

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT AÉRONAUTIQUE
A00P0099

PERTE DE CONTRÔLE

CESSNA 180E C-FEGS
LAC McIVOR (COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 13 JUIN 2000

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 contrôle

Cessna 180E C-FEGS

Lac McIvor (Colombie-Britannique)

Le 13 juin 2000

Rapport numéro A00P0099

Sommaire

Le Cessna 180E immatriculé C-FEGS, appartenant à un exploitant privé et portant le numéro de série 18051105, effectuait un vol à destination du lac McIvor, qui se trouve à environ cinq milles au nord-ouest de l'aéroport de Campbell River (Colombie-Britannique), avec un pilote et deux passagers à son bord. Un des passagers possédait un Bellanca Citabria (C-CGYN) équipé de flotteurs qui était entreposé sur un terrain privé à l'extrémité sud-est du lac McIvor. L'autre passager songeait à acheter cet hydravion. Lorsque le Cessna est arrivé au lac McIvor, il a survolé l'aire où était remis l'hydravion, puis il a survolé le lac en direction du nord-ouest à une hauteur estimée à 100 pieds au-dessus du sol.

Les témoins ont remarqué que l'appareil se déplaçait très lentement lorsqu'il est passé au-dessus d'eux. Le moteur faisait peu de bruit, et même si l'avion demeurait relativement à la même hauteur au-dessus de la cime des arbres, son assiette en tangage donnait l'impression qu'il était en descente. Au moment où l'appareil est passé au-dessus d'une aire de loisirs située à l'extrémité nord-ouest du lac, le bruit du moteur a augmenté, et l'appareil s'est mis en cabré. Les témoins ont ensuite vu l'appareil s'engager dans un virage prononcé à gauche en montée. Pendant le virage, l'avion a brusquement piqué du nez, puis il s'est mis à descendre pour finalement s'écraser sur la rive du lac, dans une assiette presque verticale, l'aile gauche légèrement basse. Les trois occupants ont été tués sur le coup. Un incendie s'est déclaré après l'écrasement et a endommagé la partie avant du poste de pilotage. L'appareil a été lourdement endommagé. L'accident s'est produit à 10 h 53, heure avancée du Pacifique.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Les observations météorologiques de Campbell River au moment de l'accident faisaient état des conditions suivantes : vent de surface du 130 degrés à 9 noeuds, visibilité de 6 milles terrestres, faible pluie, brume, nuages épars à 400 pieds au-dessus du sol (agl), nuages fragmentés à 2 500 pieds et à 3 400 pieds agl et ciel couvert à 8 000 pieds agl. Les observations au lac McIvor, situé à environ 5 milles au nord-ouest, faisaient état de conditions météorologiques semblables.

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote professionnel annotée pour les avions et les hydravions monomoteurs et multimoteurs. Il totalisait 385 heures de vol, dont 102 sur le C-FEGS. Le certificat de validation de sa licence était valable au moment de l'accident. Les dossiers du pilote ne font état d'aucun élément d'ordre médical qui aurait perturbé ses capacités. Les dossiers de Transports Canada indiquent que les résultats du pilote lors des contrôles qu'il a subis pour sa licence de pilote professionnel, son annotation sur multimoteurs et sa qualification de vol aux instruments révèlent une faiblesse persistante en ce qui concerne la maîtrise de la vitesse et de l'altitude lors de manoeuvres en vol. Selon le carnet de route de l'appareil, c'était la première fois que le pilote faisait un vol à destination du lac McIvor.

Lorsque l'appareil a percuté le sol, le bout de l'aile gauche a été écrasé vers l'arrière, ce qui a fait pivoter l'aile, entraînant du même coup le bord de fuite du volet gauche vers le bas et vers l'arrière dans le revêtement du fuselage. La position du volet gauche laisse croire que le volet était rentré. L'aile droite a pivoté vers l'avant autour du hauban, ce qui a étiré les câbles de commande, déformé les poulies de commande et provoqué la sortie du volet droit à environ 30 degrés. La commande des volets était coincée au premier cran (10 degrés).

L'hélice a heurté une grosse souche au bout du lac. La souche présentait trois marques profondes faites par les pales, signe que le moteur produisait de la puissance à l'impact. Les deux pales de l'hélice se sont détachées du moyeu.

Le filtre à carburant, situé à l'arrière du moteur, s'est rompu à l'impact. Un incendie alimenté par le carburant a éclaté après l'impact et a endommagé le poste de pilotage, y compris le tableau de bord. Les premières personnes qui sont arrivées sur les lieux après l'accident ont éteint l'incendie.

Le personnel militaire des services de recherche et sauvetage ainsi que le personnel du BST ont examiné les lieux de l'accident et les environs, mais n'ont trouvé aucune indication qui laisse croire que l'appareil aurait heurté des arbres lors de son survol au-dessus de l'aire de loisirs.

L'avion accidenté est un Cessna 180E. Il avait été construit en 1962 et il était équipé de flotteurs EDO 2870. En 1983, il avait été équipé d'un kit Crosswinds pour décollage et atterrissage courts (STOL). L'installation de ce kit nécessitait l'ajout de profils rapportés de bord d'attaque, de cloisons de décrochage et de joints d'interstice aux ailerons et aux volets. Les modifications ont été effectuées conformément au certificat de type supplémentaire (STC) SA658AL, et après l'inspection des travaux, les livrets techniques de l'appareil ont été signés pour confirmer que les travaux avaient été exécutés conformément aux instructions d'installation approuvées.

Les essais en vol effectués par la Federal Aviation Administration (FAA), qui se sont déroulés dans le cadre du processus d'évaluation et d'approbation du STC pour le kit Crosswinds, ont démontré qu'un avion sur lequel les modifications ont été bien faites devrait être en mesure de se conformer aux conditions de vol et aux caractéristiques définies dans son certificat de type d'origine. Même s'ils n'ont pas été publiés, les résultats de

ces essais en vol ont aussi démontré que les vitesses de décrochage de l'avion avaient diminué, et ce, pour diverses configurations et masses. Aucun supplément au manuel de vol n'est fourni avec les instructions d'installation du kit Crosswinds STOL, et l'on s'attend à ce que les pilotes effectuent les vols à bord de l'avion modifié conformément aux procédures et restrictions publiées dans le manuel de vol d'origine de Cessna.

Au moment de l'accident, la configuration de l'hydravion n'était pas tout à fait conforme au STC pour le kit Crosswinds. Les instructions d'installation du STC SA658AL indiquent qu'il faut utiliser un certain type d'avertisseur de décrochage avec le kit Crosswinds STOL. Les instructions spécifient que tout autre type d'avertisseur ne faisant pas partie de la liste doit être approuvé par la FAA avant d'être utilisé. Les dossiers de l'hydravion indiquent que l'avertisseur de décrochage avait été remplacé un an après l'installation du kit STOL. Le type d'avertisseur qui avait été installé à ce moment-là n'est pas mentionné dans les livrets techniques de l'hydravion. L'avertisseur de décrochage sur l'hydravion au moment de l'accident n'est pas le type d'avertisseur qui est spécifié dans les instructions d'installation pour le STC SA658AL.

Les instructions d'installation du STC SA658AL mentionnent aussi qu'un matériau de remplissage doit être appliqué en petite quantité sur les bords de fuite supérieurs et inférieurs des profils rapportés de bord d'attaque. Le matériau de remplissage doit être sablé pour présenter une surface lisse et aérodynamique, et une attention particulière doit être accordée au joint entre le bord de fuite supérieur du profil rapporté et l'extrados de l'aile. L'examen effectué après l'accident a révélé qu'aucun matériau de remplissage n'avait été appliqué pour adoucir la transition entre le profil rapporté et la surface de l'aile. On ne connaît pas les effets de ce non-respect des instructions d'installation d'origine. Cependant, une surface discontinue près du bord d'attaque d'une surface portante augmente la traînée, nuit à l'écoulement laminaire et réduit la portance.

Ces deux anomalies n'ont pas été relevées ni corrigées lors des inspections de routine de l'hydravion. La maintenance des appareils de l'aviation générale est habituellement effectuée conformément au manuel de maintenance de l'avionneur, manuel qui comprend des fiches de vérifications de maintenance pour chaque niveau d'inspection. Pour faire une inspection, les techniciens d'entretien d'aéronef (TEA) utilisent les points qui figurent sur les fiches de vérifications de maintenance.

Dans certains cas, l'avionneur sait qu'une modification a été approuvée pour un de ses types d'avion, et il peut choisir d'inclure sur ses fiches de vérifications de maintenance toute inspection supplémentaire qui découlerait de cette modification. Dans ce cas, il arrive souvent qu'une note soit rédigée pour le TEA mentionnant que si l'appareil a fait l'objet de travaux concernant un STC, des exigences d'inspection supplémentaires sont en vigueur. Ces notes tiennent le TEA au courant de ces nouvelles exigences d'inspection. Toutefois, dans d'autres cas, il se peut que l'avionneur ne soit pas au courant de l'approbation d'un STC pour un de ses types d'avion ou qu'il ne donne pas son aval à la modification. Dans ce cas, toute exigence d'inspection supplémentaire découlant de la mise en application du STC ne serait pas incluse au programme de maintenance et d'inspection de l'avionneur, et il est peu probable qu'un TEA serait au courant de ces exigences à moins qu'il ne connaisse très bien les détails du STC. Dans le cas qui nous occupe, les points liés à l'avertisseur de décrochage et la nécessité d'appliquer un matériau de remplissage pour adoucir la transition entre le profil rapporté et l'aile ne figuraient pas sur les fiches de vérifications de maintenance de l'avionneur.

L'hydravion était équipé d'un avertisseur de décrochage conçu pour alerter le pilote de l'imminence d'un décrochage grâce à un signal sonore. Pour le vol rectiligne et les virages, le signal sonore devrait retentir à une vitesse de 5 à 10 milles à l'heure au-dessus de la vitesse de décrochage. Le manuel de vol de l'hydravion précise que l'avertisseur de décrochage est le deuxième élément à vérifier lors de chaque inspection extérieure prévol pour s'assurer que l'avertisseur fonctionne comme il faut. Peu après l'accident, un examen et un essai de tous les composants de l'avertisseur de décrochage ont révélé que ni le dispositif d'avertissement (détecteur de

portance) ni le klaxon de l'avertisseur ne fonctionnaient. Un examen en laboratoire a été effectué par la suite après qu'on eut entreposé les pièces dans un endroit chaud et sec pendant plusieurs semaines. Ce second examen a permis de découvrir que le détecteur de portance fonctionnait normalement; cependant, le klaxon n'a fonctionné qu'après qu'on eut ouvert et fermé le circuit d'alimentation à plusieurs reprises. La raison de la défaillance de ces composants lors des premiers essais reste inconnue. On ignore si l'avertisseur de décrochage s'est déclenché pendant le vol ayant mené à l'accident.

Par mesure de sécurité avant le vol, il faut calculer la masse et le centrage de l'aéronef et s'assurer qu'ils sont dans les limites prescrites. La *Publication d'information aéronautique (A.I.P. Canada)* de Transports Canada stipule que, lors du chargement d'un avion, il est essentiel que la masse brute maximale ne soit pas dépassée et que le centre de gravité de l'avion chargé reste à l'intérieur des limites admissibles, avant et pendant le vol. L'*A.I.P. Canada* précise également que pour les calculs de masse et centrage, il faut utiliser, autant que possible, le poids réel des passagers, sinon, les poids moyens suivants, qui ont été déterminés dans le cadre d'une étude faite par Transports Canada avec un échantillonnage de passagers de compagnies aériennes :

Poids (été)		Poids (hiver)
182 lb	Hommes (12 ans et plus)	188 lb
135 lb	Femmes (12 ans et plus)	141 lb
75 lb	Enfants de 2 ans à 11 ans	75 lb
30 lb	Enfants de moins de 2 ans	30 lb

La masse maximale certifiée de l'hydravion muni de flotteurs EDO 2870 est de 2 820 livres. La masse de l'hydravion au moment de l'accident a été estimée à partir de la masse consignée lors de la dernière pesée inscrite, de la masse de carburant calculée à partir des inscriptions au carnet de route de l'appareil et de la facture pour le carburant qui a été acheté avant le départ de l'aéroport international de Vancouver ainsi que des poids moyens des occupants selon l'*A.I.P. Canada*. Les calculs de masse et centrage basés sur ces données indiquent que la masse de l'hydravion au moment de l'accident était de 2 766 livres et que la répartition de cette masse se trouvait dans les limites certifiées. Lorsqu'on a refait les calculs de masse et centrage en tenant compte du poids réel des trois occupants, on a constaté que la masse de l'hydravion au moment de l'accident était de 2 826 livres, soit 6 livres au-dessus de la masse maximale certifiée.

À l'amerrissage, les pilotes d'hydravion peuvent rencontrer des débris flottants, des obstacles immergés, des bouées d'amarrage et des bateaux et doivent composer avec ces éléments qui posent des dangers. C'est pourquoi il est sage d'examiner les environs de l'aire prévue avant d'entreprendre l'amerrissage. De plus, comme il n'y a habituellement pas de manche à vent près d'une aire d'amerrissage, un circuit d'examen permet au pilote d'évaluer la direction des vents ainsi que l'état du plan d'eau le long du trajet emprunté sur l'eau entre l'aire d'amerrissage et le quai.

Le *Manuel de pilotage (TP 1102)* de Transports Canada stipule qu'un circuit d'examen préliminaire devrait normalement se faire entre 500 et 1 000 pieds agl. Ce circuit peut être suivi d'un passage final qui peut être effectué à une hauteur suffisamment proche de l'aire pour permettre d'examiner la surface, mais assez à l'écart pour que le pilote n'ait pas à effectuer des manoeuvres pour éviter des obstacles. Le circuit doit s'effectuer en parallèle et un peu à la droite de l'aire d'amerrissage prévue. Faire un circuit d'examen dans le vent aide à maintenir la vitesse sol la plus basse possible.

Normalement, la vitesse d'un circuit d'examen n'est pas inférieure à la vitesse d'approche réglementaire de l'appareil. Si des conditions spéciales exigent une vitesse plus faible, la configuration, la vitesse et l'altitude choisies devraient être telles qu'elles n'exigent qu'un minimum d'attention de la part du pilote, ce qui permettra au pilote d'avoir plus de temps pour faire une bonne inspection des trajectoires d'approche et d'amerrissage.

Le *Manuel de pilotage* (TP 1102) fait la description de bon nombre d'illusions créées par la dérive d'un avion (page 139 à 141, [4^e éd.]). On y mentionne que lorsqu'un pilote vole vent arrière, comme c'était le cas pour le pilote en question, l'augmentation de la vitesse par rapport au sol est très apparente, parfois même au point où le pilote est tenté de réduire sa vitesse. À la limite, les réductions de vitesse peuvent mener au décrochage.

On parle de « décrochage aérodynamique » quand l'avion se retrouve dans une situation où les ailes ne peuvent plus fournir la portance nécessaire pour assurer la sustentation de l'appareil. Le manuel de vol de l'hydravion énumère les différentes vitesses de décrochage correspondant aux diverses configurations de vol. Toutefois, ces vitesses varient en fonction des éléments suivants :

État de l'avion : Un avion propre, bien entretenu et dont la cellule est bien réglée présentera de meilleures caractéristiques de décrochage et des vitesses de décrochage plus faibles qu'un avion similaire en mauvais état.

Masse : Un avion lourdement chargé aura une vitesse de décrochage plus élevée qu'un avion légèrement chargé.

Puissance : Augmenter la puissance avant le décrochage peut faire diminuer la vitesse de décrochage. Cependant, à mesure que la vitesse de l'avion diminue et que l'avion se rapproche d'un décrochage avec moteur en marche, la stabilité générale de l'avion est réduite en raison de la diminution de la vitesse de l'écoulement de l'air sur les surfaces portantes et de l'augmentation de la traînée sur les ailerons. Si un décrochage survient à pleine puissance, l'avion aura tendance à se mettre brusquement en piqué, ce qui provoquerait une perte rapide d'altitude. Le *Manuel de pilotage* (TP 1102) stipule que « le fait d'évoluer dans la gamme de vitesses correspondant au vol lent n'implique pas nécessairement de grandes difficultés de pilotage, ni l'existence de conditions dangereuses. Toutefois, le vol dans cette gamme de vitesses ne manque pas d'amplifier toute erreur de pilotage. C'est pourquoi une bonne technique de pilotage et un contrôle précis de l'avion sont absolument nécessaires dans la gamme de vitesses de vol lent ».

Angle d'inclinaison latérale : En vol coordonné en palier, plus l'angle d'inclinaison est important, plus la vitesse de décrochage est élevée. Plus précisément, les vitesses de décrochage correspondant au vol en palier qui sont publiées dans les manuels de vol augmentent de 40 % lorsqu'un avion effectue un virage à 60 degrés, et d'environ 100 % pour un virage à 75 degrés. Les tentatives de virage en montée nécessitent plus de force g, ce qui provoque une augmentation proportionnelle des vitesses de décrochage.

Volets : La sortie des volets augmente la cambrure de l'aile, ce qui permet à l'avion de voler à une vitesse inférieure avant que se produise le décrochage. Le *Manuel de pilotage* (TP 1102) de Transports Canada souligne toutefois que « il faut agir avec beaucoup de précaution lorsqu'on rentre les volets en cours de vol, surtout près du sol, à cause de la perte soudaine de portance et de la variation du centrage qui en résultent ».

Analyse

Selon le carnet de route de l'appareil, c'était la première fois que le pilote effectuait un vol à destination du lac McIvor. Il est normal que le pilote d'un hydravion fasse au moins un circuit d'examen avant l'amerrissage et qu'il amerrisse dans le vent dans les environs de sa destination. Un circuit d'examen est d'autant plus nécessaire si le pilote ne connaît pas l'aire d'amerrissage. Dans le cas qui nous occupe, le pilote a d'abord survolé l'aire à l'extrémité sud-est du lac McIvor. Il s'est ensuite dirigé, en parcourant vent arrière, vers la rive opposée du lac à basse altitude et à basse vitesse avec une composante vent arrière d'environ 10 noeuds. La trajectoire de vol de l'hydravion a été déviée vers la rive nord du lac, ce qui a permis au pilote d'avoir une bonne vue de l'aire d'amerrissage et des obstacles possibles. Ce survol au-dessus du lac McIvor était vraisemblablement un circuit d'examen pour évaluer le plan d'eau et pour choisir l'aire d'amerrissage la plus convenable.

Malgré l'existence d'une composante vent arrière qui aurait augmenté la vitesse sol de l'hydravion, les témoins sur le lac ont eu la nette impression que l'appareil se déplaçait très lentement et qu'il était en piqué lorsqu'il les a survolés. Ceci est typique d'un avion dont le pilote est victime de l'« illusion produite par la dérive » et pourrait expliquer la basse vitesse pendant l'examen de l'aire d'amerrissage. De plus, l'hydravion avait été équipé d'un kit STOL qui devait réduire les risques de décrochage et augmenter le niveau de sécurité. Mais il en est ainsi uniquement si l'appareil est manoeuvré conformément aux procédures publiées dans le manuel de vol de l'avion. Si le pilote a tenté de voler à des vitesses inférieures à celles publiées dans le manuel de vol, les risques de décrochage étaient plus grands.

Lorsque l'hydravion a atteint l'extrémité nord-ouest du lac, la puissance de l'appareil a augmenté et l'assiette est passée de piqué à cabré. Si un changement d'assiette est assez important pour qu'on puisse le discerner à partir du sol, c'est qu'il est sans doute le résultat d'une grande force exercée sur les commandes pour amorcer une montée et/ou pour rentrer les volets à basse vitesse. Dans les deux cas, les risques de décrochage étaient plus grands. Le changement d'assiette de l'hydravion a été suivi d'un virage vers la gauche à forte inclinaison. La force supplémentaire exercée sur les commandes pour effectuer un virage en montée à forte inclinaison doit avoir fait augmenter la vitesse de décrochage d'un élément qui dépend de l'angle d'inclinaison. La masse élevée de l'hydravion peut également avoir fait augmenter la vitesse de décrochage et avoir fait diminuer la capacité de l'hydravion à maintenir le vol lors du virage en montée.

Presque immédiatement après s'être incliné, l'hydravion a brusquement piqué du nez et a poursuivi sa descente jusqu'au sol. Les événements décrits par les témoins sont typiques d'un décrochage aérodynamique. L'altitude disponible était insuffisante pour effectuer une sortie de décrochage et le pilote disposait de trop peu de temps.

Un examen effectué après l'écrasement n'a révélé aucune défectuosité mécanique qui aurait pu causer un décrochage. L'absence de matériau de remplissage pour adoucir la transition entre les profils rapportés de bord d'attaque et la surface des ailes aurait modifié dans une certaine mesure les caractéristiques aérodynamiques de l'hydravion, mais on ne sait pas jusqu'à quel point. Lors de l'impact, les câbles et les poulies du volet droit ont subi des dommages importants dus à une surcharge et qui correspondent au scénario de l'écrasement. Si de tels dommages s'étaient produits en vol au cours d'un événement déclencheur, l'hydravion aurait effectué un roulis dans le sens opposé à celui qui a été observé. On ne sait pas si l'avertisseur de décrochage s'est déclenché. Si le klaxon ne s'est pas fait entendre, le pilote devait se fier à des signes de décrochage plus subtils liés aux caractéristiques aérodynamiques de l'appareil.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le pilote a fait décrocher l'avion pendant qu'il effectuait des manoeuvres en vol.

2. La masse élevée de l'hydravion a augmenté les risques de décrochage.
3. L'exécution d'un virage en montée à basse vitesse a augmenté les risques de décrochage.
4. On ne sait pas si l'avertisseur de décrochage s'est déclenché; si le klaxon ne s'est pas fait entendre, le pilote peut avoir eu du mal à reconnaître l'imminence d'un décrochage.

Autres faits établis

1. Selon toute vraisemblance, le pilote a fait un survol à basse altitude et à basse vitesse pour examiner l'aire où il avait l'intention d'amerrir.
2. L'avion était équipé d'un avertisseur de décrochage qui n'était pas approuvé par le certificat de type supplémentaire (STC) Crosswinds, mais selon toute vraisemblance, cela n'a joué aucun rôle dans l'accident.
3. L'absence de matériau de remplissage pour adoucir la transition entre les bords d'attaque et la surfaces des ailes peut avoir modifié, dans une certaine mesure, les caractéristiques aérodynamiques des ailes, mais on ne sait pas jusqu'à quel point.

Mesures de sécurité prises

En 1999, Transports Canada a présenté un « Rapport de décrochage-vrille ». Au terme de cette étude, il a apporté des modifications à son programme de formation des pilotes. Ces modifications avaient pour objet d'aider les pilotes à reconnaître l'imminence d'un décrochage et de leur permettre de perfectionner leurs connaissances et leurs compétences pour prévenir les décrochages. Ces modifications ont été apportées parce que les statistiques sur les accidents montrent que de nombreux accidents résultent d'un décrochage au décollage ou à l'atterrissage à une altitude insuffisante pour effectuer une sortie de décrochage. Ces changements au niveau de la formation devraient permettre aux pilotes de reconnaître plus facilement l'imminence d'un décrochage et de réduire le taux d'accident en misant sur la prévention des décrochages plutôt que sur l'habileté du pilote à faire une sortie de décrochage.

Les modifications au programme de formation de Transports Canada ont été faites avant l'accident, mais le pilote n'aurait pas été soumis à ce nouveau programme puisque sa formation de pilote professionnel s'est terminée en 1998.

Un bulletin d'information sur le présent accident a été envoyé à Transports Canada. Le bulletin souligne les anomalies que présentait l'avion au moment de l'accident et les modifications apportées ainsi que les exigences d'installation du STC d'origine.

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 10 avril 2001.