



Numéro 3/2024

SÉCURITÉ AÉRIENNE — NOUVELLES

DANS CE NUMÉRO...

Assurer la sécurité des opérations hivernales : pratiques exemplaires pour le dégivrage et l'antigivrage dans le domaine de l'aviation

Givrage en vol

Sujets épineux : Un examen des conflits de planeurs au Canada

Retour dans le circuit — Modifications apportées à l'AIM de TC

TP 185F

Sécurité aérienne — Nouvelles est publiée par l'Aviation civile de Transports Canada. Le contenu de cette publication ne reflète pas nécessairement la politique officielle du gouvernement et, sauf indication contraire, ne devrait pas être considéré comme ayant force de règlement ou de directive.

Les lecteurs sont invités à envoyer leurs articles, observations et suggestions par courriel. La rédaction se réserve le droit de modifier tout article publié. Ceux qui désirent conserver l'anonymat verront leur volonté respectée.

Veuillez faire parvenir votre courriel à l'adresse suivante :

Jim Mulligan, rédacteur

Courriel : TC.ASL-SAN.TC@tc.gc.ca

Tél. : (343) 553-3022

Internet : www.tc.gc.ca/SAN

Droits d'auteur :

Certains des articles, des photographies et des graphiques qu'on retrouve dans la publication *Sécurité aérienne — Nouvelles* sont soumis à des droits d'auteur détenus par d'autres individus et organismes. Dans de tels cas, certaines restrictions pourraient s'appliquer à leur reproduction, et il pourrait s'avérer nécessaire de solliciter auparavant la permission des détenteurs des droits d'auteur. Pour plus de renseignements sur le droit de propriété des droits d'auteur et les restrictions sur la reproduction des documents, veuillez communiquer avec le rédacteur de *Sécurité aérienne — Nouvelles*.

Note : Nous encourageons les lecteurs à reproduire le contenu original de la publication, pourvu que pleine reconnaissance soit accordée à Transports Canada, *Sécurité aérienne — Nouvelles*. Nous les prions d'envoyer une copie de tout article reproduit au rédacteur.

Bulletin électronique :

Pour vous inscrire au service de bulletin électronique de *Sécurité aérienne — Nouvelles*, visitez notre site Web au www.tc.gc.ca/SAN.

Impression sur demande :

Pour commander une version papier (en noir et blanc), veuillez communiquer avec :

Le Bureau de commandes

Transports Canada

Tél. sans frais (Amérique du Nord) : 1-888-830-4911

Tél. : 613-991-4071

Courriel : MPS1@tc.gc.ca

Aviation Safety Letter is the English version of this publication.

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre des Transports (2024)

ISSN : 0709-812X

TP 185F

Table des matières

	Page
Assurer la sécurité des opérations hivernales : pratiques exemplaires pour le dégivrage et l'antigivrage dans le domaine de l'aviation.....	3
Programme d'autoformation destiné à la mise à jour des connaissances des équipages de conduite	5
Givrage en vol	6
Sujets épineux : Un examen des conflits de planeurs au Canada	11
<i>Sécurité aérienne — Nouvelles</i> (SA — N) soumission d'articles	18
Retour dans le circuit — Modifications apportées à l'AIM de TC.....	20
Rapport du BST A18P0031 — Perte de maîtrise et collision avec le relief.....	23
Documents reliés à l'aviation civile publiés récemment	42



Assurer la sécurité des opérations hivernales : pratiques exemplaires pour le dégivrage et l'antigivrage dans le domaine de l'aviation

par Yvan Chabot, chef intérimaire, Normes d'opérations aériennes commerciales, Aviation civile, Transports Canada

Alors que l'hiver approche, le milieu de l'aviation doit demeurer attentif aux risques liés aux vols dans des conditions de précipitations de neige ou de givrage. Transports Canada (TC) fournit les renseignements ci-dessous afin de resensibiliser tout le monde aux opérations aériennes dans des conditions de givrage.

Répercussions de la neige et de la glace sur les aéronefs et l'importance d'effectuer des inspections de dégivrage et d'antigivrage

Selon les recherches effectuées et les incidents survenus par le passé, même une fine couche de givre peut perturber l'écoulement de l'air sur les surfaces portantes et les gouvernes d'un aéronef, ce qui pourrait mener à une augmentation de la traînée, à une perte de la portance et à une maniabilité réduite. De plus, la glace peut augmenter la masse de l'aéronef, gêner les mouvements des gouvernes ou entraver le fonctionnement de capteurs essentiels. Par conséquent, il est primordial de vérifier que toutes les surfaces critiques d'un aéronef sont exemptes de contamination avant le décollage.



Crédit : Shutterstock

Le commandant de bord ou les membres du personnel formé et qualifié peuvent se charger d'effectuer cette vérification en effectuant une inspection de contamination avant le décollage. Le commandant de bord doit s'assurer que les surfaces critiques sont exemptes de toute contamination avant le décollage. Si l'inspection est déléguée, un rapport d'inspection doit être remis au commandant de bord, qui doit en confirmer la compréhension. Des directives de communication détaillées doivent figurer dans le manuel d'exploitation ou le programme de dégivrage au sol, selon le cas.

Lignes directrices sur les durées d'efficacité

Les durées d'efficacité pour les liquides de dégivrage et d'antigivrage pour aéronefs sont décrites dans les [Lignes directrices sur les durées d'efficacité \(holdover time – HOT\) de TC](#). Les lignes directrices sur les durées d'efficacité indiquent combien de temps les liquides de dégivrage et d'antigivrage demeurent efficaces dans de nombreuses conditions de givrage. Étant donné que divers facteurs peuvent influencer ces délais (p. ex. l'intensité des précipitations ou une variation de température, le vent dominant, ect.), le commandant de bord doit en être conscient et ajuster la durée d'efficacité applicable en conséquence. Le manuel d'exploitation ou le programme de dégivrage au sol devrait décrire ces facteurs et les procédures associés à l'utilisation des lignes directrices sur les durées d'efficacité.

Considérations relatives aux liquides de dégivrage et d'antigivrage

Les exploitants qui exigent un programme de dégivrage au sol doivent prévoir un volet formation qui garantit que tout le personnel chargé de l'application de liquides de dégivrage et d'antigivrage est formé correctement (p. ex. utilisation uniforme des techniques d'application de liquides, procédures d'inspection, etc.).

Seuls les liquides de dégivrage et d'antigivrage stockés, distribués et appliqués conformément aux instructions du fabricant doivent être utilisés, car ils ont été mis à l'essai conformément aux normes de l'industrie. Il est également important de s'assurer que les liquides de dégivrage et d'antigivrage respectent les spécifications (p. ex. viscosité la plus basse sur l'aile, viscosité la plus haute sur l'aile, etc.) pour garantir que les durées d'efficacité peuvent être atteintes en toute sécurité et que les liquides de dégivrage et d'antigivrage peuvent être utilisés jusqu'à leur température minimale d'utilisation opérationnelle (LOUT). L'utilisation de liquides non conformes aux spécifications peut avoir une incidence sur le résultat attendu et compromettre les performances de décollage.

Mesures recommandées pour le déroulement sécuritaire des opérations

Les pilotes, les fournisseurs de service et les autres membres du personnel impliqués dans les opérations de dégivrage et d'antigivrage devraient se familiariser avec les dispositions réglementaires pertinentes du [Règlement de l'aviation canadien \(RAC\)](#) et la [norme 622 des Règles générales d'utilisation et de vol des aéronefs \(RÈGUVA\) — Opérations dans des conditions de givrage au sol](#). Ils doivent également respecter les procédures recommandées par l'avionneur et se conformer à toutes les dispositions du manuel d'exploitation de la compagnie.

Documents d'orientation

- Le [TP 14052 de TC — Lignes directrices pour les aéronefs — lors de givrage au sol](#) fournit des renseignements détaillés sur les méthodes d'application, les types de liquides et plus encore. Il s'agit d'une ressource précieuse pour assurer le déroulement sécuritaire des opérations dans des conditions de givrage au sol.
- Les durées d'efficacité pour les liquides de dégivrage et d'antigivrage approuvés par la SAE sont indiquées dans les [Lignes directrices sur les durées d'efficacité \(holdover time – HOT\) de TC](#).

En adhérant à ces pratiques exemplaires et à ces lignes directrices, les pilotes, les exploitants et les fournisseurs de service peuvent assurer le déroulement sécuritaire et efficace des opérations au cours de la saison hivernale. En demeurant vigilant et en appliquant les procédures adéquates, il sera possible de limiter les risques liés aux vols dans des conditions de précipitations de neige ou de givrage, en plus d'assurer la sécurité de toutes les personnes impliquées. △

Programme d'autoformation destiné à la mise à jour des connaissances des équipages de conduite

Le Programme d'autoformation destiné à la mise à jour des connaissances des équipages de conduite n'est plus publié dans son intégralité dans *Sécurité aérienne — Nouvelles* (SA — N). Compte tenu de l'expansion de l'examen et des progrès technologiques, il est plus pratique de faire l'examen en ligne. Chaque année, un rappel sera publié dans SA — N avec un lien vers l'examen pour aviser les lecteurs que l'examen est accessible en ligne.

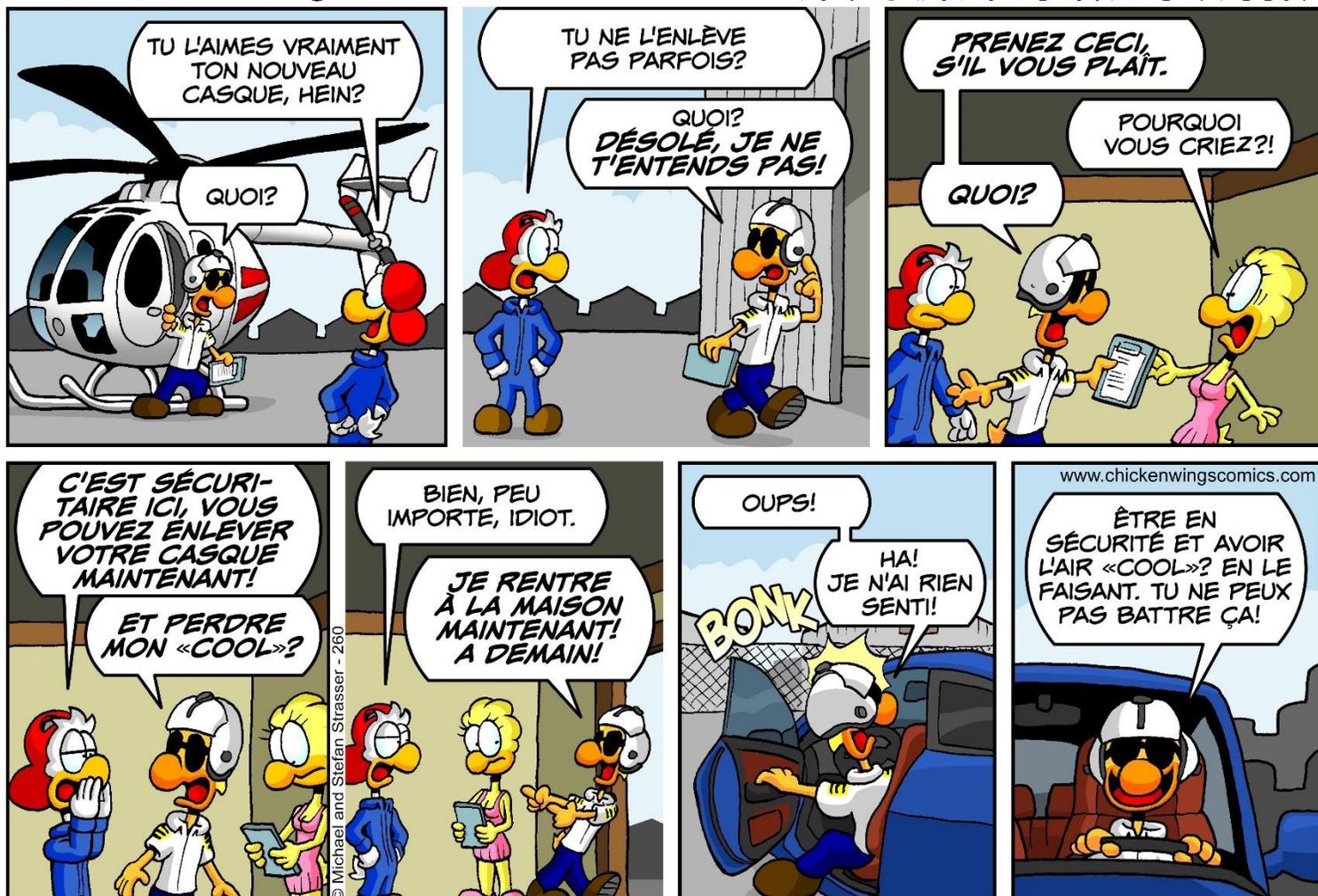
Veillez noter qu'une version imprimable de l'examen est encore [accessible en ligne en format PDF](#) et peut être consultée.

Si vous avez des questions ou des commentaires concernant le Programme d'autoformation destiné à la mise à jour des connaissances des équipages de conduite, veuillez contacter l'équipe à l'adresse :

PilotLicensing-LicencesdePilote@tc.gc.ca. △

CHICKEN WINGS®

DE MICHAEL ET STEFAN STRASSER



Givrage en vol

Information recueillie de *Skybrary* (en anglais seulement)

Définition

Le givrage d'une cellule qui se produit lorsque de l'eau surfondue gèle au contact de n'importe quelle partie de la structure extérieure d'un aéronef en vol.

Description

Bien que le point de congélation nominale de l'eau soit de 0 °C, l'eau dans l'atmosphère ne gèle pas toujours à cette température et existe souvent sous forme de liquide surfondu. Si la température de la surface d'une structure d'aéronef est inférieure à zéro, l'humidité présente dans l'atmosphère peut alors se transformer en glace en conséquence immédiate ou secondaire du contact.

Des quantités considérables d'eau atmosphérique continuent d'exister sous forme liquide à une température bien inférieure à 0 °C. La proportion de cette eau surfondue diminue lorsque la température de l'air statique descend à -40 °C (sauf dans les cumulonimbus, où de grosses gouttelettes surfondues peuvent exister à des températures encore plus basses); la quasi-totalité étant sous forme solide. La taille des gouttelettes d'eau surfondue et la nature de l'écoulement d'air sur la surface de l'aéronef déterminent la mesure dans laquelle ces gouttelettes vont frapper la surface. La taille d'une gouttelette influe également sur ce qui se passe après un tel impact; par exemple, de grosses gouttelettes se fractionnent souvent pour en former de plus petites. Enfin, la taille d'une gouttelette d'eau est largement proportionnelle à la masse d'eau qu'elle contient, et cette masse détermine le temps nécessaire pour que le changement physique d'un état liquide (eau) à solide (glace) se fasse. Par conséquent, les gouttelettes plus grosses qui ne se fragmentent pas en gouttelettes plus petites mettront plus de temps à geler, car elles libèrent une plus grande chaleur latente et peuvent former une couche superficielle d'eau liquide avant que ce changement d'état ne se produise.

Effets du givrage de la cellule

Le givrage de la cellule peut mener à une diminution des performances, à une perte de portance, à une détérioration de la pilotabilité et, ultimement, au décrochage de l'aéronef et à la perte subséquente de sa maîtrise. La présence de glace sur la cellule peut mener aux dangers suivants :

Effets aérodynamiques indésirables

L'accumulation de glace sur les parties critiques d'une cellule non protégée par un système d'antigivrage ou de dégivrage fonctionnel peut modifier la configuration de l'écoulement d'air sur les surfaces portantes, comme les ailes et les pales d'hélice, et mener à une perte de portance, à une augmentation de la traînée et à un déplacement du centre de poussée du profil aérodynamique. Ce dernier effet peut altérer les exigences de stabilité longitudinale et de compensation en tangage. Une dégradation de la portance générée par le stabilisateur horizontal peut également avoir une incidence sur la stabilité longitudinale. La configuration modifiée de l'écoulement d'air peut avoir de grandes répercussions sur la distribution de la pression exercée sur les gouvernes, comme les ailerons et les gouvernes de profondeur. Si la gouverne n'est pas assistée, de tels changements de pression peuvent mener à un débattement non sollicité de gouverne, ce que le pilote pourrait ne pas être en mesure de corriger.

Blocage des tubes de Pitot et des prises statiques

Un blocage partiel ou complet d'une entrée d'air de toute partie du circuit statique du système Pitot peut produire une erreur de relevé des instruments barométriques, comme l'altimètre, l'anémomètre et le variomètre. La cause la plus probable de tels problèmes touchant des systèmes autrement utilisables est que le circuit de chauffage électrique intégré à ces tubes et à ces plaques ne se déclenche pas bien que, dans certains cas, la conception en soi des tubes de Pitot fasse que ces derniers sont relativement plus sujets à une accumulation de glace même s'ils fonctionnent comme le prévoit leur certification. Il est désormais reconnu que les effets du givrage par cristaux de glace à haute altitude peuvent avoir une incidence généralement transitoire sur l'efficacité du chauffage des tubes de Pitot qui fonctionnent normalement.

Problèmes de communication radio

Anciennement, la formation de glace sur certains types d'antennes non chauffées nuisait au fonctionnement des radios, mais de tels problèmes ne se produisent plus avec l'équipement radio et les antennes modernes.

Dangers au sol lorsque la glace se détache

La glace qui se détache en vol n'est pas assez volumineuse pour présenter un danger si elle arrive à rester gelée jusqu'à ce qu'elle touche le sol. Par contre, depuis très longtemps, de la glace s'échappe des drains profilés des aéronefs, ce qui a parfois causé de légers dommages matériels, en plus de passer près de heurter et blesser des personnes. Les drains profilés en question sont reliés aux offices et aux blocs-toilettes, et ils sont habituellement chauffés pour empêcher la formation de glace, mais, pour une raison ou une autre, il se peut que le circuit ne fonctionne pas comme prévu. La glace des drains de vidange des toilettes est souvent appelée « glace bleue ». La plupart de ces événements ont été signalés dans des endroits où circulent de nombreux aéronefs long-courriers commerciaux en rapprochement de grands aéroports, car ces appareils survolent régulièrement des zones résidentielles densément peuplées au moment de leur descente sous le niveau de congélation à proximité des aéroports.

Processus d'accumulation de glace sur la cellule

L'accumulation de glace sur la structure d'un aéronef peut se présenter sous la forme de givre blanc, de givre transparent ou d'un mélange des deux que l'on nomme givre mixte :

Givre blanc

Le givre blanc se forme lorsque de petites gouttelettes d'eau surfondue gèlent rapidement au contact d'une surface dont la température est inférieure à zéro. Comme les gouttelettes sont petites, elles passent rapidement à l'état de congélation, et cette transition presque instantanée conduit à la création d'un mélange de minuscules particules de glace et d'air emprisonné. Le dépôt de glace ainsi formé est rugueux, cristallin et opaque et, en raison de sa structure cristalline, est cassant. De loin, le givre est blanc, par exemple, du givre sur le bord d'attaque d'une aile vu du poste de pilotage.

Comme le givre blanc se forme sur les bords d'attaque, il peut avoir une incidence sur les caractéristiques aérodynamiques des ailes et des stabilisateurs horizontaux, ainsi que restreindre les entrées d'air des moteurs. Le givre blanc peut d'abord avoir l'aspect d'un revêtement rugueux sur le bord d'attaque, mais, si l'accumulation se poursuit, des protubérances irrégulières peuvent se créer à l'avant de l'écoulement d'air même s'il y a des limites structurelles à l'ampleur des « pics » qui se créent.

Givre transparent

Le givre transparent se forme lorsque seule une petite partie de grosses gouttelettes d'eau surfondue gèle immédiatement, provoquant un ruissellement et une congélation progressive du liquide restant. Comme le dépôt congelé qui en résulte contient relativement peu de bulles d'air, le givre accumulé est transparent ou translucide. Si le processus de congélation est suffisamment lent pour permettre à l'eau de se répandre plus uniformément sur la surface avant de geler, la couche de givre transparent qui en résulte peut être difficile à détecter. Plus les gouttelettes sont grosses et le processus de congélation est lent, plus le givre est transparent.



Givre blanc
Crédit : Bruce Sinclair

Parfois, certaines combinaisons de température et de taille de gouttelettes peuvent conduire à la formation de doubles pics à l'avant du bord d'attaque, alors que les protubérances proviennent des surfaces supérieure et inférieure du bord d'attaque. Il a été constaté que ces pics se présentent sous diverses formes et à divers endroits le long du bord d'attaque; comme la structure du givre transparent est plus robuste que celle du givre blanc, le givre transparent peut être de plus grande taille.



Givre blanc
Crédit : Bruce Sinclair

Givre mixte

Ce mélange issu d'une accumulation des deux types de givre se forme dans un large éventail de conditions qui se situent entre celles menant à un givre plutôt blanc et celles donnant un givre plutôt transparent; il est le plus répandu. Sa présence est déterminée par la mesure dans laquelle le givre est formé de gouttelettes d'eau surfondue de différentes dimensions.

D'autres termes associés à l'accumulation de givrage sur la cellule comprennent :

Grosses gouttelettes d'eau surfondue

[traduction] « Les grosses gouttelettes d'eau surfondue sont définies comme ayant un diamètre supérieur à 50 microns » Organisation météorologique mondiale

[traduction] « Les grosses gouttelettes d'eau surfondue... [ont] un diamètre supérieur à 50 micromètres (0,05 mm). Les conditions propices aux grosses gouttelettes d'eau surfondue comprennent les gouttes de bruine verglaçante et les gouttes de pluie verglaçante. » AC 91-74A, Pilot's Guide to Flight in Icing Conditions, de la Federal Aviation Administration

Si la taille d'une grosse gouttelette d'eau surfondue est assez grande, sa masse empêche l'onde de pression voyageant en amont du profil aérodynamique de la faire dévier. Dans ce cas, la gouttelette s'écrase plus loin sur le profil que ne le ferait une gouttelette nuageuse type, possiblement au-delà de la zone protégée, et forme du givre transparent.

Des gouttelettes de cette taille se trouvent habituellement dans des zones de pluie et de bruine verglaçantes. Le radar météorologique est conçu pour détecter les grosses gouttelettes, car ces dernières indiquent non seulement un risque de givrage en vol, mais aussi la présence de courants ascendants et de cisaillement du vent.

Glace de ruissellement

La glace de ruissellement se forme lorsque de l'eau liquide surfondue se déplace vers la partie arrière de l'extrados de la voilure ou de l'empennage, au-delà de la zone protégée, et qu'elle forme du givre transparent. Les formes d'accumulation de glace qui risquent de nuire au déroulement sécuritaire du vol peuvent se créer rapidement. Le ruissellement est habituellement attribuable à des gouttelettes d'eau surfondue relativement grosses, mais il peut aussi se produire lorsqu'un circuit d'antigivrage thermique ne dégage pas suffisamment de chaleur pour faire évaporer la quantité d'eau surfondue qui atteint la surface.

Givre intercycle

Le givre intercycle se forme entre les cycles de fonctionnement d'un système de dégivrage mécanique ou thermique. Lorsque de tels systèmes ne sont pas sous tension, l'accumulation d'une certaine quantité de givre fait intégralement partie de leur conception fonctionnelle. L'intervalle entre les périodes où le système est mis sous tension est habituellement réglable et comprend au moins deux réglages. Tout givre restant après avoir coupé un tel système de dégivrage est parfois appelé givre résiduel.

Effets aérodynamiques indésirables d'une accumulation de glace

Les effets aérodynamiques d'une accumulation de glace sur le déroulement sécuritaire d'un vol constituent un sujet complexe en raison des diverses formes que peut prendre une telle accumulation de glace. Dans certaines circonstances, il faut une très faible rugosité sur la surface pour produire d'importants effets aérodynamiques et souvent, à mesure que la charge de glace s'accumule, rien ne laisse transparaître sur le plan aérodynamique qu'il y a une perte des performances normales. Les systèmes d'avertissement de décrochage sont conçus pour fonctionner par rapport à l'angle d'attaque d'un aéronef en configuration lisse, et il ne faut pas s'attendre à ce qu'ils se déclenchent efficacement si la cellule est couverte de glace.

Givrage dans les nuages et les précipitations

Tous les nuages contenant de l'eau liquide peuvent présenter un environnement givrant important si la température est de 0 °C ou moins. Généralement, les nuages cumuliformes contiennent des gouttelettes relativement grosses, ce qui peut entraîner une accumulation très rapide de glace. Les nuages stratiformes contiennent normalement des gouttelettes bien plus petites, bien que l'étendue horizontale des conditions de givrage d'un tel nuage puisse être telle qu'une accumulation considérable est possible même pendant un vol en palier relativement court. On peut s'attendre à une importante accumulation de glace dans tout type de nuage lorsque la température est inférieure à 0 °C, mais près de cette valeur. Dans un nuage stratiforme à des latitudes tempérées, l'accumulation maximale de

glace se produit souvent au sommet du nuage; il est donc malavisé pour certains aéronefs à turbopropulseurs d'évoluer à de telles altitudes de façon prolongée.

Toute bruine ou pluie à des températures égales ou inférieures au point de congélation risque de générer une importante accumulation de glace en très peu de temps même si la visibilité vers l'avant est raisonnablement bonne. Il faut alors modifier la trajectoire de vol comme il se doit pour sortir de telles conditions.

En soi, la neige ne présente pas un risque de givrage, car l'eau est déjà gelée. Néanmoins, la neige peut être mélangée à de l'eau liquide, comme des gouttelettes de nuage, et, dans certaines circonstances, contribuer à l'accumulation de dépôts gelés dangereux. Ce phénomène peut également se produire dans des cumulonimbus en forme d'enclume où les cristaux de glace peuvent être mélangés à de grosses gouttelettes surfondues et produire beaucoup de givrage.

Types d'accidents causés par le givrage de la cellule en vol

Deux causes principales sont à l'origine d'accidents et d'incidents graves liés au givrage de la cellule :

1. Les aéronefs de l'aviation générale qui ne sont pas équipés de systèmes de protection contre le givrage, mais qui évoluent dans des conditions de givrage et qui peuvent être exposés à suffisamment de givrage aux altitudes de croisière pour neutraliser la réserve de puissance de l'aéronef et mener à une incapacité de maintenir l'altitude et/ou la vitesse. En région montagneuse, une telle situation entraîne très souvent un décrochage suivi d'une perte de maîtrise, lorsque le pilote tente de maintenir son altitude au-dessus du relief élevé. Par ailleurs, une collision avec le relief peut également se produire si l'altitude ne peut être maintenue. Peu importe le type de relief, tout aéronef non équipé d'un système de protection contre le givrage de la cellule et évoluant dans des conditions de givrage peut subir rapidement un décrochage suivi d'une perte de maîtrise en raison de la traînée excessive et de la perte de portance que peut causer une accumulation de glace.
2. Les aéronefs, surtout ceux à hélices, qui comptent sur une protection contre le givrage de la voilure et de l'empennage au moyen de dégivreurs pneumatiques et qui évoluent dans des conditions de givrage dépassant la capacité de la protection. Dans ces cas, si l'angle d'attaque augmente en présence d'une charge anormalement élevée de glace, soit en tentant de maintenir la montée avec une puissance limitée et une charge relativement élevée, soit, plus soudainement, lorsque la configuration est modifiée pendant l'approche à l'atterrissage, un décrochage et une perte de maîtrise peuvent se produire, et une sortie de décrochage pourrait être impossible à basse altitude.

Solutions

- **Planification du vol :** Dans le cas des aéronefs non équipés de systèmes de protection contre le givrage de la cellule, il faut éviter d'utiliser ceux-ci dans des conditions de givrage. La seule façon de s'en assurer consiste à utiliser un tel aéronef dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC) alors qu'un vol dans des précipitations verglaçantes n'aura pas lieu, ou dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC), lorsque les températures seront supérieures au point de congélation et qu'un vol dans des précipitations verglaçantes n'aura pas lieu. Il est particulièrement important que l'étape du vol de croisière soit planifiée de façon à éviter tout givrage à haute altitude au-dessus d'un relief montagneux.

- **Fonctionnement des systèmes de protection contre le givrage :** Il faut veiller à utiliser les systèmes de protection contre le givrage de la voilure et de l'empennage conformément aux directives du fabricant. Au cours des dernières années, les procédures liées aux systèmes pneumatiques de protection contre le givrage ont fait l'objet de changements importants en vue d'assurer leur efficacité, et il ne faut pas négliger ces directives pour s'en remettre à des notions populaires comme le pontage de glace.
- **Approche et atterrissage :** Les pilotes utilisant un aéronef équipé d'un système de protection contre le givrage devraient tenir compte des effets de toute glace résiduelle présente au moment de l'approche et de l'atterrissage, car celle-ci peut dégrader considérablement les performances et entraîner une réponse anormale aux changements de configuration. △



Au service d'un
monde en mouvement
navcanada.ca

Sujets épineux : Un examen des conflits de planeurs au Canada

par Nicolas van Aalst, Sécurité et qualité, NAV CANADA

Nicholas (Nick) van Aalst est un contrôleur de la circulation aérienne affecté à Sécurité et qualité chez NAV CANADA et un étudiant diplômé de la Embry-Riddle Aeronautical University, a précédemment été professeur à la Mount Royal University et est titulaire d'une licence de pilote professionnel, d'une qualification de vol aux instruments de groupe 1, ainsi que d'une licence de pilote de planeur.

L'auteur remercie Jonathan Histon, Ph. D., gestionnaire, Performance humaine, et l'ensemble du Service de la sécurité et de la qualité de NAV CANADA pour l'élaboration d'articles et l'expertise en la matière. Des remerciements supplémentaires sont envoyés au capitaine Ashley Gaudet de la 2^e Division aérienne du Canada, ainsi qu'à monsieur David Donaldson de l'Association canadienne de vol à voile.

La correspondance concernant cet article peut être adressée à NAV CANADA et à Sécurité et qualité par l'entremise de Nicholas.vanaalst@navcanada.ca.

Sujets épineux

En fin de matinée du 12 août 2022, un Boeing 767-375ER effectuait une approche du système d'atterrissage aux instruments vers la piste 12 de l'aéroport d'Hamilton (Ontario) lorsqu'un planeur a rapidement obstrué le pare-brise de l'équipage, forçant l'équipage du 767 à prendre des mesures d'évitement, ce qui l'a fait passer assez près pour observer clairement le pilote du planeur. Heureusement, les deux aéronefs ont été en mesure de poursuivre leur vol et d'effectuer des atterrissages normaux sans autre incident (Aviation Safety Network, 2022). Cet événement illustre

les défis et l'importance de la résolution de conflits et des interactions entre les opérations des planeurs et les autres utilisateurs de l'espace aérien.

L'équipe de Sécurité et qualité (S et Q) de NAV CANADA a déterminé que les opérations de planeur sont un moteur de conflits avec un risque accru de collision dans les espaces aériens contrôlés. Plusieurs caractéristiques de l'exploitation des planeurs contribuent à ce facteur de risque, y compris les contraintes sur la performance humaine, les limites opérationnelles du contrôle de la circulation aérienne, y compris les exigences de l'espace aérien, ainsi que les limites imposées aux équipages et leurs exigences opérationnelles. Dans des combinaisons diverses et dynamiques de ces facteurs, le résultat peut rendre un état dégradé de connaissance de la situation et de modélisation mentale collective conduisant à un accident. Grâce à la sensibilisation à ce type de conflit, cet article donnera un aperçu de certaines des conditions préalables à des événements, comme ceux qui se sont produits à l'aéroport d'Hamilton, et fournira aux lecteurs des pratiques exemplaires de prévention fondées sur les intérêts.

Contexte

Le 28 août 2006, un Hawker 800XP en descente près de Reno (Nevada), est entré en collision avec un planeur Schleicher ASW 27, comme le montre la figure 1, à environ 16 000 pi ASL. Selon le rapport du National Transportation Safety Board (NTSB) (Charnon, 2008), [traduction] « [...] les dommages subis par le Hawker ont mis hors service un moteur et d'autres systèmes; toutefois, l'équipage de conduite a réussi à faire atterrir l'aéronef. Le planeur endommagé était incontrôlable, et le pilote du planeur a sauté hors de l'appareil et s'est parachuté au sol » (p. 1). Les conclusions du NTSB indiquaient que la vitesse de rapprochement entre les aéronefs rendait l'évitement des collisions improbable, voire impossible, une fois que le conflit était devenu apparent.



Figure 1 : Planeur Schleicher ASW 27 (Münch, s.d.)

De plus, l'absence de signal de transpondeur du planeur a entraîné une dégradation de l'état de la connaissance de la situation par le contrôle de la circulation aérienne (ATC) et l'équipage, ce qui a contribué à l'accident.

Méthode

Le service de S et Q a effectué un examen des zones de conflit probables avec des planeurs au Canada, y compris les exigences en matière de transpondeur et de prestation de services d'ATC. Cette analyse a examiné plus en détail les emplacements d'exploitation, y compris les espaces aériens adjacents et les interactions avec les intervenants. De plus, l'examen a exploré les limites des principes « voir et être vu » et « voir et éviter » associés aux conditions météorologiques de vol à vue pour les aéronefs qui effectuent des vols selon les règles de vol à vue (VFR) et les règles de vol aux instruments (IFR).

À partir de cet examen, trois éléments clés des conflits, y compris leurs relations, ont été identifiés et résumés ci-dessous, ainsi que dans la figure 3.

1. Limites de la performance humaine
2. Limites opérationnelles de l'ATC
3. Limites opérationnelles de l'équipage de l'aéronef

Lorsque les limites de la figure 3 se chevauchent et interagissent les unes avec les autres, les conflits sont plus susceptibles de se produire. Les sections suivantes décrivent ces interactions plus en détail.



*Figure 2 : Hawker 800XP à la suite d'une collision en vol avec un planeur
(National Transportation Safety Board, 2006)*

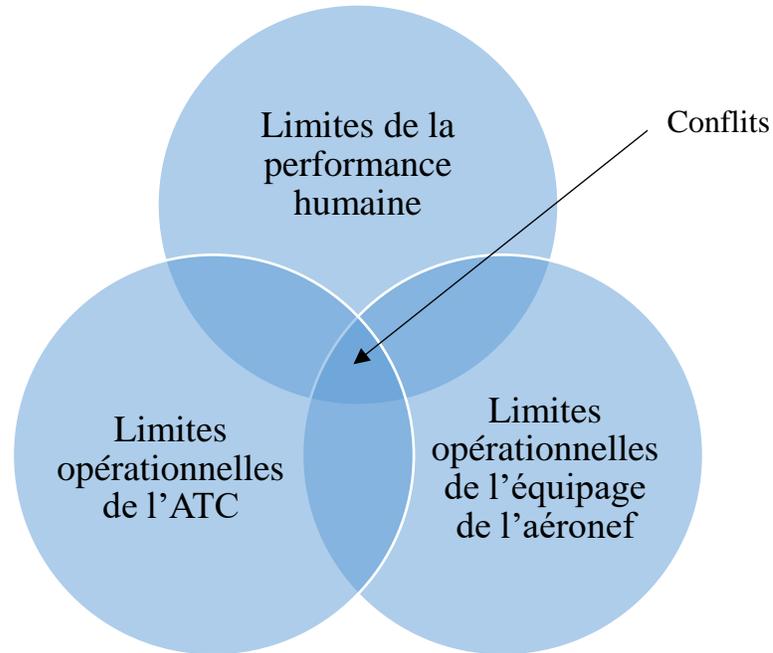


Figure 3 : Relations et interactions des facteurs de risque

Limites de la performance humaine

Le sujet de la performance humaine est une conversation interdisciplinaire nécessitant une compréhension de la connaissance de la situation et de la cécité inattentionnelle, de pas remarquer un élément inattendu mais parfaitement visible parce que trop d'éléments mobilisent déjà notre attention, affectant la modélisation mentale.

Connaissance de la situation

La connaissance de la situation (CS) comprend généralement trois niveaux : détection, compréhension et prédiction. D'abord et avant tout, la détection exige que l'équipage de l'aéronef et l'ATC détectent l'information concernant l'environnement. Deuxièmement, l'équipage de l'aéronef et l'ATC doivent comprendre la signification de l'information, ce qui mène ultimement au troisième niveau de connaissance de la situation : la prévision des besoins futurs.

En réfléchissant aux événements de Reno (Nevada) et d'Hamilton (Ontario), ce qui est évident, c'est que la CS n'était pas complète avant que les planeurs ne soient repérés. Cependant, la CS a été rapidement rétablie, bien qu'avec des résultats variés; ce sachant, le temps est le facteur critique dans la résolution des conflits.

Cécité inattentionnelle

Alors que les niveaux de CS sont fondés sur notre capacité à percevoir le monde qui nous entoure, un phénomène tel que la cécité inattentionnelle, implique de ne pas observer ce qui peut être considéré comme évident. De même, il est plausible que la capture cognitive puisse favoriser une fixation sur une tâche, un objet ou même une pensée, au détriment de la CS.

Ce qui ressort des intervenants, c'est que les planeurs forment rarement une composante de la CS, en grande partie en raison de la faible menace associée aux planeurs et d'un parti pris en faveur des aéronefs à moteur lors de la

surveillance de la circulation. De plus, les recherches indiquent que la coloration discrète des objets peut jouer un rôle dans la cécité inattentionnelle. Lorsqu'on applique cette théorie à des planeurs de conception à profil bas, principalement de couleur blanche, la capacité d'identifier visuellement les planeurs est réduite.

Limites opérationnelles de l'ATC

On se fie souvent à l'ATC pour obtenir de l'information sur la circulation afin d'augmenter la CS de l'équipage de l'aéronef. Simultanément, des instructions de contrôle et des autorisations sont fournies en fonction de la circulation connue avec un radar de surveillance secondaire dérivé d'un transpondeur et des données de surveillance spatiales. Toutefois, en vertu de l'article 605.35 du *Règlement de l'aviation canadien*, les planeurs sont autorisés à circuler dans des segments importants de l'espace aérien intérieur canadien sans transpondeur ni équipement de codage d'altitude. De fait, cela rend les planeurs invisibles dans de vastes zones de l'espace aérien, avec seulement des échos radar primaires occasionnels possibles, qui peuvent représenter n'importe quel genre d'objets, y compris, mais sans s'y limiter, les oiseaux.

De plus, étant donné que les échos radar primaires ne fournissent pas d'information sur l'altitude et que les échos du radar primaire sont assez fréquents, il peut être difficile pour l'ATC de fournir des renseignements pertinents sur la circulation, en particulier en raison de la charge de travail. Pour mieux gérer sa charge de travail, l'ATC peut se fier fortement aux altitudes pour séparer la circulation aérienne, par exemple lorsque les équipages des aéronefs respectent les altitudes normalisées en fonction des règles de vol et de la direction du vol. Cependant, la nuance et l'incapacité des planeurs à maintenir des altitudes constantes signifient que les planeurs traversent les altitudes des aéronefs IFR et VFR, ce qui suggère qu'il y a un large éventail d'altitudes où des conflits peuvent se produire.

Limites opérationnelles de l'équipage de l'aéronef

Après avoir exploré les concepts de performance humaine et les limites de l'ATC, les limites d'exploitation des équipages d'aéronefs dans des conditions météorologiques de vol à vue, ainsi que les publications disponibles, méritent d'être examinées.

Espacement visuel dans des conditions météorologiques de vol à vue

Qu'ils volent VFR ou IFR, les équipages d'aéronefs dans des conditions météorologiques de vol à vue s'appuient sur les mantras « voir et être vu », ainsi que « voir et éviter » pour la résolution de conflits. Parmi ceux-ci, trois éléments font surface :

1. une surveillance de la circulation;
2. la visibilité de l'appareil;
3. la résolution de conflits.

Visibilité du planeur : Du point de vue d'un pilote de planeur, une surveillance de la circulation est contre-intuitivement limitée, même avec la visibilité offerte par les conceptions de la verrière. Les restrictions de visibilité comprennent l'envergure et la position des ailes, ainsi que le positionnement du siège du pilote. Comme les planeurs peuvent fonctionner pendant de longues périodes à des angles d'inclinaison élevés et à des taux de virage élevés, les pilotes de planeurs sont mis au défi de maintenir une surveillance efficace dans des environnements en évolution rapide. Par conséquent, du point de vue d'un tiers, la capacité d'observer un planeur qui gravite près de l'appareil peut être difficile, en particulier avec les conceptions à profil bas et l'absence d'éclairage anticollision.

Aéronef entraîné par moteur : Lorsqu'on en parle du point de vue des aéronefs entraînés par moteur, les obstructions physiques limitent la visibilité. Cependant, un défi plus complexe présente un conflit entre la surveillance « tête haute » des affichages et la surveillance de la circulation efficace, alors que la charge de travail dans le poste de pilotage devient de plus en plus prédominante dans les aéronefs modernes de l'aviation générale.

Résolution de conflits fondée sur le droit de passage : L'article 602.19 du *Règlement de l'aviation canadien*, Priorité de passage, contient des renseignements importants sur la résolution de conflit. Le plus notable dans la hiérarchie est la priorité des planeurs, ce qui pourrait rendre une certaine complaisance pour les pilotes de planeurs, bien que les conditions météorologiques de vol à vue présentent une responsabilité partagée pour la détection de la circulation et la résolution de conflits.

Publications

Un examen des publications aéronautiques, y compris les NOTAM applicables, a révélé que les opérations de vol à voile ne sont pas clairement définies et que les pilotes de planeurs ne sont pas tenus de rester confinés à l'espace aérien de classe F ou de suivre les indications des cartes de navigation VFR. Cette constatation ne se limite pas aux publications VFR, car il y a moins de clarté sur les publications IFR, y compris les STAR et les cartes d'approche, ce qui suggère que les aéronefs IFR pourraient avoir une CS réduite.

En ce qui concerne les NOTAM en particulier, un NOTAM d'exploitation de planeur publié peut servir à renforcer la complaisance des pilotes de planeur en supposant que les NOTAM sont largement et minutieusement examinés et compris.

Un scénario de conflit probable

D'après les facteurs de la figure 3, l'identification des emplacements de conflit probables au Canada exigeait que le service de S et Q explore les zones ayant des exigences mixtes en matière d'autorisations, de communication, de navigation et de surveillance de l'ATC, ainsi que d'importantes règles de vol mixtes et des éléments de performance. Un examen plus approfondi implique que cette complexité se produit plus fréquemment dans l'espace aérien de classe E, où les aéronefs VFR opèrent sans service de contrôle et où les exigences relatives aux transpondeurs varient conformément au *Manuel des espaces aériens désignés*. Par conséquent, l'espace aérien de classe E est un facteur probable de conflits à l'intérieur d'un espace aérien contrôlé.

Considérons ainsi le scénario de l'équipage d'un appareil IFR pendant les phases d'arrivée et d'approche du vol, descendant à travers une petite zone d'espace aérien de classe E avec une autorisation de l'ATC, avant de passer dans une zone de contrôle terminale ou une zone de contrôle. Pendant ce temps, cet équipage peut faire face à des charges de travail cognitives accrues et à des priorités concurrentes — couvrant des distances supérieures à quatre NM par min — passant dans des conditions météorologiques de vol à vue et des conditions météorologiques de vol aux instruments à travers des cumulus épars ou fragmentés, comme l'illustre la figure 4. Dans un environnement d'équipage multiple, les facteurs de charge de travail pour la surveillance par le pilote comprennent les communications directes contrôleur-pilote et d'autres tâches « tête baissée », ce qui nécessite d'importantes compétences en gestion des ressources en équipe dans le poste d'équipage.

Considérons maintenant le point de vue du pilote de planeur VFR, qui opère dans le même segment de l'espace aérien de classe E, qui s'appuie sur la montée de l'air sous un cumulus par lequel l'aéronef IFR mentionné précédemment est sur le point de passer. Dans ce scénario, en l'absence du besoin d'équipement de communication et de surveillance, les planeurs ne sont pas en mesure de contribuer à la modélisation mentale partagée de l'équipage IFR et de l'ATC, et les planeurs ne sont pas pleinement conscients de l'image de circulation connexe. C'est ici que



Figure 4 : Perspective du pilote de planeur sous un cumulus (Sosinski, 2024)

les conditions préalables à un conflit sont présentes, et c'est ici que des conflits, comme ceux décrits précédemment à l'aéroport d'Hamilton et à Reno, peuvent se développer.

Comment avoir de la classe dans la classe E

Étant donné que la prévalence de la menace s'est présentée principalement dans l'espace aérien de classe E, y compris dans l'ensemble des voies aériennes où les équipages et l'ATC peuvent ne pas être au courant des opérations de planeur, les emplacements précis des conflits sont vastes et difficiles à prévoir. Cependant, lors de la mobilisation des intervenants avec le service de S et Q, le moment le plus percutant est peut-être venu sous la forme d'une citation philosophique [traduction] : « [...] parlez aux gens qui peuvent vous tuer! », cristallisant le concept de base selon lequel la sensibilisation et la collaboration conduisent à des initiatives de sécurité aérienne efficaces.

Pratiques exemplaires recommandées

Rappelant la figure 3, les pratiques exemplaires importantes ont fait ressortir le développement, le maintien et le rétablissement de la connaissance de la situation et peuvent être en grande partie divisées par perspective.

Pilotes de planeurs

1. Ils doivent étudier l'espace aérien avant les opérations aériennes et être au courant des flux de circulation IFR et VFR, y compris les STAR et les approches aux instruments.
2. Fournir des rapports de position fréquents et précis sur les fréquences en route.
3. Établir des rapports avec les exploitants adjacents et les unités de l'ATC tout en respectant les accords localisés et les pratiques exemplaires.

Pilotes d'aéronefs entraînés par moteur

1. Étudier les publications avant les opérations aériennes et se familiariser avec les aérodrômes et les espaces aériens adjacents qui soutiennent les opérations de planeur.
2. Dans la mesure du possible, surveiller la circulation sur la fréquence en route et fournir des rapports de position.
3. Faire preuve de discernement et d'esprit critique au moment d'effectuer la surveillance de la circulation dans des conditions météorologiques de vol à vue.

Contrôleurs de la circulation aérienne

1. Dans la mesure du possible, fournir de l'information sur la circulation connue et non vérifiée, y compris les cibles principales qui sont persistantes ou stables, dans les zones où des planeurs peuvent être présents.
2. Établir un rapport avec les exploitants de planeurs afin de les consulter et de les informer quant aux impacts sur l'exploitation.
3. Au besoin, élaborer, vérifier et valider des procédures localisées pour l'exploitation des planeurs.

Conclusion

Ce que l'examen du service de S et Q a montré, c'est que les conflits de planeurs sont entraînés par trois facteurs habilitants clés : les limites et les exigences opérationnelles humaines, de l'ATC et de l'équipage. Une connaissance de la situation encore moins bonne est celle des aéronefs exploités sans transpondeur, comme c'est le cas pour de nombreux planeurs au Canada. Par conséquent, les pratiques exemplaires en matière de résolution de conflits doivent avoir lieu avant et pendant les opérations, y compris de communications fréquentes et efficaces, ainsi que la participation des intervenants. Ces pratiques sont essentielles pour prévenir les conflits aériens comme ceux qui se sont produits à l'aéroport d'Hamilton et les incidents comme celui à Reno, et peuvent avoir des avantages plus vastes pour l'écosystème de l'aviation au Canada. △

Références

- Règlement de l'aviation canadien, [DORS/96-433, art 602.19](#)
- Règlement de l'aviation canadien, [DORS/96-433, art 605.35](#)
- Aviation Safety Network. (2022). [CargoJet Airways Boeing 767-375ER C-FCAE](#). (en anglais seulement)
- Channon, N. (2008). Rapport final d'enquête aéronautique LAX06FA277. National Transportation Safety Board
- Münch, M. (s.d.). [Planeur Schleicher ASW 27](#) [image]
- National Transportation Safety Board. (2006). [Hawker à la suite d'une collision en vol avec un planeur](#) [image]
- Perera, A. (7 septembre 2023). Inattentional Blindness in Psychology (en anglais seulement) [Simply Psychology](#)
- Sosinski. (2024). Perspective du pilote de planeur sous un nuage cumulus [image]
- Transports Canada. (2024). [Manuel d'information aéronautique](#). Ministre des Transports Ottawa (Ontario)

Sécurité aérienne — Nouvelles (SA – N) soumission d'articles

Y a-t-il une question de sécurité aérienne qui vous passionne? Aimerez-vous partager vos connaissances spécialisées avec les autres? Si oui, nous aimerions avoir de vos nouvelles!

Renseignements généraux et directives

L'objectif principal de SA — N est de promouvoir la sécurité aérienne. La publication contient des articles qui abordent tous les aspects de la sécurité aérienne, dont des observations en matière de sécurité formulées à la suite d'accidents et d'incidents ainsi que des renseignements sur la sécurité adaptés aux besoins des pilotes canadiens, des techniciens d'entretien d'aéronefs (TEA) et de tout autre membre du milieu aéronautique canadien.



Crédit : iStock

Si vous souhaitez soumettre un article, veuillez-nous le transmettre par courriel à TC.ASL-SAN.TC@tc.gc.ca. Veuillez noter que tous les articles seront révisés et traduits avant d'être publiés.

Photos et graphiques

Si vous voulez captiver nos lecteurs, nous vous recommandons d'inclure une ou deux photos, ou graphiques, dans votre article. Veuillez nous envoyer vos photos ou graphiques par courriel, préférablement en format JPEG, avec votre texte.

Au plaisir de recevoir vos articles! △

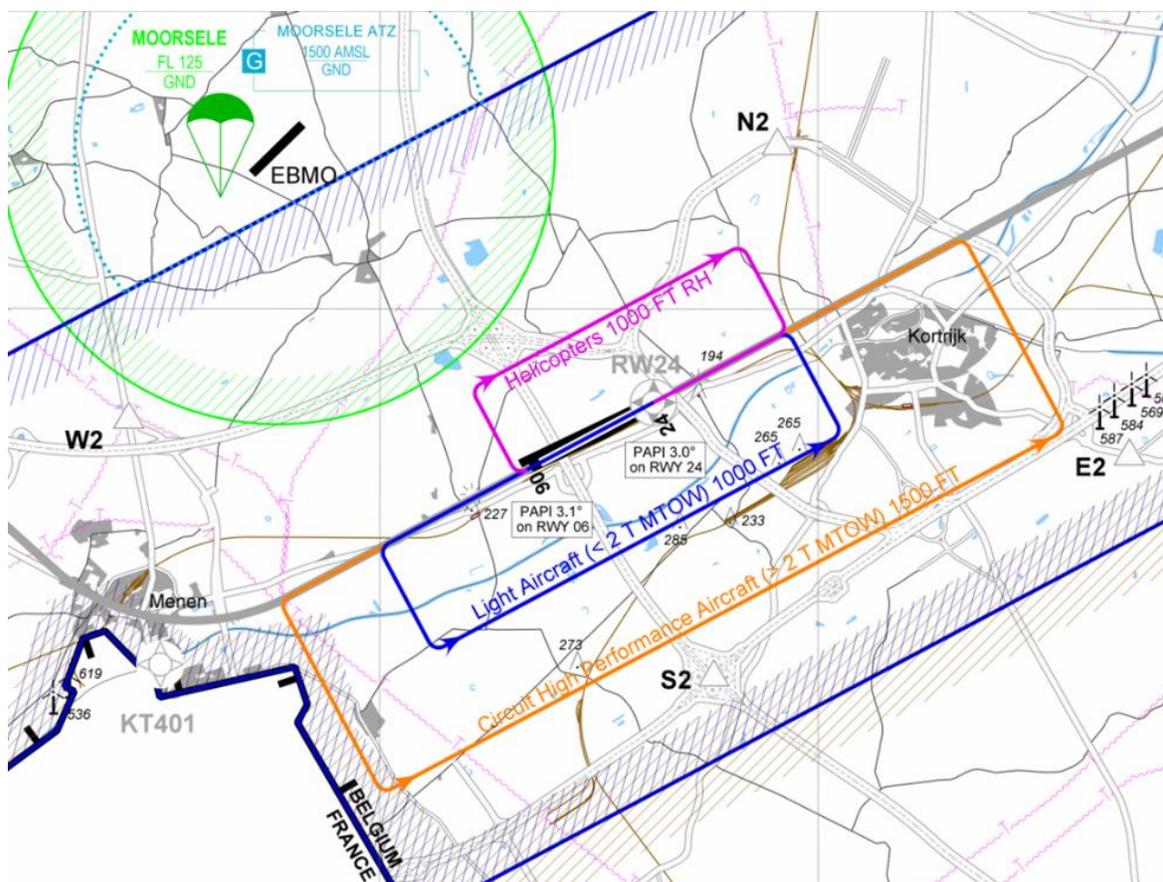


Diagramme 2 : Trajectoires latérales et verticales des circuits pour hélicoptères, avions légers et avions à hautes performances tracées sur la carte de l'aéroport de Flandre, en Belgique (en anglais seulement)

La façon dont les pilotes doivent piloter leur aéronef lorsqu'ils volent près d'un aérodrome est décrite dans la [sous-partie 602 de la division V](#) du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC). L'article 602.96 du RAC reflète de très près les normes et pratiques recommandées (SARP) de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) publiées à l'article 3.2.5 de l'Annexe 2, *Règles de l'air* de l'OACI. En bref, le RAC et les SARP de l'OACI indiquent que le commandant de bord doit :

- surveiller la circulation d'aérodrome afin d'éviter les collisions;
- adopter le débit de trafic suivi par les autres aéronefs ou s'en tenir à l'écart;
- exécuter tous les virages à gauche, sauf indication contraire. Au Canada, cette instruction peut être donnée par le contrôle de la circulation aérienne ou publiée dans le *Supplément de vol — Canada*;
- atterrir face au vent, lorsque c'est possible.

Cela explique pourquoi les procédures de circuit de trafic sont les mêmes dans d'autres pays (c'est-à-dire observer les autres aéronefs pour éviter toute collision, se conformer au circuit de trafic formé par les autres aéronefs qui exploitent l'aérodrome et l'éviter, et effectuer tous les virages à gauche dans un circuit, sauf indication contraire), alors que certaines procédures, telles que les entrées recommandées dans le circuit de trafic, sont différentes.

Par exemple, au Canada, l'entrée privilégiée à un aérodrome non contrôlé est faite en traversant l'aérodrome à mi-longueur. Aux États-Unis, l'entrée privilégiée dans un aéroport sans tour est faite à un angle de 45 degrés par rapport à l'étape vent arrière.

Certains pays tracent la trajectoire latérale à suivre et l'altitude à respecter sur la carte de chaque aérodrome, en fonction des performances des aéronefs.

Bien que certains éléments du circuit de trafic soient identiques, ces exemples soulignent également pourquoi il est important pour un pilote de bien se familiariser avec les différences avant de voler dans un autre pays.

Qu'est-ce qui a changé et qu'est-ce qui n'a pas changé?

Voici la bonne nouvelle. Il est très probable, si vous êtes pilote d'avion, de planeur, de giravion ou de ballon, que vous voliez déjà dans un circuit de trafic tel qu'il est décrit dans l'édition mise à jour de l'AIM de TC. Nous n'avons pas changé les procédures recommandées d'entrée dans un circuit de trafic. Nous attendons des pilotes qu'ils respectent la réglementation et nous les encourageons à effectuer leurs vols conformément aux directives publiées. Dans ce cas, cependant, les recommandations de l'AIM de TC étaient à la traîne par rapport aux procédures acceptées par l'industrie et aux procédures d'exploitation normalisées (PEN) des compagnies aériennes de sorte que l'objectif était d'aligner l'AIM de TC sur la manière dont de nombreux aéronefs effectuent déjà, et en toute légalité, leurs circuits de trafic. Les nouvelles orientations sont mieux harmonisées avec les procédures de circuit d'aérodrome recommandées dans d'autres pays, comme l'Australie et les États-Unis. Toutefois, si vous êtes un pilote d'aéronef léger de l'aviation générale, vous ne savez peut-être pas que les aéronefs à réaction et les aéronefs à turbopropulseurs effectuent généralement des circuits plus larges à 1 500 pi AGL. C'est logique parce qu'ils volent à des vitesses plus élevées et ont de plus grands rayons de virage de sorte qu'ils ne peuvent pas se conformer à la circulation formée par des monomoteurs et des multimoteurs plus lents.

Si vous êtes pilote d'aéronef à réaction, vous ne connaissez peut-être pas les circuits modifiés que les pilotes de planeurs effectuent. La plupart des pilotes savent que les planeurs ont la priorité sur les aéronefs propulsés (ils ne peuvent pas maintenir leur altitude et il est peu probable qu'ils arrivent à remettre les gaz). Mais saviez-vous que les aéronefs qui remorquent des planeurs peuvent suivre ce qui ressemble à une route de départ erratique pour maintenir leur planeur à une distance de plané d'un point d'atterrissage sûr, et que cette pratique est légale?

Si vous êtes un pilote de planeur, savez-vous à quoi vous attendre des avions ultralégers à basse performance qui volent lentement dans le circuit? Si vous êtes pilote de planeur propulsé et que vous volez à 20 mi/h dans un circuit serré à basse altitude, savez-vous que des autogires et des hélicoptères pourraient aussi s'y trouver?

Pour les pilotes de giravions : plusieurs recommandations vous sont faites pour parcourir le circuit en fonction de vos capacités de performances. Bien entendu, les pilotes d'hélicoptère peuvent choisir d'éviter le flux de circulation dans les circuits, en choisissant d'arriver directement sur l'hélicoptère à l'aérodrome ou d'en décoller. Mais savez-vous à quoi vous attendre d'un ballon qui exploite un aérodrome? De plus, pour les pilotes d'hélicoptère, l'AIM de TC contient une mise à jour sur les opérations d'hélicoptère aux aérodromes à l'article 4.5.3. du chapitre RAC. Enfin, pour les pilotes de ballon : savez-vous où et comment les autres aéronefs dans l'espace aérien autour de vous effectuent leurs manœuvres près d'un aérodrome?

Il est important que les pilotes aient une bonne connaissance de la situation et sachent à quoi s'attendre les uns des autres. L'objectif est de garantir la sécurité de chacun tout en offrant un accès équitable aux aérodromes à tous les utilisateurs légitimes de l'espace aérien, quelles que soient la taille ou les capacités de performances de leur aéronef.

Les circuits de trafic peuvent être très fréquentés et cela peut faire augmenter la charge de travail des pilotes, en particulier aux aérodromes non contrôlés. Voici quelques autres suggestions de l'AIM de TC qui peuvent aider à garder les surprises au minimum et à assurer la sécurité de tous :

- Gardez l'œil ouvert.
- Rendez-vous visible. Allumez vos feux anticollision (phares/feux stroboscopiques) et vos phares d'atterrissage. Il sera plus facile pour les autres pilotes de vous voir.
- Si vous avez un transpondeur, utilisez-le toujours, y compris la fonction de codage de l'altitude. Même si vous n'êtes pas dans un espace aérien à utilisation de transpondeur, vous serez visible pour les aéronefs qui utilisent un système de bord d'évitement d'abordage (ACAS).
- Communiquez, communiquez, communiquez! Parlez de manière claire et concise en utilisant la terminologie recommandée. Consultez les [Guides de phraséologie](#) de NAV CANADA.

Remarque : Pour en savoir plus sur les opérations aériennes aux aéroports sans tour des États-Unis, consultez le site https://www.faa.gov/documentlibrary/media/advisory_circular/ac_90-66c.pdf (en anglais seulement).

Remarque : Uwe est un pilote qualifié d'avion, de ballon, de planeur, d'autogire, de système d'aéronef télépiloté et d'avion ultraléger. Avant de travailler pour Transports Canada, s'il ne faisait pas un circuit à vue à bord d'un Airbus A320 ou d'un autogire, il le faisait à bord d'un planeur, d'un aéronef à commande par transfert de poids ou de son paramoteur. △



RAPPORTS DU BST PUBLIÉS RÉCEMMENT

Rapport du BST A18P0031—Perte de maîtrise et collision avec le relief

Déroulement du vol

Le 23 février 2018, le pilote avait prévu transporter neuf passagers à bord d'un aéronef Beechcraft King Air B100 (King Air) de la compagnie entre l'aéroport d'Abbotsford (CYXX) (Colombie-Britannique) et l'aéroport de Long Beach/Daugherty Field (KLGB) (Californie), aux États-Unis, dans le cadre d'un vol nolisé effectué selon les règles de vol aux instruments (IFR).

Le jour de l'événement à l'étude, le pilote s'est présenté au hangar vers 8 h. Dans les heures précédant le départ, le pilote a accompli plusieurs tâches liées à l'exploitation et à la gestion de la compagnie.

Le pilote a délégué la plupart des tâches de planification et d'inspection prévol à des employés de la compagnie. En raison de préoccupations liées à la détérioration des conditions météorologiques à l'aéroport où le vol prévoyait passer la douane, il a été demandé aux employés d'apporter des modifications au plan de vol exploitation (PVE) et des dispositions ont été prises pour que l'aéronef passe la douane à un autre aéroport.

Vers 10 h 30, les passagers sont arrivés, ont placé leurs bagages dans la soute à bagages arrière de l'aéronef et les ont arrimés à l'aide du filet d'arrimage fourni. À ce moment, l'aéronef se trouvait dans le hangar, dont la porte était fermée, pour le protéger de toute contamination par de la neige et faciliter l'embarquement des passagers.

À 11 h 21, alors que l'aéronef se trouvait toujours dans le hangar, le pilote a appelé le contrôleur de la circulation aérienne d'Abbotsford pour obtenir une autorisation plus tôt que prévu. Le pilote craignait que l'aéronef se retrouve couvert de neige s'il n'obtenait pas rapidement une autorisation IFR. Comme le plan de vol du pilote ne se trouvait pas encore dans le système, le pilote a dit au contrôleur qu'il allait rappeler dans 10 à 15 min pour obtenir son autorisation.

À 11 h 40, le pilote a rappelé le contrôleur par téléphone pour obtenir son autorisation, mais le contrôleur lui a indiqué qu'il ne savait pas s'il lui était possible de le faire. Le pilote a dit au contrôleur qu'il allait faire remorquer l'aéronef à l'extérieur du hangar, puis allait communiquer avec lui par radio pour obtenir l'autorisation requise. Le pilote a aussi indiqué que la neige s'accumulait et qu'il avait des préoccupations concernant la possibilité d'avoir à attendre une autorisation dans de telles circonstances. Le contrôleur a informé le pilote qu'un autre aéronef était en rapprochement, mais que cela ne devrait pas retarder considérablement son départ.

Le pilote et les passagers sont montés à bord de l'aéronef, puis la porte du hangar a été ouverte à 11 h 50 et l'aéronef a été remorqué à l'extérieur. Il neigeait à ce moment-là.

À 11 h 54, les deux moteurs avaient été lancés. Aucun liquide de dégivrage ou d'antigivrage n'a été aspergé sur l'aéronef. Le pilote a demandé et relu l'autorisation, et a commencé à circuler vers la piste 07 à 11 h 55.

Peu de temps après, l'équipage de conduite de l'aéronef qui venait d'atterrir sur la piste 07 a indiqué avoir eu l'aéroport en vue alors que l'aéronef se trouvait à environ 400 pi AGL, et que l'efficacité du freinage était de passable à faible.

À 11 h 59, le pilote a appelé le contrôleur pour lui dire qu'il se trouvait à l'écart de la piste 07. Personne n'a vu de contamination sur les ailes de l'aéronef pendant qu'on attendait l'autorisation de décoller. Deux min plus tard, l'aéronef qui venait d'atterrir a dégagé la piste 07, et le pilote de l'aéronef en cause dans l'événement à l'étude a obtenu l'autorisation de décoller. À 12 h 3, l'aéronef s'est engagé sur la piste 07 recouverte de neige et a amorcé un décollage immédiat.

De quatre à cinq secondes après le décollage, le pilote a placé le levier de commande de manière à escamoter le train d'atterrissage. Pendant l'escamotage du train d'atterrissage, l'aéronef a effectué un roulis d'environ 30° vers la gauche. Pour corriger, le pilote a braqué les ailerons pour tourner vers la droite, et l'aéronef a repris une assiette presque horizontale. Pour effectuer un atterrissage d'urgence immédiat hors piste, le pilote a réduit les gaz et a poussé sur le manche. L'aéronef a heurté le sol entre la piste 07 et la voie de circulation C, a glissé sur le sol couvert de neige sur une distance d'environ 760 pi, et s'est immobilisé dans un champ de framboises sur le terrain de l'aéroport.

Renseignements sur le personnel

Commandant de bord

Le pilote détenait une licence canadienne de pilote de ligne – avion et une qualification de type sur le Beechcraft King Air B100. Sa licence portait l'annotation de qualification de vol aux instruments de groupe 1 et était valide jusqu'au 1^{er} septembre 2018.

Planification du vol du pilote

Dans la compagnie, le commandant de bord d'un vol accomplissait généralement les tâches de planification du vol, y compris la rédaction d'un PVE. Toutefois, le pilote en cause dans l'événement à l'étude avait l'habitude de demander à d'autres membres du personnel d'accomplir ces tâches.

Le PVE a été modifié à plusieurs reprises dans les heures qui ont précédé l'événement à l'étude.

Le PVE ne reflétait donc pas la route prévue ou la quantité de carburant nécessaire.

Renseignements sur l'aéronef

Généralités

L'aéronef en cause dans l'événement à l'étude a été importé des États-Unis en mars 2017 et le programme d'inspection complet de Beechcraft avait été effectué à ce moment-là. L'aéronef avait cumulé 10 580,4 heures de vol cellule.

Rien n'indique qu'une défaillance préalable d'un système ait joué un rôle dans l'événement à l'étude.

Avertisseur de décrochage

L'aéronef en cause dans l'événement à l'étude était doté d'un avertisseur de décrochage comportant un voyant installé du côté gauche de l'écran anti-éblouissement, un disjoncteur et un klaxon, ainsi qu'un détecteur d'angle d'attaque chauffé recouvert d'une plaque de montage sur le bord d'attaque de l'aile gauche.

L'enquête n'a pas permis d'établir que l'avertisseur de décrochage a retenti pendant l'événement à l'étude.

Masse et centrage

L'enquête a permis de relever un certain nombre d'erreurs relatives à la masse et au centrage dans le PVE. Plus particulièrement, le PVE indiquait que les réservoirs auxiliaires de l'aéronef étaient vides même si ceux-ci contenaient 549 lb de carburant. Il n'y avait pas de balance au hangar de la compagnie, et le poids de plusieurs occupants (dont le pilote et le passager prenant place à sa droite) était erroné. De plus, la distribution du poids des passagers figurant dans le PVE ne correspondait pas aux sièges réellement occupés pendant le vol de l'événement à l'étude.

Selon le PVE, la masse de l'aéronef était de 11 200 lb (c.-à-d. 600 lb sous la masse brute maximale autorisée au décollage de 11 800 lb), et le centre de gravité (CG) se trouvait à l'intérieur du domaine de vol approuvé. Toutefois, en fonction du poids réel des occupants, des bagages et du carburant, l'enquête a permis d'établir que la masse de l'aéronef était d'environ 12 000 lb et que le CG se trouvait près de la limite arrière du domaine approuvé.

On ne s'est pas assuré que les bagages étaient chargés adéquatement pendant l'inspection avant vol.

Soute à bagages arrière

La soute à bagages arrière pouvait contenir un maximum de 410 lb de bagages. De plus, tous les bagages devaient être arrimés à l'aide d'un dispositif d'arrimage approuvé par la FAA. Lors de l'événement à l'étude, les passagers ont placé environ 480 lb de bagages dans la soute arrière, et ces bagages ont été arrimés à l'aide d'un filet. L'enquête n'a pas permis d'établir si ce filet était un dispositif d'arrimage approuvé.

Pendant la séquence d'impact, le filet n'a pas retenu les bagages dans la soute arrière. L'un des points de fixation du filet sur le plancher de l'aéronef a été arraché, et le filet s'est libéré des autres points de fixation. Certains bagages ont été projetés vers l'avant dans la cabine et ont heurté les passagers prenant place à l'arrière de la cabine.

Renseignements météorologiques

Généralités

Dans les heures précédant l'événement à l'étude, la région d'Abbotsford était sous l'influence d'un système dépressionnaire accompagné de neige, de visibilité réduite et de températures d'environ -2 °C. Lors de l'événement à l'étude, du givrage mixte modéré était prévu dans les nuages entre 3 000 pi et 14 000 pi ASL.

Messages d'observation météorologique régulière pour l'aviation

Les renseignements figurant dans le tableau 3 proviennent des messages d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) émis à CYXX dans les heures précédant l'événement à l'étude et peu de temps après celui-ci.

Heure	Vents	Visibilité (milles terrestres)	Intensité des chutes de neige	Plafond (pieds)	Température	Point de rosée
11 h	Calmes	½ SM	Modérée	Ciel couvert à 1 000 pi.	-2 °C	-3 °C
11 h 27	080° vrais à 3 nœuds	⅝ SM	Modérée	Ciel couvert à 700 pi.	-2 °C	-3 °C
12 h*	Variables à 2 nœuds	⅜ SM	Modérée	Nuages fragmentés à 600 pi.	-2 °C	-3 °C
12 h 12	Calmes	⅜ SM	Modérée	Nuages fragmentés à 600 pi.	-2 °C	-3 °C
12 h 47	190° vrais à 8 nœuds	½ SM	Modérée	Nuages fragmentés à 600 pi.	-2 °C	-3 °C
13 h	200° vrais à 5 nœuds	¾ SM	Faible	Nuages fragmentés à 800 pi.	-1 °C	-3 °C

Tableau 1 : Renseignements des METAR émis à CYXX le jour de l'événement à l'étude
(source : NAV CANADA)

* Le METAR de 12 h était le bulletin météorologique en vigueur au moment de l'événement à l'étude.

L'enquête a permis d'établir, au moyen des données sur l'accumulation de neige de l'aéroport d'Abbotsford, que le taux d'accumulation de neige avait augmenté à environ 2 cm par heure pendant la demi-heure précédant l'événement à l'étude. À ce taux, on estime à 4 ou 5 mm la quantité de neige qui est tombée sur l'aéronef entre le moment où il a quitté le hangar et le moment où il s'est engagé sur la piste.

Selon les renseignements météorologiques de la région, il y avait peut-être une couche d'air humide d'une température de près de 0 °C au-dessus de la surface. Cela pourrait avoir entraîné la formation de neige mouillée composée de flocons partiellement fondus et contenant plus d'eau que de la neige sèche à la température de la surface de -2 °C.

Cote d'intensité des chutes de neige

Dans l'élaboration des METAR, des messages d'observation météorologique spéciale d'aérodrome (SPECI) et des bulletins du service automatique d'information de région terminale (ATIS), la visibilité est utilisée pour estimer l'intensité des chutes de neige en fonction des lignes directrices suivantes :

- **Faible** : la visibilité est d'au moins $\frac{5}{8}$ de mi.
- **Modérée** : les précipitations tombent isolément et la visibilité est de $\frac{1}{2}$ mi ou $\frac{3}{8}$ de mi.
- **Forte** : les précipitations tombent isolément et la visibilité est de $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{8}$ de mi, ou de 0 mi.

Remarque : « Isolément » signifie en l'absence d'autres précipitations ou d'obstacles à la vue au même moment¹.

L'intensité des chutes de neige est une donnée essentielle à l'établissement du délai d'efficacité du liquide de dégivrage et d'antigivrage². Au lieu de se fier seulement à la visibilité pour évaluer l'intensité des chutes de neige, l'industrie et les organismes de réglementation ont élaboré un tableau sur l'intensité des chutes de neige qui tient compte de l'éclairage ambiant, de la plage de températures et de la visibilité (tableau 2).

Éclairage ambiant	Plage de températures		Visibilité par température neigeuse en milles terrestres (mètres)			
	°C	°F	Fortes	Modérées	Légères	Très légères
Obscurité	-1 et au-dessus	30 et au-dessus	≤1 (≤1 600)	>1 à 2½ (>1 600 à 4 000)	>2½ à 4 (>4 000 à 6 400)	>4 (>6 400)
	Au-dessous de -1	Au-dessous de 30	≤¾ (≤1 200)	>¾ to 1½ (>1 200 à 2 400)	>1½ à 3 (>2 400 à 4 800)	>3 (>4 800)
Lumière du jour	-1 et au-dessus	30 et au-dessus	≤½ (≤800)	>½ à 1½ (>800 to 2 400)	>1½ à 3 (>2 400 à 4 800)	>3 (>4 800)
	Au-dessous de -1	Au-dessous de 30	≤¾ (≤600)	>¾ à 7/8 (>600 to 1 400)	>7/8 à 2 (>1 400 à 3 200)	>2 (>3 200)

Tableau 2 : Intensités des chutes de neige en fonction de la visibilité dominante

¹ Environnement et changement climatique Canada, Manuel d'observations météorologiques de surface, Huitième édition (février 2019), section 6.6.2.5.3 : Intensité en fonction de la visibilité, p. 6-39.

² Le délai d'efficacité est « l'estimation de la période de temps au cours de laquelle les fluides de dégivrage et d'antigivrage sont efficaces afin d'empêcher la formation de givre ou de glace ou l'accumulation de neige sur les surfaces traitées. Cette période s'étend dès le début de la dernière application du fluide de dégivrage ou d'antigivrage jusqu'à ce que le produit n'ait plus d'effets. » (Source : Transports Canada, DORS/96-433, Règlement de l'aviation canadien, Norme 622.11 : Opérations dans des conditions de givrage au sol, section 2.0, Définitions.)

Selon les renseignements météorologiques pour CYXX (période de clarté, température de -2 °C et visibilité de 3/8 SM), les conditions au moment de l'événement à l'étude correspondaient à de fortes chutes de neige. D'après les lignes directrices de Transports Canada (TC) relatives au liquide de dégivrage et d'antigivrage, il n'y a pas d'exigences relatives au délai d'efficacité pour les fortes chutes de neige, et ce, peu importe le type de liquide utilisé et la température. En d'autres termes, lors de fortes chutes de neige, on considère que le liquide de dégivrage et d'antigivrage n'est pas un moyen efficace de réduire les risques de contamination pendant les opérations au sol. Dans les lignes directrices internationales relatives au délai d'efficacité, les chutes de neige fortes sont dans la même catégorie que les granules de glace, la pluie verglaçante modérée et forte, la grêle de petit diamètre et la grêle.

Renseignements sur l'aérodrome

CYXX se trouve à 194 pi ASL. L'aérodrome compte deux pistes d'atterrissage : la piste 07/25, de 9 597 pi de longueur et de 200 pi de largeur avec une surface en asphalte et en béton; et la piste 01/19, de 5 328 pi de longueur et de 200 pi de largeur avec une surface en asphalte.

Au nord de la piste 07 se trouve la voie de circulation parallèle C. Un champ de framboises se trouve sur le terrain de l'aéroport au nord de la voie de circulation C.

À 11 h 27, le message ATIS indiquait les conditions suivantes pour la surface de la piste 07 : trace de neige sèche à 80 %, surface nue et mouillée à 20 %. Les renseignements sur l'état de la surface de la piste du message ATIS de 11 h 27 étaient tirés d'observations effectuées à 10 h 48 qui avaient justifié l'émission d'un SNOWTAM/NOTAMJ. Les renseignements sur l'état de la surface de la piste n'avaient pas été mis à jour pour tenir compte de l'augmentation de l'intensité des chutes de neige entre le moment où le SNOWTAM/NOTAMJ de 10 h 48 a été émis et le moment où s'est produit l'événement à l'étude. Toutefois, juste avant l'événement à l'étude, des membres du personnel d'opérations au sol ont rapporté que le coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI) était de 0,18, que les conditions changeaient rapidement à mesure que les chutes de neige s'intensifiaient, et qu'ils se préparaient à balayer la piste au moment où l'aéronef en cause décollait. Un CRFI de 0,18 est la valeur la plus basse publiée par TC pour la correction de la distance d'atterrissage sur une piste contaminée.

Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Examen de l'épave

Le point d'impact se trouvait entre la piste 07 et la voie de circulation C. Le sol au point de collision initial était plat et n'était pas gelé au moment de l'événement à l'étude. Toutefois, il était recouvert d'environ 3 cm de neige. Après la collision initiale avec le relief, l'aéronef a glissé sur le sol et la voie de circulation C sur une distance d'environ 760 pi, puis s'est immobilisé dans un champ de framboises situé à environ 800 pi à la gauche de l'axe de la piste et à environ 7 500 pi du seuil de la piste (figure 1). Pendant la séquence d'impact, l'aile gauche s'est rompue tout juste à l'extérieur de la nacelle moteur gauche.



*Figure 1 : Aéronef en cause dans l'événement à l'étude, à l'endroit où il s'est immobilisé
(source : Transports Canada)*

L'examen du point initial de collision avec le relief a permis de déceler trois marques distinctes au sol (figure 2). Il y avait deux longues marques au sol correspondant à l'impact du dessous des nacelles moteurs de chaque côté d'une marque correspondant à l'impact du dessous du fuselage. La profondeur maximale de cette dernière marque a été estimée à plus de 1 po (2,5 cm). L'écrasement du dessous du fuselage et des nacelles des moteurs et l'absence de signes de contact entre l'extrémité de l'aile droite et le sol indiquent que l'aéronef volait presque à l'horizontale lorsqu'il a heurté le sol.

Le Laboratoire d'ingénierie du BST a effectué des calculs de performance qui lui ont permis d'estimer à au moins 20 pi/s la vitesse de descente de l'aéronef au moment de l'écrasement (c.-à-d. au début de la séquence d'impact).

Pendant l'examen de l'épave, les hélices ont été déposées et examinées par le BST avec l'aide d'un représentant de leur constructeur. Cet examen n'a pas permis de constater de condition préexistante qui aurait pu empêcher le fonctionnement normal de l'une ou l'autre des hélices.

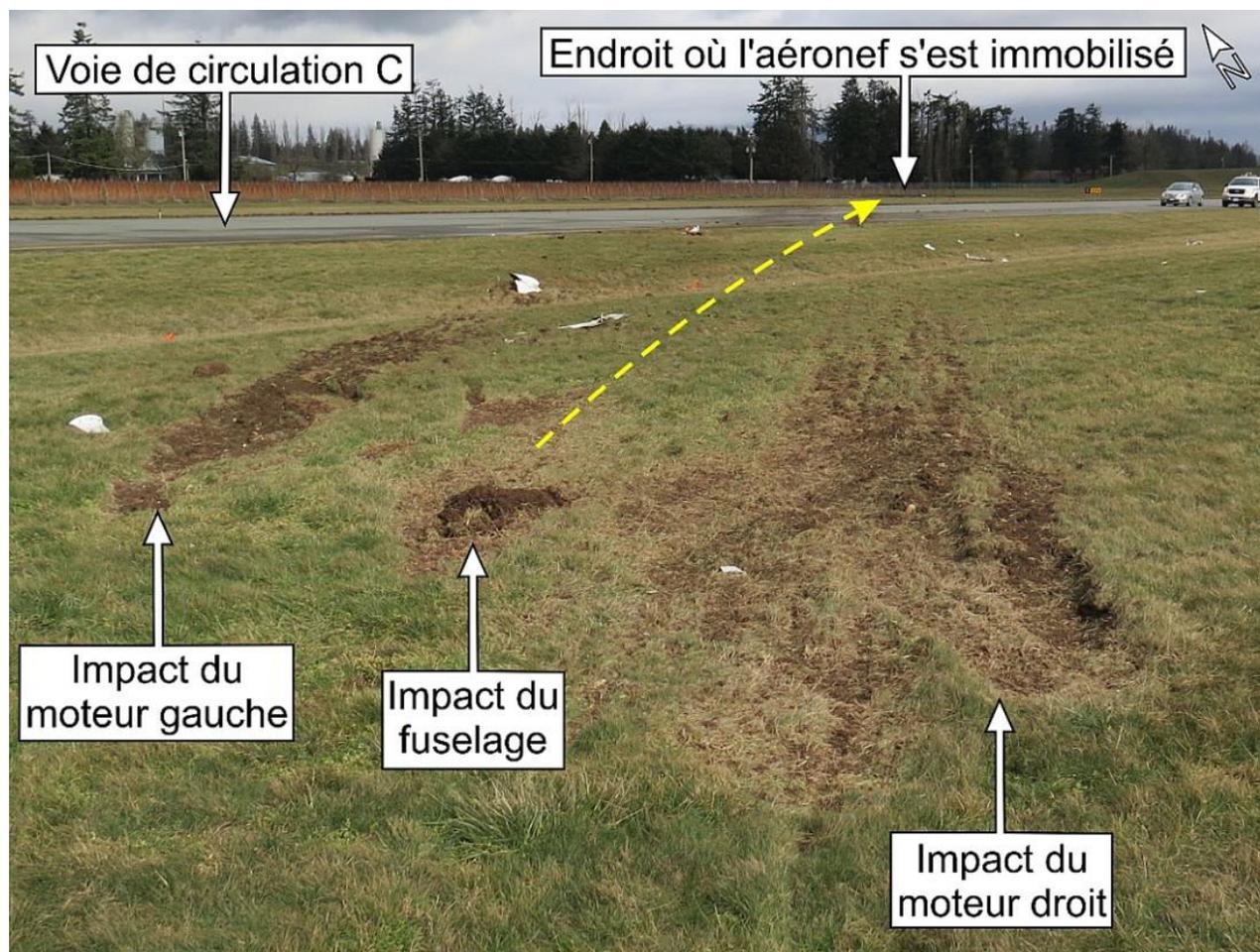


Figure 2 : Point de collision initial avec le sol et direction de l'aéronef
(photo prise le 27 février 2018; source : BST)

Les deux moteurs ont été déposés et expédiés aux installations de Honeywell Aerospace à Phoenix (Arizona) aux fins d'un démontage et d'un examen en présence d'un enquêteur du BST. Pendant le démontage et l'examen des moteurs, on a constaté des dommages indiquant que les moteurs tournaient et fonctionnaient au moment de l'impact avec le sol. Des essais de fonctionnement du circuit de commande des moteurs, des régulateurs des hélices et des commandes de carburant ont été effectués, et aucune anomalie qui aurait pu empêcher le fonctionnement normal des moteurs n'a été constatée.

En raison des dommages causés par l'impact, il n'a pas été possible de confirmer avec certitude l'intégrité de l'avertisseur de décrochage.

Essais et recherche

Analyse des performances

Pendant l'enquête, on a analysé les données du radar secondaire de surveillance de NAV CANADA situé à proximité de CYXX, les données du GPS Garmin Aera 696 installé à bord de l'aéronef et les enregistrements du système de télévision en circuit fermé (CCTV) de l'aéroport. Les données du radar et du GPS ont permis d'obtenir de l'information sur le profil de vol de l'aéronef. Les enregistrements du système CCTV ont permis d'établir la période pendant laquelle l'aéronef a été exposé aux chutes de neige avant le décollage.

L'enquête a établi que l'aéronef a décollé à une vitesse indiquée en nœuds (KIAS) entre 100 et 110. La vitesse de rotation indiquée au manuel de vol de l'aéronef pour un décollage normal (c.-à-d. avec les volets escamotés) est de 97 KIAS. La vitesse d'envol estimée correspondait donc à la vitesse de rotation précisée. L'aéronef a atteint une vitesse maximale de quelque 110 KIAS environ dix secondes après avoir quitté le sol. Il a ensuite ralenti avant de heurter le sol à environ 100 KIAS. Si l'on suppose que la décélération était constante, l'aéronef a glissé pendant huit à neuf secondes avant de s'immobiliser.

L'enquête a permis d'établir que l'aéronef a quitté le sol après une course d'environ 3 300 pi et qu'il est demeuré dans les airs sur une distance d'environ 3 500 pi. Il restait environ 2 800 pi de piste au-delà du point d'impact.

Selon le manuel de vol de l'aéronef, celui-ci devrait atteindre sa vitesse de rotation sur environ 1 700 pi. Une analyse des renseignements disponibles laisse croire que la combinaison de l'augmentation graduelle de la puissance et de la résistance au roulement accrue de la piste contaminée a entraîné une course au décollage plus longue. Une fois que l'aéronef a quitté le sol, son accélération a diminué jusqu'à ce qu'il heurte le sol.

La dernière mesure de l'altitude valide a été effectuée par le radar environ huit secondes avant l'impact. Une analyse de l'impact a permis au BST d'estimer que la vitesse verticale au moment de l'impact était de 1 200 pi/min. Les vitesses verticale et horizontale au moment de l'impact permettent de calculer un angle de trajectoire de vol finale de $-6,8^\circ$. Les données du radar et du GPS et la trajectoire d'impact ont permis d'établir le profil vertical complet du vol dans l'événement à l'étude. L'aéronef a atteint un taux de montée maximal d'environ 1 000 pi/min, puis a cessé de monter dans les cinq secondes du décollage, lorsqu'il a atteint son altitude maximale d'environ 100 pi au-dessus de la piste. Toutefois, il se peut que l'aéronef n'ait pas dépassé 75 pi en raison de la précision de l'altitude indiquée par le transpondeur mode S³. L'altitude a ensuite diminué jusqu'à l'impact (figure 3).

³ Un transpondeur mode S transmet l'altitude en incréments de 25 pi.

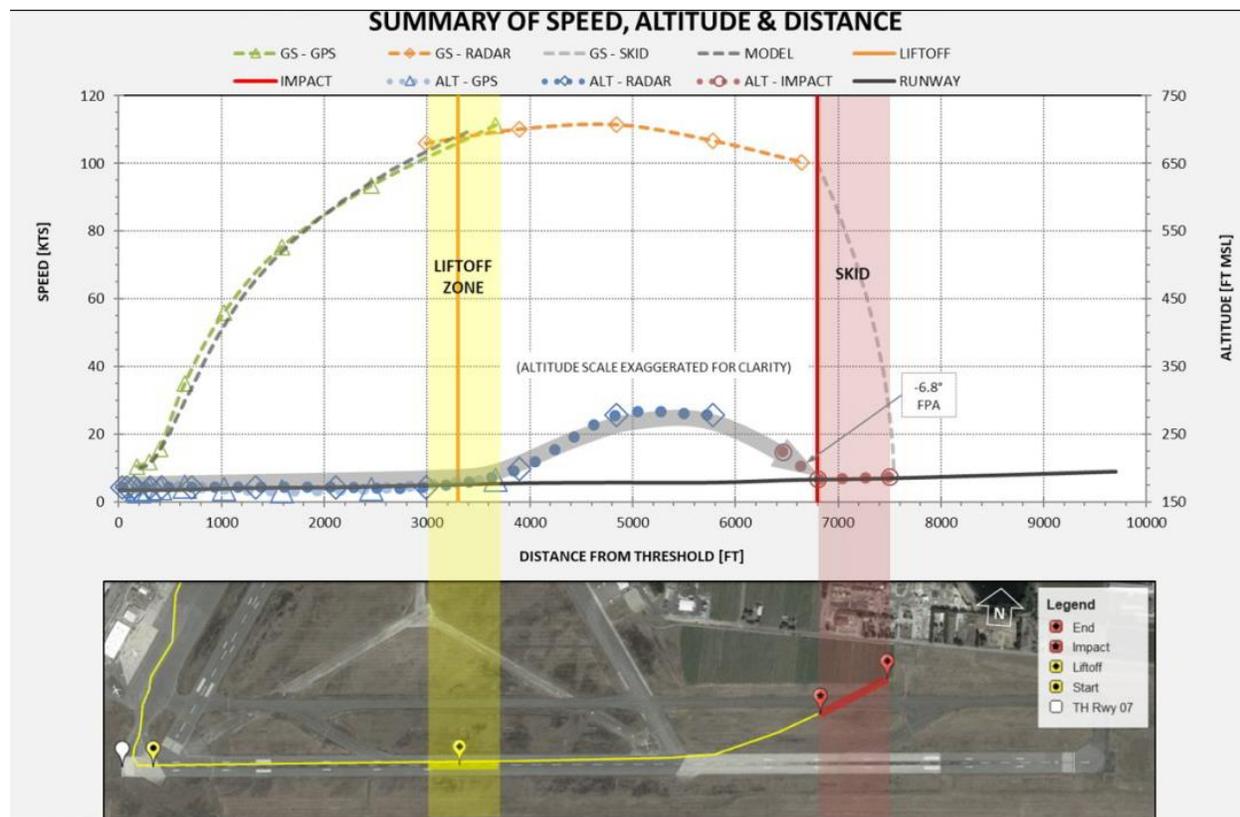


Figure 3 : Reconstitution de la trajectoire de l'aéronef en cause dans l'événement à l'étude
(en anglais seulement)

Remarque : La courbe « Model » correspond aux performances prévues au décollage en fonction du manuel de vol de l'aéronef, du chargement de l'aéronef et des conditions environnementales.
(Source : BST)

Températures froides et contamination par la neige

La surface extérieure de l'aéronef était principalement faite d'aluminium, un matériau qui refroidit rapidement en raison de sa conductivité thermique élevée. Certaines surfaces refroidissent rapidement jusqu'à 0 °C (généralement en quelques min) lorsqu'un aéronef quitte un hangar chauffé et entre en contact avec de l'air sous le point de congélation. Même si les réservoirs de carburant dans les ailes contenaient peut-être du carburant chaud, il a été établi que le carburant chaud dans les ailes n'empêche pas toutes les surfaces d'un aéronef d'atteindre le point de congélation. De plus, différentes parties de l'aéronef (p. ex., les bords d'attaque, les extrémités d'ailes, les ailerons, les volets et l'empennage) ne contiennent pas de carburant et refroidissent donc à un taux différent des parties qui en contiennent.

Des essais de refroidissement ont été effectués au Laboratoire d'ingénierie du BST en faisant passer un composant d'aéronef typique fait d'aluminium léger d'une température de 20 °C à l'intérieur à une température de -5 °C à l'extérieur. Le refroidissement initial était rapide et a atteint un taux de 10 °C par min. Le taux de refroidissement a diminué à mesure que la température du composant baissait, et le composant a atteint le point de congélation après environ sept min d'exposition au froid.

Pendant les essais de refroidissement, les premiers flocons de neige qui ont touché les composants chauds ont fondu, puis ont formé des gouttelettes d'eau de 1 à 2 mm. Le taux de fonte a diminué à mesure que la surface refroidissait (rapidement), et on a observé un mélange de gouttelettes d'eau et de flocons partiellement fondus (figure 4.). Lorsque la surface a atteint 0 °C, les gouttelettes d'eau ont commencé à se transformer en cristaux de glace (figure 5).

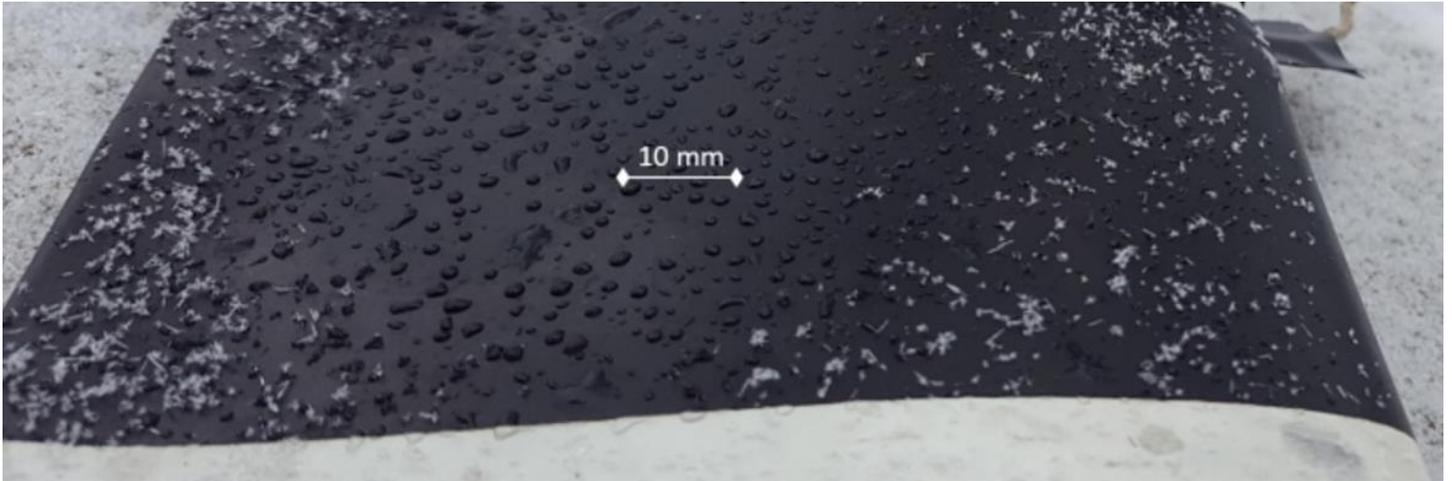


Figure 4 : Essai de refroidissement montrant des flocons fondus et des cristaux de glace

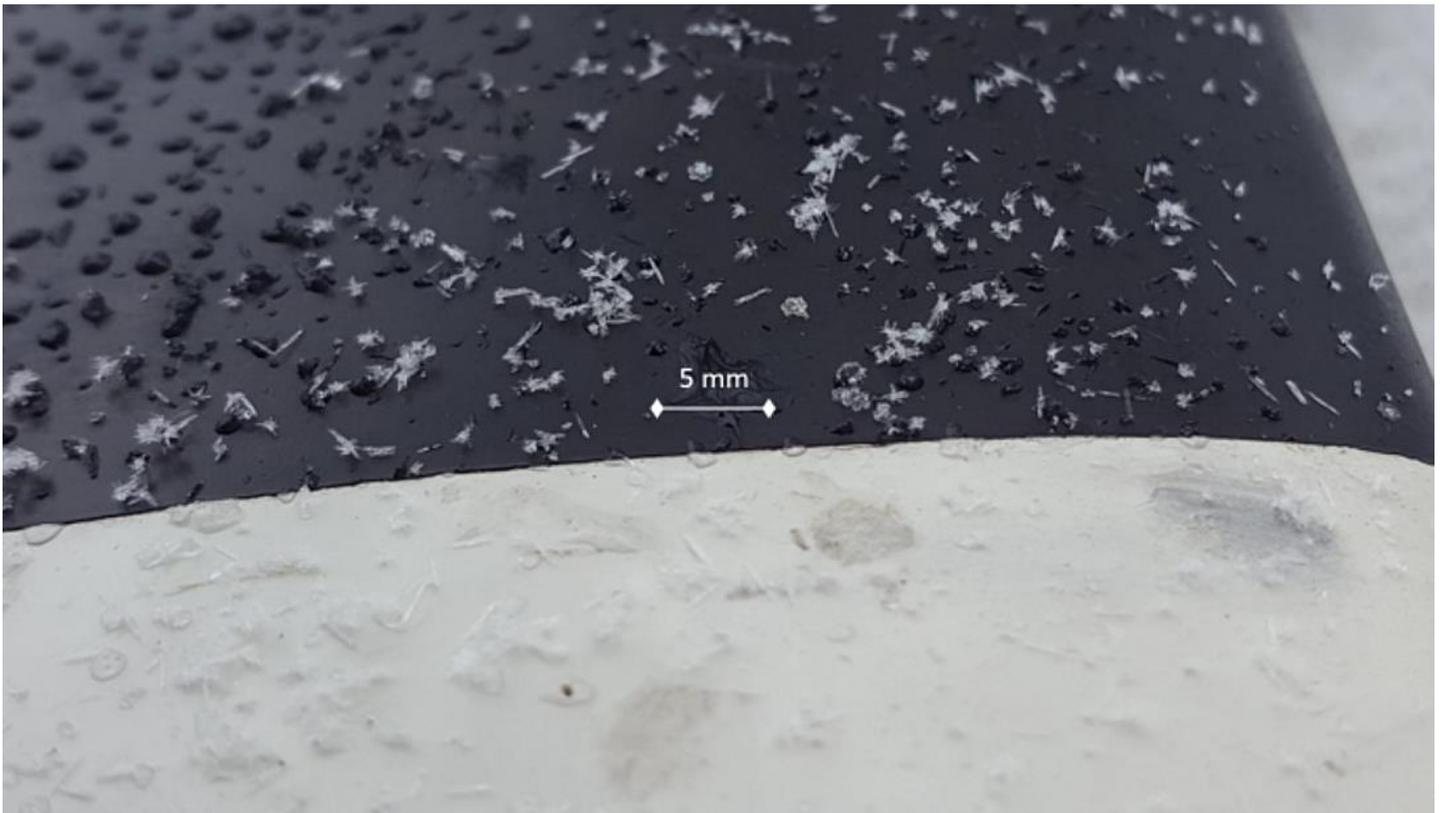


Figure 5 : Essai de refroidissement (vue rapprochée)

Alors que la neige continuait de tomber, les flocons ont commencé à se fusionner à la couche de précipitations partiellement fondues et regelées, ce qui a entraîné la formation d'une surface très irrégulière d'une épaisseur maximale de 3 mm et très difficile à voir sur la peinture blanche (figure 6).

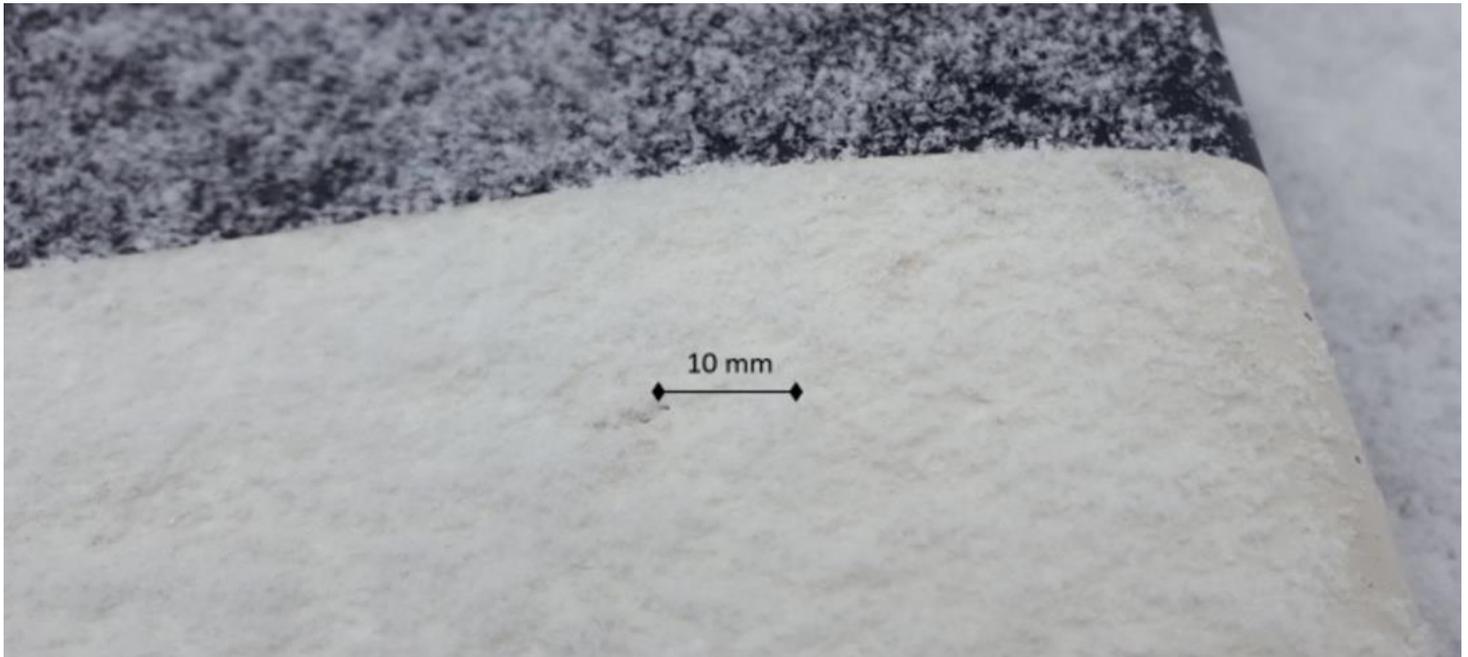


Figure 6 : Essai de refroidissement après des chutes de neige supplémentaires

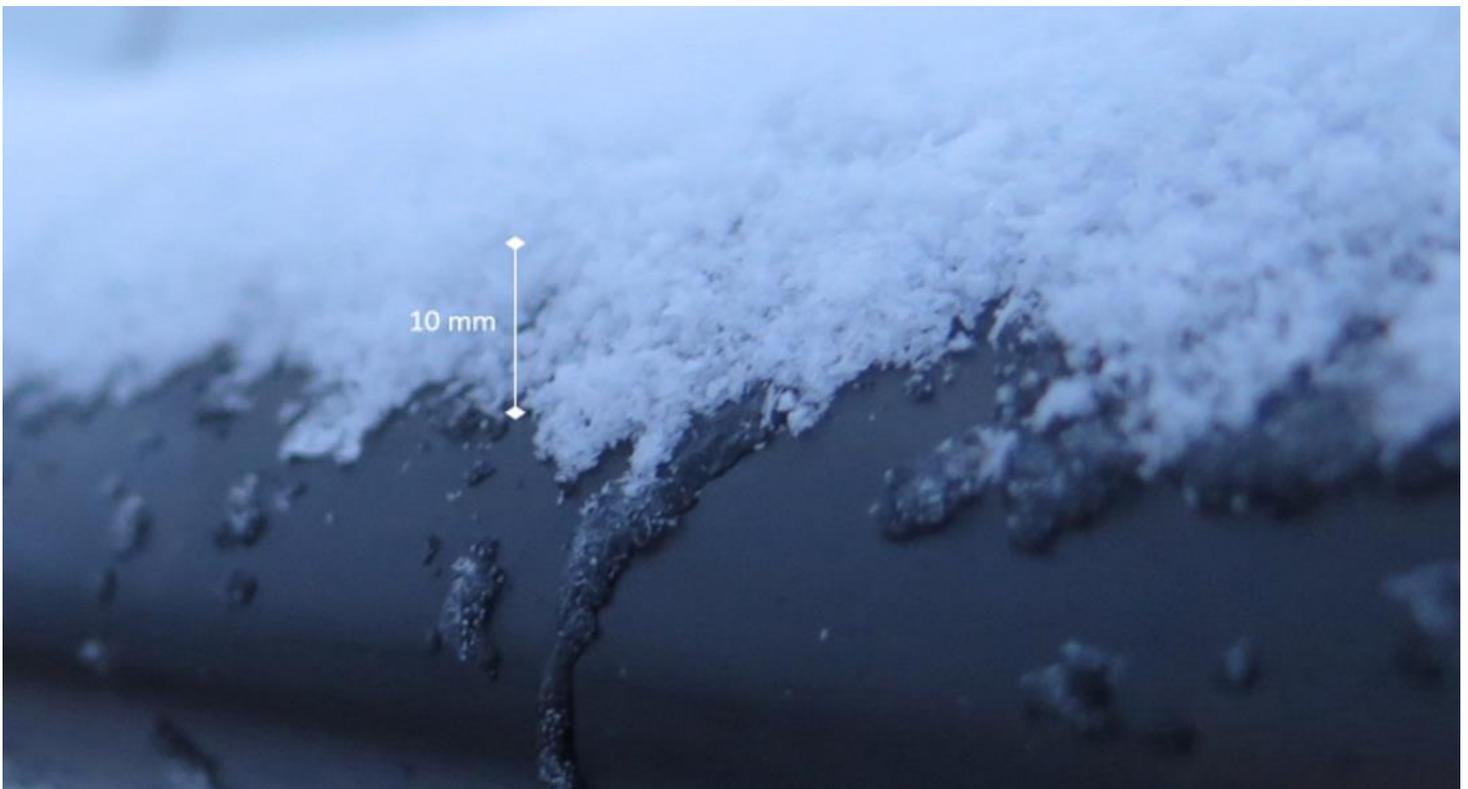


Figure 7 : Épave de l'aéronef en cause montrant le phénomène de fonte et regel environ 8 heures après l'événement à l'étude (Source :BST)

Les tentatives pour décoller cette couche de contamination à l'aide d'un écoulement d'air ou d'une accélération rapide se sont soldées par des échecs, ce qui suggère qu'elle ne se détacherait pas de la surface pendant un décollage. Une partie de la contamination vue sur l'épave était le résultat de ce même processus de fonte et de regel, et une partie de cette contamination existait probablement déjà avant l'écrasement (figure 7).

Capacités de déglacement de la compagnie

Au moment de l'événement à l'étude, du liquide de dégivrage de type I était disponible chez la compagnie.

Givrage au sol

Lorsqu'elles adhèrent à un aéronef, la neige et la glace peuvent avoir d'importantes répercussions sur les performances. C'est pourquoi le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) stipule qu'il « est interdit d'effectuer ou de tenter d'effectuer le décollage d'un aéronef si du givre, de la glace ou de la neige adhèrent à toutes surfaces critiques »⁴, une situation connue sous le nom de « givrage au sol ». Le RAC stipule aussi que « lorsque les conditions sont telles qu'il est raisonnable de prévoir que du givre, de la glace ou de la neige pourraient adhérer à l'aéronef » et que l'aéronef n'est pas exploité en vertu de la sous-partie 5 de la partie VII ou assujetti au programme d'inspection des aéronefs d'un exploitant, il doit être « inspecté immédiatement avant le décollage pour déterminer si du givre, de la glace ou de la neige adhèrent à toutes surfaces critiques ».

La norme 622.11 du RAC, intitulé « Opérations dans des conditions de givrage au sol », définit deux types d'inspection : l'inspection des surfaces critiques et l'inspection de contamination avant le décollage.

Une inspection des surfaces critiques est une inspection externe avant vol obligatoire dans des conditions de givrage au sol. Lorsqu'on utilise le délai d'efficacité comme critère pour la prise de décision, s'il y a eu dépassement de ce délai, il faut qu'une inspection de contamination avant le décollage soit effectuée ou qu'on ait procédé de nouveau au dégivrage ou à l'antigivrage de l'aéronef pour que ce dernier puisse décoller.

Pendant l'inspection de contamination avant le décollage, il n'est pas nécessaire d'effectuer un examen tactile lorsque le constructeur de l'aéronef a déterminé des surfaces représentatives qui peuvent être efficacement observées au cours de l'exploitation de jour et de nuit et qui servent de référence afin de déterminer si les surfaces critiques sont contaminées ou non. Dans le cas présent, le constructeur n'avait pas déterminé de « surface représentative » pouvant remplacer l'examen tactile pendant l'inspection visuelle de contamination avant le décollage.

Si la neige et la glace ne sont pas éliminées avant le décollage, elles peuvent altérer le profil de l'aile à un point où les qualités de portance de ce profil sont sérieusement compromises, et ce, en raison d'une traînée accrue et, dans certains cas, du poids de la contamination. Cela peut engendrer des problèmes de contrôle, réduire l'angle d'attaque de décrochage de l'aéronef, réduire le taux de montée et la vitesse de l'aéronef, et faire augmenter les vitesses de décrochage. Même une quantité infime de glace peut occasionner une réduction des performances comparable à une accumulation de glace plus importante et facilement visible. Les pilotes qui effectuent seulement une inspection visuelle peuvent donc ne pas mesurer pleinement les risques qui existent. Il est presque impossible de déterminer si une aile est mouillée ou recouverte d'une mince couche de glace en effectuant seulement une inspection visuelle. Dans le guide d'exploitation d'Island Express, on fait référence à cette préoccupation en citant le

⁴ Paragraphe 602.11 (4) du Règlement de l'aviation canadien. Aux fins de cet article, le terme « surfaces critiques » s'entend « des ailes, gouvernes, rotors, hélices, stabilisateurs, plans fixes verticaux ou toute autre surface stabilisante de l'aéronef, ainsi que de la partie supérieure du fuselage dans le cas des aéronefs avec moteur monté à l'arrière ».

Manuel d'information aéronautique de Transports Canada (AIM de TC), et on indique que [traduction] « de fausses impressions existent concernant les effets sur les performances de l'accumulation de givre, de neige ou de glace sur l'aéronef ». La publication technique (TP) 10643 de TC comprend la mention suivante :

Des données d'essais indiquent que les formations de givre, de glace ou de neige d'une épaisseur et d'une rugosité de surface semblables à celles d'un papier de verre moyen ou gros, qui se trouvent sur le bord d'attaque et l'extrados d'une aile peuvent réduire la portance de celle-ci de jusqu'à 30 % et accroître la traînée de 40 %.

De la même manière, d'autres études ont permis de constater qu'une accumulation d'aussi peu que 1/16 de po de givrage peut faire croître la vitesse de décrochage d'environ 20 %. C'est pourquoi le givrage au sol comporte des risques considérables, particulièrement en phase de décollage, pendant laquelle l'aéronef est exploité à une vitesse très proche de sa vitesse de décrochage et à une basse altitude rendant difficile une sortie de décrochage.

Conditions environnementales propices au givrage

Selon le manuel de vol de l'aéronef, des conditions potentielles de givrage existent lorsque de la condensation est visible et que la température est de 5 °C ou moins.

Des recherches sur le givrage en vol ont permis d'établir que le givrage fort est plus susceptible de se produire lorsque la teneur en eau liquide est élevée (p. ex., bruine verglaçante, pluie verglaçante, givrage mixte ou neige abondante) et que la température est sous le point de congélation. Les gouttelettes visibles sont un indicateur d'une teneur en eau liquide élevée. Selon la National Aeronautics and Space Administration (NASA) [traduction] :

Les chutes de neige à une température près du point de congélation (c.-à-d. entre -2 °C et +2 °C) risquent d'avoir une teneur en eau élevée et peuvent coller à la cellule de votre aéronef. Il est peu probable que la neige se décolle pendant la course au décollage.

Initialement, la glace forme une couche mince et irrégulière qui continuera de s'accumuler; elle prendra une nouvelle forme pouvant sérieusement compromettre les caractéristiques aérodynamiques de la cellule.

Répercussions du givrage sur les performances d'un aéronef

Même si le givrage fait croître la traînée, cette augmentation ne sera pas considérable au début de la course au décollage. Par conséquent, les effets du givrage au sol peuvent passer inaperçus pendant l'accélération initiale de l'aéronef (sauf si l'accumulation de glace a considérablement fait croître le poids de l'aéronef). Toutefois, à mesure que l'aéronef accélère, même une quantité infime de glace sur l'extrados d'une aile peut entraîner une réduction importante des performances et rendre difficiles la rotation et la montée initiale en toute sécurité.

Si l'aéronef arrive à quitter le sol, il peut bénéficier de l'effet de sol et prendre un peu d'altitude. Cela s'explique par le fait qu'une aile dans l'effet de sol a un coefficient de traînée moindre et un coefficient de portance plus élevé à tous les angles d'attaque, car elle est considérablement plus efficace. Toutefois, les avantages de l'effet de sol disparaissent lorsque l'aéronef atteint une altitude correspondant environ à l'envergure de ses ailes⁵. Si les ailes sont contaminées, la traînée accrue a un effet négatif sur la capacité de l'aéronef à poursuivre normalement sa montée initiale. Si le pilote ne sait pas que les ailes sont contaminées, il peut ne pas se rendre compte à quel point l'angle d'attaque de l'aéronef est proche du seuil de décrochage. De plus, les caractéristiques de décrochage d'un

⁵ L'envergure des ailes de l'aéronef en cause dans l'événement à l'étude était d'environ 46 pi.

aéronef contaminé par du givrage peuvent comporter d'importantes différences par rapport aux caractéristiques d'un aéronef non contaminé. Dans le manuel de vol de l'aéronef, on indique qu'une réponse en roulis inhabituelle ou un roulis intempestif sont des signes d'un décrochage imminent.

Aéronefs qui quittent un hangar lorsqu'il neige

Même si un hangar peut être utilisé pour protéger un aéronef des conditions environnementales comme de la neige et des précipitations verglaçantes, les pilotes et les exploitants doivent tenir compte de certains facteurs importants lorsqu'ils sortent un aéronef d'un hangar alors qu'il neige. Selon le manuel de vol de l'aéronef, un aéronef garé dans un hangar devrait être traité avec du liquide de dégivrage, car la neige qui tombe sur une surface relativement chaude lorsque la température ambiante est inférieure au point de congélation a tendance à fondre, puis à regeler. En cas de précipitations, on doit prévoir suffisamment de temps pour que le revêtement d'un aéronef chaud refroidisse sous le point de congélation avant de sortir l'aéronef du hangar. On peut habituellement faire diminuer la température du revêtement en ouvrant les portes du hangar pour exposer l'aéronef au froid pendant un certain temps avant de l'exposer directement aux précipitations.

Tendance à s'en tenir au plan

Pour prendre des décisions efficacement, un pilote doit avoir une compréhension exacte de la situation et être conscient de toutes les conséquences de cette situation, formuler un plan et des solutions de rechange, puis mettre en œuvre le meilleur plan d'action. Il est tout aussi important que le pilote reconnaisse les changements dans sa situation et qu'il relance le processus décisionnel afin de s'assurer que les changements sont pris en compte et que les plans sont modifiés en conséquence. Si le pilote ne tient pas compte des conséquences potentielles de la situation durant le processus décisionnel, il y a un risque accru que ses décisions et les mesures subséquentes se traduisent par des résultats négatifs donnant lieu à un état indésirable de l'aéronef.

Un certain nombre de facteurs peuvent avoir des répercussions négatives sur le processus de prise de décision d'un pilote. Par exemple, une charge de travail élevée peut nuire à la capacité d'un pilote à percevoir et à évaluer les indices dans son environnement et peut entraîner un rétrécissement du champ d'attention. Dans de nombreux cas, ce rétrécissement du champ d'attention peut entraîner un biais de confirmation, qui fait qu'on recherche les indices appuyant l'action souhaitée, à l'exclusion possible d'indices critiques qui peuvent appuyer une autre hypothèse moins désirable. Ainsi, il se peut qu'on ne prenne pas en considération de façon appropriée des conséquences potentiellement graves lorsqu'on détermine la meilleure façon de procéder.

Une forme précise du biais de confirmation est la « tendance à s'en tenir au plan » ou l'« erreur de poursuite du plan ». On décrit la tendance à s'en tenir au plan comme « une tendance cognitive inconsciente consistant à poursuivre les activités prévues malgré des changements de conditions » ou « une tendance profondément enracinée à poursuivre un plan d'action initial même quand un changement justifie l'adoption d'un nouveau plan ». Une fois qu'un plan a été établi et mis en œuvre, il devient plus difficile de reconnaître des stimuli ou des conditions dans l'environnement nécessitant que le plan soit modifié. Souvent, à mesure que la charge de travail augmente, ces stimuli et conditions sont évidents pour des personnes extérieures à la situation. Toutefois, un pilote appliquant un plan peut avoir beaucoup de difficulté à reconnaître l'importance des indices et le besoin de modifier le plan.

Si la tendance à s'en tenir au plan réduit la capacité d'un pilote à détecter des indices importants, ou si le pilote ne reconnaît pas les implications des indices disponibles, il peut se produire des failles dans sa conscience situationnelle. Ces failles peuvent lui faire prendre des décisions non optimales, ce qui peut compromettre la sécurité.

Un examen des enquêtes du National Transportation Safety Board des États-Unis réalisé par la NASA et l'Ames Research Center a permis de déterminer que près de 75 % des erreurs de décision tactiques en cause dans 37 accidents découlaient d'un équipage de conduite qui avait décidé de s'en tenir au plan original, malgré des signes qui recommandaient un changement de plan d'action. Selon Dekker (2006), les pilotes ont tendance à s'en tenir au plan lorsque les indices utilisés pour formuler le plan initial leur semblent très solides. Par exemple, si le plan est jugé excellent en fonction des renseignements disponibles au moment où il a été élaboré, il est possible qu'on ne tienne pas compte de la même façon des indices ultérieurs qui laissent entendre que cela n'est plus le cas, en ce qui a trait à la prise de décisions.

Il est donc important de reconnaître que la tendance à s'en tenir au plan peut se manifester, et les pilotes doivent être conscients des risques qu'ils courent s'ils n'analysent pas soigneusement les changements de la situation et ne tiennent pas compte des implications de ces changements pour déterminer s'il convient d'adopter un plan d'action révisé. La capacité intellectuelle nécessaire pour traiter ces changements et prendre en compte leurs répercussions potentielles sur le plan initial diminue à mesure que la charge de travail augmente, et ce, particulièrement dans le cas de l'exploitation de l'aéronef par un seul pilote.

Analyse

Rien n'indique qu'une défaillance préexistante ou en vol d'un système a joué un rôle dans l'événement à l'étude. Par conséquent, l'analyse portera principalement sur les aspects opérationnels du vol qui ont mené à l'accident.

Décrochage aérodynamique au décollage

Lorsque l'aéronef a quitté le sol et que le train d'atterrissage a été rentré, l'aéronef a immédiatement effectué un roulis vers la gauche. Le pilote a d'abord perçu ce roulis vers la gauche comme une diminution de la puissance du moteur gauche, même si rien n'étayait cette théorie. En analysant les performances, il est évident que l'aéronef n'a pas gagné beaucoup d'altitude ou de vitesse au décollage. La vitesse indiquée a alors atteint environ 110 kt, puis a commencé à diminuer. Le pilote n'a pas constaté que l'aéronef volait à cette vitesse relativement basse, car il portait son attention à l'extérieur pendant un décollage dans des conditions de visibilité réduite.

En fonction des conditions environnementales et du profil de vol de l'aéronef, celui-ci a probablement subi un décrochage aérodynamique causé par le givrage, la vitesse réduite pendant la montée initiale et la perte des avantages de l'effet de sol. L'exposition des surfaces chaudes (c.-à-d. les ailes) de l'aéronef à d'abondantes chutes de neige mouillée pendant 14 min à une température sous le point de congélation a produit des conditions très propices au givrage au sol. La masse de l'aéronef supérieure à la masse maximale autorisée au décollage a exacerbé la situation en faisant croître la vitesse de décrochage de l'aéronef.

Lorsque l'aéronef est sorti de l'effet de sol au décollage, il a subi un décrochage aérodynamique découlant de la contamination des ailes. Après le roulis intempestif vers la gauche, le pilote a réduit l'angle d'attaque de l'aéronef en poussant le manche vers l'avant et en atterrissant droit devant, ce qui a probablement permis à l'aéronef de partiellement sortir du décrochage aérodynamique avant l'impact.

Givrage au sol

L'aéronef en cause dans l'événement à l'étude, qui était garé dans un hangar chauffé, a été exposé à de fortes chutes de neige à une température sous le point de congélation pendant environ 14 min. Cela a créé une situation très propice au givrage au sol.

Lorsque les surfaces de l'aéronef ont atteint une température de 0 °C, l'eau liquide de la couche de précipitations sur les ailes a commencé à geler. À partir de ce moment, la couche de précipitations comprenait des gouttelettes

d'eau gelées et des flocons de neige partiellement fondus. Les flocons de neige qui tombaient ont continué d'adhérer à la couche de précipitations existante. La surface maintenant recouverte de 4 à 5 mm de neige mouillée était très irrégulière et a entraîné une importante dégradation des caractéristiques aérodynamiques de l'aéronef.

Aucune contamination n'avait été vue sur les ailes de l'aéronef avant le décollage. Toutefois, il n'était peut-être pas évident que les ailes étaient contaminées, car il est difficile de déterminer de visu si une aile est mouillée ou si une mince couche de glace se cache sous des gouttelettes d'eau visibles.

Même si aucun liquide de dégivrage n'a été aspergé sur l'aéronef en cause dans l'événement à l'étude, les conditions prévalant ce jour-là (fortes chutes de neige) dépassaient les capacités de tous les types de liquide de dégivrage ou d'antigivrage. L'aéronef en cause dans l'événement à l'étude est sorti d'un hangar chauffé et a été exposé à de fortes chutes de neige pendant 14 min à une température sous le point de congélation. Ces conditions étaient très propices à un important givrage au sol.

Prise de décision du pilote

Dans l'événement à l'étude, le pilote était déterminé à effectuer un vol avec sa famille et a décidé de s'en tenir au plan original même si un certain nombre d'indices pouvaient laisser croire qu'il était justifié d'adopter un autre plan d'action. Le matin de l'événement à l'étude, les conversations que le pilote a eues au téléphone avec le contrôleur de la circulation aérienne d'Abbotsford indiquent qu'il était préoccupé par les fortes chutes de neige et les implications potentielles d'un décollage retardé. Le pilote n'a pas modifié son plan même s'il était conscient de ces risques et si l'aéronef avait passé 14 min dans de fortes chutes de neige à une température posant des risques importants de givrage au sol. La tendance à s'en tenir au plan a influé sur la prise de décision par le pilote, et il a tenté de décoller aux commandes d'un aéronef dont les surfaces critiques étaient contaminées par de la glace et de la neige.

Planification du vol et tâches requises avant le vol

Le matin de l'événement à l'étude, le pilote a accompli plusieurs tâches liées à l'exploitation et à la gestion de la compagnie qui ont détourné son attention des tâches nécessaires à la sécurité et à la conformité au *Règlement de l'aviation canadien* du vol en cause. Les renseignements figurant dans le plan de vol exploitation ne correspondaient pas à la route prévue, aux exigences en matière de carburant, ou à la masse et au centrage de l'aéronef.

De plus, comme les passagers ont chargé leurs bagages sans supervision, la masse des bagages n'a pas été confirmée, et les bagages n'ont pas été adéquatement arrimés. Une inspection prévol approfondie n'a pas été effectuée pour s'assurer que l'aéronef avait été chargé adéquatement. Comme le carnet de route n'a pas été examiné, personne n'a remarqué que l'aéronef n'était pas en état de navigabilité au moment de l'événement à l'étude en raison d'une consigne de navigabilité non respectée.

Comme l'événement à l'étude le démontre, si un pilote ne s'assure pas que la planification d'un vol est adéquate et que les tâches de préparation de vol sont bel et bien effectuées, il y a un risque accru que surviennent des erreurs opérationnelles ou techniques pouvant compromettre la sécurité du vol.

Chargement de l'aéronef

Dans l'événement à l'étude, les réservoirs de carburant étaient pleins, il y avait neuf passagers à bord, et la soute à bagages arrière contenait environ 480 lb de bagages. Même si les renseignements figurant sur le plan de vol exploitation indiquaient que les limites de masse et centrage et de centre de gravité de l'aéronef étaient respectées, l'enquête a permis de constater que ces renseignements ne correspondaient pas au chargement réel de l'aéronef. Un examen attentif de la quantité de carburant et du poids des occupants a permis d'établir que la masse de l'aéronef

dépassait d'environ 200 lb la masse brute maximale autorisée au décollage. De plus, le centre de gravité de l'aéronef se trouvait près de la limite arrière, ce qui a peut-être rendu l'aéronef plus difficile à maîtriser alors qu'il était sur le point de subir un décrochage aérodynamique. La combinaison de la masse supérieure à la masse brute maximale autorisée au décollage et du centre de gravité près de la limite arrière a fait croître la vitesse de décrochage de l'aéronef et a contribué à l'instabilité de l'aéronef pendant le décollage.

La masse (480 lb) des bagages dans la soute arrière dépassait de 70 lb la masse maximale autorisée dans ce compartiment. Les bagages n'ont pas été pesés avant que les passagers les placent eux-mêmes à bord de l'aéronef. Ils ont été arrimés à l'aide d'un filet qui se trouvait dans l'aéronef lorsqu'il a été importé au Canada. On n'a pu établir si ce filet était un filet d'arrimage approuvé. Pendant la séquence d'impact, le dispositif de retenue de la cargaison utilisé pour arrimer les bagages dans la soute arrière n'a pas fonctionné et certains bagages ont blessé les passagers qui prenaient place à l'arrière de la cabine.

Rapports d'intensité des chutes de neige et antigivrage

Selon le rapport météorologique à l'aviation en vigueur au moment de l'événement à l'étude, l'aéronef a décollé dans des chutes de neige modérées. Toutefois, selon les lignes directrices relatives au délai d'efficacité pour le liquide de dégivrage et d'antigivrage, reconnues à l'échelle internationale, qui ont été établies en fonction d'une meilleure compréhension des risques liés au givrage au sol, les chutes de neige étaient plutôt fortes. Aux fins du calcul du délai d'efficacité, les fortes chutes de neige sont traitées de la même manière que les granules de glace, la pluie verglaçante modérée et forte, la grêle de petit diamètre et la grêle. Dans ces conditions météorologiques, le délai d'efficacité est de 0 min pour tous les types de liquides d'antigivrage. En d'autres termes, on considère que le liquide d'antigivrage n'est pas efficace lorsque les chutes de neige sont fortes, et ce, dès qu'il est aspergé. Cela souligne la gravité des fortes chutes de neige dans des conditions de givrage au sol.

En raison des différences dans les définitions de l'intensité des chutes de neige qui sont utilisées dans les rapports météorologiques à l'aviation et les lignes directrices en matière de délai d'efficacité, les pilotes continueront fort probablement de sous-estimer les risques de givrage au sol. Si les pilotes se fient seulement à l'intensité des chutes de neige indiquée dans les messages d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) et les bulletins du service automatique d'information de région terminale (ATIS), ils ne peuvent pas calculer adéquatement les délais d'efficacité du liquide de dégivrage et d'antigivrage, ce qui fait croître les risques d'accident.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. L'aéronef en cause dans l'événement à l'étude est sorti d'un hangar chauffé et a été exposé à de fortes chutes de neige pendant 14 min à une température sous le point de congélation. Ces conditions étaient très propices à un important givrage au sol.
2. Lorsque l'aéronef est sorti de l'effet de sol au décollage, il a subi un décrochage aérodynamique découlant de la contamination des ailes.
3. La tendance à s'en tenir au plan a influé sur la prise de décision par le pilote, et il a tenté de décoller aux commandes d'un aéronef dont les surfaces critiques étaient contaminées par de la glace et de la neige.
4. Le pilote et le passager assis dans le siège de droite du poste de pilotage ne portaient pas les ceintures-baudriers disponibles. Ils ont donc subi de graves blessures à la tête pendant la séquence d'impact.

5. Pendant la séquence d'impact, le dispositif de retenue de la cargaison utilisé pour arrimer les bagages dans la soute arrière n'a pas fonctionné et certains bagages ont blessé les passagers qui prenaient place à l'arrière de la cabine.

Faits établis quant aux risques

1. Si un pilote ne s'assure pas que la planification d'un vol est exacte et que les tâches de préparation de vol sont bel et bien effectuées, il y a un risque accru d'erreurs opérationnelles ou techniques pouvant compromettre la sécurité du vol.
2. Si les pilotes se fient seulement à l'intensité des chutes de neige indiquée dans les messages d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) et les bulletins du service automatique d'information de région terminale (ATIS), ils ne peuvent pas calculer adéquatement les délais d'efficacité du liquide de dégivrage et d'antigivrage, ce qui fait croître les risques d'accident.
3. Si la cargaison chargée dépasse les limites de masse et n'est pas adéquatement arrimée, il y a un risque que la cargaison se déplace ou ne soit plus fixée en cas d'accident, ce qui peut blesser les occupants de l'aéronef.

Autres faits établis

L'aéronef n'était pas en état de navigabilité au moment de l'événement à l'étude en raison d'une consigne de navigabilité non respectée. △



Documents reliés à l'aviation civile publiés récemment

Alertes à la sécurité de l'Aviation civile (ASAC)

N° du document	N° Édition	Sujet
ASAC 2024-10	Édition 01 2024-10-10	Incidents signalés de brouillage par GPS/GNSS
ASAC 2024-08	Édition 01 2024-07-18	Défectuosités sur le faisceau torsible
ASAC 2024-07	Édition 01 2024-07-10	Atténuation des incendies dans le poste de pilotage causés par des batteries au lithium qui ne font pas partie de la définition de type de l'avion

Circulaires d'information (CI)

N° du document	N° Édition	Sujet
CI 521-010	Édition 01 2024-08-02	Consignes de navigabilité
CI 700-024	Édition 04 2024-07-02	Approche qualité de navigation requise à autorisation obligatoire (RNP AR APCH) : L'autorisation spéciale/approbation spécifique et conseils
CI 700-047	Édition 05 2024-06-28	Gestion de la fatigue des membres d'équipages de conduite – Réglementation normative
CI 571-024	Édition 06 2024-06-13	Documentation requise pour installer des pièces sur des aéronefs immatriculés au Canada
CI 903-001	Édition 02 2024-06-03	Évaluation des risques opérationnels des systèmes d'aéronef télépilotés