteur, mais il a été incapable de mettre l'hélice gauche en drapeau, car il ne pouvait pas déplacer la manette de pas de l'hélice gauche sur toute sa course. L'avion a été incapable de maintenir son altitude sur le seul moteur droit à cause de la traînée engendrée par l'hélice gauche qui n'était pas en drapeau et par le capot du moteur gauche déformé.

Même si le cylindre numéro deux s'est séparé du bloc-cylindres, il a été retenu à l'intérieur du compartiment moteur par le régulateur d'hélice, le cylindre numéro quatre, et le capot inférieur du moteur. Il y a très peu d'espace entre la commande du régulateur d'hélice et le cylindre numéro deux, et en se séparant, le cylindre numéro deux est venu entraver le fonctionnement de la commande du régulateur d'hélice, ce qui a empêché le déplacement de la manette de pas sur sa course. Lors de la séparation du cylindre numéro deux, l'huile moteur et le carburant en provenance de la conduite sectionnée de l'injecteur ont sans doute éclaboussé le tuyau d'échappement chaud, ce qui a engendré de la fumée et a provoqué l'incendie qui a subséquentement détruit l'avion.

Les dommages aux arbres sur la trajectoire d'approche de l'avion laissent croire que le pilote a réussi à garder la maîtrise de l'appareil pendant l'approche et à effectuer une descente très graduelle. L'avion s'est immobilisé à l'endroit, ce qui a facilité l'évacuation. Le pilote est resté en contact avec le répartiteur de la compagnie par radio VHF (à très haute fréquence) et il a participé à la coordination des opérations de sauvetage.

Même si c'est le cylindre numéro trois auquel il manquait un écrou à embase, le boulon traversant est partagé avec le point de fixation inférieur arrière du cylindre numéro deux. Le fait que l'écrou à embase du boulon traversant se soit détaché indique qu'il n'était pas suffisamment serré; toutefois, il a été impossible de déterminer si l'écrou à embase n'a pas été serré suffisamment lorsqu'il a été posé ou s'il s'est desserré pendant le fonctionnement du moteur. Le couple de serrage insuffisant de l'écrou à embase du cylindre numéro trois a empêché l'écrou à embase inférieur arrière d'exercer une force de serrage suffisante sur le cylindre numéro deux. Puisqu'il n'y avait pas la force de serrage requise au niveau du point de fixation inférieur d'un demi-pouce du cylindre numéro deux, la charge a été répartie sur les autres boulons du cylindre qui se sont finalement rompus par fatigue. L'analyse des goujons et des boulons traversants fracturés effectuée par le Laboratoire technique du BST a révélé des signes de rupture par fatigue.

L'enquête a donné lieu au rapport de laboratoire suivant :

LP 117/99 - *Cylindre hold-down stud and through bolt failure* (Rupture de goujons de fixation et de boulons traversants de cylindre).

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

1. L'écrou à embase du boulon traversant inférieur avant du cylindre numéro trois était manquant, ce qui a permis à l'écrou à embase inférieur arrière du cylindre numéro deux de se desserrer.
2. Le fait que l'écrou à embase du boulon traversant était absent indique que l'écrou n'était pas suffisamment serré, mais il a été impossible de déterminer si l'écrou n'avait pas été suffisamment serré au moment de sa pose ou s'il s'est desserré pendant que le moteur tournait.
3. Les goujons de trois huitièmes de pouce et les boulons traversants d'un demi-pouce du cylindre numéro deux se sont rompus par fatigue, et le cylindre numéro deux s'est détaché du bloc-cylindres du moteur gauche.
4. Le pilote n'a pas réussi à mettre l'hélice gauche en drapeau parce que le cylindre numéro deux qui s'était séparé a gêné le fonctionnement de la commande du régulateur de pas de l'hélice.
5. L'avion n'a pas pu maintenir son altitude à cause de la traînée engendrée par l'hélice gauche qui n'était pas en drapeau et par le capot déformé du moteur gauche.

### *Autres faits établis*

1. Le pilote possédait la licence et les qualifications nécessaires au vol.
2. La masse et le centrage de l'avion se trouvaient dans les limites prescrites au moment de l'accident.
3. L'ELT se trouvait dans un endroit qui n'était pas facile d'accès sans l'utilisation d'outils.

## *Mesures de sécurité*

La compagnie a modifié l'emplacement des ELT sur les autres appareils de sa flotte pour que les ELT soient plus faciles d'accès.

Transports Canada doit publier un article dans le *Mainteneur*, son bulletin de nouvelles destiné aux TEA pour souligner l'importance de bien suivre les procédures de serrage recommandées, en particulier lors du remplacement d'un cylindre. De plus, Transports Canada offre un programme de formation national intitulé « Les facteurs humains en maintenance des aéronefs » qui porte sur la façon d'éviter les erreurs de maintenance liées aux facteurs humains.

*Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 3 août 2000.*