

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

**RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT AÉRONAUTIQUE**  
**A99C0087**



**COLLISION AVEC LE RELIEF**

**POINTS NORTH AIR SERVICES**  
**DE HAVILLAND DHC-3 C-FASV**  
**22 nm au nord-ouest de POINTS NORTH LANDING**  
**(SASKATCHEWAN)**  
**LE 1<sup>ER</sup> MAI 1999**

**Canada**

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

### Collision avec le relief

Points North Air Services  
de Havilland DHC-3 C-FASV  
22 nm au nord-ouest de Points North Landing  
(Saskatchewan)  
Le 1<sup>er</sup> mai 1999

Rapport numéro A99C0087

### *Sommaire*

Le de Havilland DHC-3 Otter C-FASV, numéro de série 23, équipé de roues et de skis, transportait des équipes de construction routière entre des camps de base et des chantiers dans le nord de la Saskatchewan. Une équipe de cinq hommes était transportée d'un camp de base jusqu'à un petit lac situé à quelque 22 milles marins (nm) de Points North Landing, la base principale de la compagnie. L'équipe avait été déposée à cet endroit le matin, et l'avion devait venir chercher les hommes de l'équipe en fin d'après-midi. Le pilote était revenu à Points North Landing et avait rempli les réservoirs de carburant de l'appareil à partir de la réserve de carburant principale de la compagnie. Lorsque le pilote est revenu chercher l'équipe, la température extérieure était d'environ sept degrés Celsius et la surface gelée du lac était recouverte de cinq ou six pouces de neige fondante. Le pilote a fait embarquer les passagers et a essayé de décoller. L'appareil a accéléré lentement dans la neige fondante. Le pilote a alors interrompu le décollage. Il a alors choisi une course au décollage différente, a demandé à un passager de s'asseoir à l'avant de l'appareil, et a essayé de décoller de nouveau. Le pilote a poursuivi sa course au-delà du point de décision qu'il avait choisi précédemment. Le régime du moteur a, semble-t-il, baissé d'environ 150 tr/min. L'appareil n'a pas quitté le sol et est allé percuter la rive et a glissé sur environ 300 pieds. Un violent incendie a immédiatement éclaté. Les passagers et le pilote ont évacué l'appareil. Seul un passager a subi des brûlures légères durant l'évacuation. Le fuselage et le moteur ont été détruits par les flammes. L'appareil est une perte totale.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

À Points North Landing, le pilote a embarqué un peu de fret et a rempli les réservoirs de l'appareil comme pour une mission de quatre jours pour ne pas avoir à transporter des barils de carburant jusqu'aux camps éloignés. Il a ensuite volé jusqu'au lac où il devait reprendre l'équipe. Le lac était utilisé à cet effet depuis quelques jours déjà. Le pilote a fait embarquer les passagers et a essayé de décoller en partant du point de rendez-vous vers le relief le moins élevé se trouvant sur la rive opposée. L'appareil a accéléré lentement dans la neige fondante. La queue a tardé à quitter le sol, et le pilote a interrompu le décollage après avoir parcouru environ les deux tiers de la distance disponible. Il s'est ensuite rendu à un autre endroit pour disposer de la plus longue distance de décollage disponible. Il a également demandé à un passager corpulent de s'asseoir à l'avant de l'appareil pour permettre à la queue de l'appareil de quitter le sol plus rapidement, puis il a effectué une seconde tentative de décollage en suivant les traces qu'il avait faites pour venir se placer en position de décollage. La queue de l'appareil a quitté le sol plus rapidement la seconde fois, et le pilote a poursuivi sa course au décollage au-delà du point de décision qu'il avait choisi précédemment. Même si l'appareil n'avait pas encore quitté le sol, le pilote a pensé qu'il pourrait décoller. Il a indiqué que le régime du moteur avait alors baissé d'environ 150 tr/min, mais qu'il ne disposait plus d'une distance suffisante pour s'arrêter. Il a continué la course au décollage croyant que l'appareil quitterait le sol avant d'atteindre la rive. L'appareil n'a pas quitté le sol et a percuté des rochers sur la rive. Le pilote a essayé de maintenir le nez de l'appareil vers le haut, mais l'appareil a rebondi dans de petits arbres sur la rive. L'appareil a alors glissé sur la rive avant de s'immobiliser à environ 300 pieds de la rive et de prendre feu.

Les conditions météorologiques au moment de l'accident étaient les suivantes : ciel couvert, vents faibles et température d'environ sept degrés Celsius. Les conditions météorologiques observées à Stony Rapids, situé à environ 60 nm au nord-ouest, étaient les suivantes : plafond couvert à 1 800 pieds, visibilité de 15 milles terrestres, vents faibles, température de cinq degrés Celsius, point de rosée de 1,9 degré Celsius et pression altimétrique de 29,63 pouces de mercure.

Selon le manuel de vol, le régime de décollage du moteur est de 2 250 tr/min, et aucun degré de variation de régime acceptable n'est indiqué. Durant les 10 jours précédant l'accident, le pilote de l'avion accidenté avait remarqué que le régime du moteur, à de nombreuses reprises, avait baissé durant le décollage au-dessous de 2 250 tr/min pour se stabiliser à 2 000 tr/min. Jusque là, le rendement du moteur avait toujours été suffisant pour décoller du lac où s'est produit l'accident, et le pilote s'était habitué à cette baisse régulière du rendement du moteur. Compte tenu des conditions qui prévalaient le jour de l'accident, le pilote a continué de penser que le rendement du moteur était acceptable et a décidé de continuer à décoller de ce lac. Le pilote n'a pas noté les variations de régime en tant que défaillance dans le livret technique de l'appareil.

Les skis de l'appareil ont laissé des traces dans la neige fondante recouvrant la surface gelée du lac durant les deux tentatives de décollage. La première trace part de la route d'accès qui se trouve au sud-ouest du lac et à travers le lac vers l'est en direction du relief le moins élevé. La

distance de course disponible est d'environ 1 800 pieds. Les traces de ski indiquent que la queue de l'appareil a quitté le sol à peu près au milieu du lac et est retombée au sol à environ 400 pieds de la rive. Les traces de ski laissées par l'appareil indiquent que l'appareil a ensuite fait demi-tour à environ 90 pieds de la rive. Après ce demi-tour, les traces se dirigent vers le nord-ouest du lac. Les traces indiquent que le cap de la seconde course au décollage était plus au sud que celui de la première course. La deuxième course a été légèrement plus longue (environ 2 000 pieds) que la première, mais elle présentait l'inconvénient de se terminer sur un terrain plus ascendant. Les traces du second décollage suivent les traces laissées par les skis de l'appareil pour revenir se placer en position de décollage et se poursuivent jusqu'au milieu du lac. La trace du ski de queue indique que la queue de l'avion a quitté le sol avant que l'avion atteigne le milieu du lac, mais les traces des skis principaux sont toutes les deux visibles jusqu'à environ 400 pieds de la rive. À ce point, la trace du ski gauche semble plus profonde et plus sombre, mais la trace du ski droit disparaît pour réapparaître à environ 130 pieds de la rive et se poursuit sur une cinquantaine de pieds. La trace du ski de queue réapparaît à environ 90 pieds de la rive et est visible jusqu'à la rive. Ces traces sont visibles jusqu'au début du sillon laissé sur la rive par l'épave.

Lorsqu'il est devenu évident que la collision avec la rive était inévitable, le pilote a coupé les magnétos. Lors de la collision, l'appareil a été projeté dans les airs et est retombé au sol de 100 à 150 pieds plus loin. Des arbres d'un diamètre pouvant atteindre 3 pouces ont été tranchés en diagonale par les pales de l'hélice. Les pales sont également entrées en contact avec le sol et les rochers. Les extrémités de deux des pales ont subi des dommages typiques d'une hélice qui tourne à régime élevé. Les mesures prises sur la pale n° 1 de l'hélice et les traces d'impact sur ses cales indiquent que l'angle de la pale était de 18,5 degrés, ce qui est la valeur limite du petit pas. L'étendue des dégâts causés par l'incendie a empêché d'évaluer la position des commandes de l'hélice et le rendement du régulateur de l'hélice. Toutefois, l'angle de petit pas de la pale est typique d'un régulateur d'hélice qui cherche à augmenter le régime du moteur / de l'hélice après que les magnétos ont été coupées. Les entailles sur les arbres sur les lieux de l'accident, les dégâts subis par l'extrémité de la pale et l'angle de petit pas de l'hélice indiquent que l'hélice possédait une énergie de rotation élevée mais était en condition de favoriser une augmentation du régime du moteur / de l'hélice au moment où l'hélice a percuté le sol.

L'incendie a détruit l'appareil du boîtier d'accessoire arrière du moteur jusqu'à l'encadrement de la porte arrière, ainsi que les deux ailes jusqu'à environ quatre pieds à partir de leur emplanture. Les sections extérieures des ailes sont tombées directement sur le sol, perpendiculairement au fuselage carbonisé. La queue de l'appareil n'a pas été endommagée. Elle est restée debout, alignée sur la portion brûlée du fuselage. L'incendie a lourdement endommagé le moteur et les accessoires et il a été impossible d'effectuer des essais sur le régulateur de l'hélice ou sur les accessoires des magnétos.

Les cylindres du moteur et la section du nez ne semblaient pas endommagés. L'hélice est restée fixée à l'arbre du moteur. L'ensemble roue-ski de gauche a été tordu lors de la collision avec la rive. Des traces de Téflon, provenant de la semelle du ski, étaient visibles sur les rochers de la rive où s'est produit la collision. Tous les accessoires montés sur le boîtier d'accessoire arrière du moteur de même que le boîtier d'accessoire arrière ont été détruits dans l'incendie.

La masse maximale brute autorisée pour l'appareil était de 8 000 livres. Le carnet de bord a été détruit dans l'accident, et le centrage et la masse de l'avion n'ont pas pu être calculés avec précision. Néanmoins, l'information recueillie indique que la masse de l'appareil était d'environ 7 672 livres au décollage du lac et que le centrage de l'appareil se trouvait dans les limites prescrites. La masse de carburant, lors de la tentative de décollage ayant mené à l'accident, a été estimée à environ 1 150 livres et celle du fret à environ 100 livres. Le pilote avait décollé du lac les deux jours précédant l'accident. La veille de l'accident, l'appareil avait transporté les mêmes passagers, une masse de carburant d'environ 366 livres et aucun fret; à ce moment-là, il pesait donc 884 livres de moins que lors du vol de l'accident, soit 10 %.

La publication de Transports Canada intitulée *Conseils sur l'utilisation des petits aéronefs* (TP 4441F) précise que les petits appareils décollent souvent de pistes plus courtes qui n'atteignent pas la distance d'accélération-arrêt complète. La publication recommande que le décollage s'effectue dans les 75 premiers pour cent de la distance disponible. La publication recommande de plus que le pilote réduise la masse de l'appareil ou repousse le décollage jusqu'à ce que les vents et l'altitude-densité soient plus favorables si le principe des 75 % ne peut pas être appliqué.

Le manuel de vol de l'appareil DHC-3 Otter fournit peu de renseignements sur les opérations avec des skis. La section 7, intitulée « Exploitation tous temps », précise qu'il faut effectuer le décollage avec précaution sur de la neige ou sur de la neige fondante non tassée, car le taux d'accélération, dans de telles conditions, est médiocre.

L'approche avec précaution n'est pas définie, mais il semble prudent de suivre les recommandations formulées par Transports Canada dans la publication TP 4441F lorsque le décollage s'effectue sur de la neige ou sur de la neige fondante non tassée.

Le rapport MM-225, intitulé *Aircraft Ski Research in Canada*, du Conseil national de recherches du Canada (CNRC), qui porte sur un programme de recherche approfondie visant la fabrication de skis (pour avion) plus performants, donne des renseignements sur l'utilisation des skis. Le paragraphe suivant résume les renseignements pertinents qui figurent dans cette publication :

Très tôt au cours des essais, il est apparu que la résistance au glissement et l'adhérence dépendaient beaucoup plus de l'état de la neige que de la conception du ski. De plus, les qualités de glisse de la neige variaient continuellement et il n'était pas rare d'observer des changements marqués se produire en moins d'une heure. La publication indique que, dans certains cas, la résistance au glissement des skis d'avion était telle qu'il était impossible d'atteindre la vitesse d'envol. On a découvert que l'on pouvait diviser la résistance au glissement d'un ski en diverses composantes : (a) la résistance due au tassement de la neige lorsque le ski fait sa trace, qui est analogue à la traînée de forme en aérodynamique, et (b) la résistance due au frottement. Dans le cas de la neige sèche, la résistance du ski est essentiellement due (a) au frottement sec qui se produit surtout à la pointe du ski, (b) à la traînée visqueuse due au déchirement de la très fine

pellicule d'eau se trouvant entre le ski et la zone de contact, et (c) à la traînée due aux forces de tension superficielle agissant sur la surface des gouttelettes d'eau qui sont au contact de la semelle du ski. Dans le cas de la neige très mouillée, l'intégralité de la semelle du ski est mouillée et la plus grande partie de la résistance est due à la traînée visqueuse qui augmente avec le carré de la vitesse. Les trois composantes de frottement du ski (le frottement sec, la traînée visqueuse et les forces de tension superficielle) augmentent lorsque la surface de contact entre le ski et la neige augmente et elles sont donc plus importantes pour la neige molle que pour la neige dure.

Le pilote détenait une licence de pilote professionnel. Son certificat médical était valide et exigeait que des lunettes soient disponibles. Le pilote ne portait pas de lunettes au moment de l'accident, mais il ne semblait éprouver aucune difficulté à lire les instruments du poste de pilotage. Le pilote totalisait plus de 20 000 heures de vol qu'il avait accumulées en 35 ans de carrière. Il comptait environ 6 400 heures sur Otter dans des conditions de vol de brousse similaires à celles du vol ayant mené à l'accident. Il avait effectué 13,3 heures de vol durant les sept derniers jours, 30 heures durant les 30 derniers jours et avait accumulé 76,2 heures au cours des 90 derniers jours. Le jour de l'accident, il semblait frais et dispos et avait passé la plus grande partie de la journée à la base d'exploitation principale où il avait ravitaillé l'appareil en carburant. Rien n'indique que la compagnie ait exercé des pressions sur le pilote pour qu'il surcharge l'appareil ou qu'il parte par mauvais temps. L'expérience du pilote avait été un critère important pour son embauche, car la plupart des vols à effectuer se faisaient à partir de sites éloignés, et il devait travailler avec peu de supervision. L'examen des dossiers et des antécédents de vol du pilote n'a révélé aucun problème.

## *Analyse*

L'étendue des dommages au moteur et aux composants de l'hélice causés par l'incendie a rendu impossible toute évaluation du rendement du régulateur de l'hélice, si ce n'est qu'il a été établi que l'hélice avait un petit pas, qu'elle était dans sa plage de régulation et qu'elle tournait à haut régime au moment de la collision avec la rive. Néanmoins, des photographies aériennes des traces laissées par les skis de l'appareil et d'autres sources d'information ont fourni une quantité importante de renseignements sur les deux tentatives de décollage du pilote. Les deux principaux facteurs de rendement, en présence de neige fondante mouillée, sont l'effet d'ascendance ou de traînée de forme résultant de l'accumulation de neige fondante devant le ski et la traînée visqueuse résultant de l'interaction entre l'eau et la semelle du ski. Ces facteurs peuvent se combiner et rendre le décollage impossible. Le pilote, ayant choisi d'utiliser un petit lac n'offrant que de courtes courses au décollage, devait tenir compte de ces deux facteurs pour prendre des décisions. C'est pourquoi l'analyse se concentrera surtout sur les décisions du pilote et sur les performances des skis dans la neige fondante.

Le pilote avait décollé du lac les deux jours précédant l'accident. Le temps était doux, mais pas aussi doux que le jour de l'accident et il semble que la neige fondante n'était pas aussi épaisse. L'appareil pesait alors 800 livres de moins qu'au moment de l'accident, et le pilote n'avait eu

aucune difficulté à se poser sur le lac et à décoller. Il avait décidé d'emporter assez de carburant pour une mission de quatre jours, c'est pourquoi il avait rempli les réservoirs de l'appareil.

Les décisions liées au carburant, le fait d'atterrir et de décoller du lac dans ces conditions et de transporter l'équipe de construction par avion étaient la responsabilité du pilote. Le pilote avait pris des décisions qui affectaient la poursuite des vols sur le lac et il s'est peut-être senti obligé de ramener l'équipe plutôt que de causer des inconvénients aux membres de l'équipe.

Le pilote a alors effectué la première de ses deux tentatives de décollage. Les traces de ski observées indiquent qu'il a commencé la course au décollage à partir du point de rendez-vous et en direction du faible relief se trouvant de l'autre côté du lac. Le pilote a choisi de placer son point d'interruption de décollage à environ deux tiers de la course au décollage. Quand il est arrivé à ce point, l'appareil n'avait toujours pas quitté le sol, le pilote a donc interrompu le décollage. L'appareil a ralenti, et les traces de ski indiquent que le pilote a réussi à faire pivoter l'appareil et à l'amener à environ 90 pieds de la rive. La décision qu'a prise le pilote d'interrompre le décollage est conforme aux pratiques recommandées et aux exigences formulées dans le manuel de vol concernant les décollages avec précaution.

Le pilote a décidé d'effectuer une deuxième tentative de décollage mais à partir d'un autre point sur le lac. Ce changement de course au décollage lui permettait d'en allonger un peu la longueur et avait l'avantage de lui permettre d'utiliser les traces faites en venant se placer en position, mais le cap qu'il a choisi pour sa deuxième course faisait que cette dernière se terminait sur un terrain plus ascendant que la première. Le pilote a également pensé qu'il améliorerait les performances de l'appareil si la queue de l'avion pouvait quitter le sol plus tôt, et il a donc décidé de demander à un passager de venir s'asseoir à l'avant de l'appareil pour déplacer le centre de gravité et permettre à la queue de quitter le sol plus facilement.

Si le choix de la course au décollage et le fait d'utiliser les traces laissées par les skis augmentaient les chances de réussite du décollage, le fait d'avoir déplacé le centre de gravité est plus discutable : l'enfoncement des skis principaux dans la neige fondante est demeurée quasiment inchangé, mais ce déplacement a augmenté la pression sur les skis principaux. Le frottement visqueux n'a pas été affecté par le déplacement de la masse. Seule une réduction de la masse aurait permis d'améliorer les performances de l'avion. C'est pourquoi l'appareil est arrivé au point de décision sans avoir quitté le sol. Mais, lors de la deuxième tentative de décollage, la queue de l'avion a quitté le sol plus tôt et le pilote, convaincu que l'appareil allait décoller, a continué la course au décollage au-delà du point de décision qu'il s'était fixé précédemment. La décision de dépasser ce point n'est pas conforme aux pratiques recommandées ni aux exigences formulées dans le manuel de vol concernant les décollages avec précaution.

L'information recueillie indique que le rendement du moteur, ce jour-là, était identique à ce qu'il avait été les 10 jours précédents, c'est-à-dire que le moteur avait des baisses de régime. Le pilote a réussi à soulever le ski droit, ce qui a renforcé sa conviction qu'il allait réussir à décoller. Le ski droit ayant quitté le sol, la pression s'est accrue sur le ski gauche comme le démontre la profondeur de la trace. Les traces de la course au décollage se dirigent ensuite

vers la gauche, et les skis quittent les traces laissées par l'avion pour revenir se placer en position de décollage. Pendant toute la course au décollage, le ski gauche n'a jamais quitté le sol, et le ski droit a touché le sol, au moins une fois, après avoir quitté le sol. L'information recueillie indique que l'appareil n'avait que peu de chances de quitter le sol et que le pilote a persisté à croire que l'appareil allait décoller même s'il commençait à être évident que la tentative de décollage allait se solder par un échec et qu'une collision avec la rive du lac était imminente.

La décision du pilote révèle que le pilote voulait croire que les changements qu'il avait effectués allaient permettre à l'appareil de quitter le sol. Il existe une tendance, lorsque nous prenons des décisions successives et interdépendantes, à ne pas revenir aisément sur une décision même si l'information disponible devrait nous inciter à la prudence. Cette apparente réticence à nous adapter à la situation peut en partie être attribuable à un état d'attente ou à une prédisposition qui peut perturber notre perception de la réalité.

### *Faits établis*

1. Le pilote possédait la licence et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.
2. La masse et le centrage de l'appareil se trouvaient probablement dans les limites prescrites.
3. Le ski gauche est resté en contact avec la neige fondante recouvrant la surface gelée du lac durant toute la seconde course au décollage.
4. Le pilote a poursuivi le décollage au-delà du point où il aurait pu interrompre le décollage sans danger.
5. Le pilote a observé une baisse de régime du moteur après avoir dépassé le point où il aurait pu interrompre le décollage sans danger.
6. L'état du moteur et du boîtier d'entraînement des accessoires était tel qu'il a été impossible de les soumettre à des analyses pour déterminer la puissance produite par le moteur.

## *Causes et facteurs contributifs*

Alors que le ski gauche de l'avion reposait lourdement sur de la neige fondante, le pilote a poursuivi la course au décollage au-delà du point auquel il aurait pu interrompre le décollage sans danger. La baisse de régime du moteur durant la course au décollage a également contribué à l'accident.

*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 9 mai 2000.*