



Transports
Canada

Transport
Canada



NUMÉRO 2/2022

SÉCURITÉ AÉRIENNE — NOUVELLES

Dans ce numéro...

Reprise des fonctions de vol après la pandémie de COVID

Comment récupérer un aéronef ultraléger hors-piste

Qu'est-ce qu'un cisaillement du vent et comment puis-je
rectifier efficacement la situation?

TP 185F

Photo page couverture : Kenneth Klein
DHC-3T Otter à un camp éloigné

Canada

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 leurs 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 la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Transports (2022)

ISSN : 0709-812X

TP 185F

Table des matières

	Page
Reprise des fonctions de vol après la pandémie de COVID.....	3
Comment récupérer un aéronef ultraléger hors-piste	6
Qu'est-ce qu'un cisaillement du vent et comment puis-je rectifier efficacement la situation?	9
Rapports du BST publiés récemment	12



Reprise des fonctions de vol après la pandémie de COVID

par Bernard Pichette, Normes, Aviation civile, Transports Canada (retraité)

L'été est à nos portes! Bientôt nous pourrions décoller de nos magnifiques et pittoresques lacs et rivières et y amerrir.

Est-ce que vous n'avez pas envie de sortir de la maison et de goûter à la pure liberté de voler à nouveau? Il n'y a pas meilleure façon de le faire qu'à bord d'un hydravion à flotteurs ou d'un aéronef amphibie pour survoler nos magnifiques régions nordiques. Que ce soit pour ouvrir le camp au bord du lac pour l'été, organiser de fabuleuses expéditions de pêche, préparer le camp de chasse pour l'automne ou simplement naviguer dans le ciel et apercevoir nos nombreux paysages à couper le souffle — toutes les raisons sont bonnes pour s'emballer à l'idée de voler en hydravion à flotteurs. Vous avez la piqûre et vous voulez vous lancer à l'extérieur pour profiter de tout cela. Assurez-vous de le faire *en toute sécurité* pour que vous et vos proches puissiez profiter de ce privilège tout au long de la saison.



Crédit : Keith Monroe
Reflét du Mont Ida sur le lac Jarvis, parc provincial Kakwa BC

Les deux dernières années n'étaient en aucun point semblables aux précédentes. Cette année est l'année où nous sortons des confinements liés à la pandémie de COVID. Il y a eu beaucoup de périodes de confinement irrégulières et à court préavis partout au pays. Leur durée et leur gravité étaient différentes et chaque province avait sa propre réglementation. De plus, elles ont eu des répercussions sur certains de nos privilèges et sur notre façon de vivre. Cet été, l'état RÉEL de votre aéronef et l'état RÉEL du pilote sont un sujet de grande préoccupation pour Transports Canada (TC) et le Bureau de la sécurité des transports (BST), ainsi que pour la Federal Aviation Administration (FAA) et la plupart des autorités mondiales où les restrictions contre la COVID étaient appliquées de façon abrupte et irrégulière.

Pour plusieurs personnes, il a été très difficile d'accéder régulièrement à leur avion (et parfois d'obtenir le soutien d'un technicien d'entretien d'aéronef [TEA]) pour effectuer adéquatement les procédures d'entreposage à court ou à long terme requises par les constructeurs d'aéronefs et les fabricants de moteurs. Aujourd'hui, de nombreux pilotes et propriétaires font face à des difficultés semblables lorsqu'ils essaient de mener les inspections d'entretien pour la « remise en service » qui sont requises par ces mêmes constructeurs et fabricants. Les TEA et les techniciens débordent de travail, les pièces sont peut-être difficiles à obtenir et tous essaient de reprendre leurs activités de vol en même temps pour profiter de ce qu'ils aiment le plus. Tout cela ne peut pas se faire simultanément et ce n'est pas une course. Prenez le temps requis pour veiller à la vérification et à l'entretien adéquats de votre aéronef et de son moteur.

La corrosion a eu toutes les occasions possibles de s'attaquer à votre moteur et aux sections tubulaires du châssis, et possiblement à votre circuit carburant aussi, si de l'eau s'est graduellement accumulée dans les réservoirs et les conduites de carburant pendant les nombreux mois d'inactivité. En réponse à la pandémie de COVID, certains constructeurs ont publié des documents d'entretien spéciaux portant principalement sur les effets négatifs de la pandémie et sur les vérifications supplémentaires à faire. Soyez particulièrement vigilants lors des inspections. Les tubes et les fils en plastique pourraient avoir subi des dommages à la suite d'un entreposage à long terme. Vérifiez si les faisceaux de câbles et les connexions sont flexibles, endommagés ou usés. Testez tout l'équipement électronique. Vérifiez si votre aéronef est mentionné dans les consignes de navigabilité (CN) et les bulletins de service (BS) qui ont été publiés au cours des derniers mois et de la dernière année. Si c'est le cas, signalez-le rapidement à votre TEA. Rappelez-vous que le propriétaire est responsable de tout l'entretien qui doit être effectué. La signature du TEA atteste que le travail a été fait; il ne valide pas le certificat de navigabilité (CdN). Cette responsabilité revient au propriétaire.

Si vous pilotez un Cessna 206, vous serez heureux d'apprendre qu'il y a un nouveau certificat de type supplémentaire (CTS) approuvé pour la « fenêtre à double battant de la porte de soute avant » conçue au Canada. Avec cette modification, la porte de soute avant peut être ouverte, peu importe le réglage des volets. Cela permet d'épargner du temps précieux et réduit les complications en cas d'incident d'évacuation subaquatique. Soit dit en passant, il y a de nombreux fournisseurs partout au pays qui offrent des cours d'évacuation subaquatique. Même si nous comprenons qu'il pourrait être difficile pour certains pilotes de participer en personne au volet pratique de la formation, nous recommandons fortement qu'ils terminent au moins le volet en ligne de la formation au sol.

Maintenant que votre aéronef est sécuritaire, il est temps de voir si le pilote est aussi pleinement préparé. Vous avez probablement renouvelé votre certificat médical en utilisant la documentation en ligne de TC ou grâce à un appel vidéo auprès de votre médecin. Êtes-vous vraiment apte à voler? Si vous avez fumé, ingéré ou consommé toute forme de cannabis au cours des 28 derniers jours, vous ne l'êtes PAS. Si vous n'avez pas piloté votre aéronef depuis un certain temps, il pourrait s'agir de l'occasion idéale pour en examiner le rendement. Qu'en est-il des procédures normales et d'urgence? Et les listes de vérification? Vous sentez-vous à l'aise de surmonter

n'importe quelle situation, n'importe quand? Bien sûr, vos bras et vos pieds devraient fonctionner comme prévu, mais est-ce que votre esprit est aussi aiguisé qu'avant? Avez-vous perdu un peu de la facilité et du confort que vous aviez développé lorsque vous voliez dans des conditions de turbulence, de plafonds bas et de vents traversiers? Est-ce que vos yeux sont encore assez vifs pour naviguer en utilisant la carte aéronautique de navigation VFR? Est-ce que vos documents et vos logiciels sont à jour?

Maîtrisez-vous toujours une façon bien organisée de préparer votre vol pour aller du point A au point B, en prévoyant un point C et D au cas où il y aurait des défaillances ou des problèmes imprévus? Est-ce que vous pensez toujours à établir et à suivre une limite prédéfinie de protection personnelle en ce qui a trait aux vents, aux plafonds, à la visibilité, à la lumière du jour, au carburant supplémentaire, etc. — des limites qui peuvent changer au fil du temps, mais JAMAIS pendant votre vol? Ces limites vous permettent de prendre les meilleures mesures correctives avant que vous vous retrouviez dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC), que vous soyez coincé à un niveau si bas que vos flotteurs effleurent la cime des arbres ou que vous vous retrouviez dans un des secteurs où vous ne pouvez plus faire demi-tour ni atterrir et avant que le niveau de carburant soit si bas que vous prenez des risques inconscients ou de mauvaises décisions. Ne pas se rendre à votre destination n'est pas un échec si cela se produit parce que vous avez suivi votre plan d'urgence lorsque les choses ont mal tourné. Vous devez être résilient, être confiant en vos capacités et avoir un bon leadership pour aller de l'avant avec votre plan de sécurité lorsque les limites de sécurité préétablies sont atteintes. N'hésitez pas à transmettre vos limites avec vos passagers avant de partir. Cela peut vous aider.

En vol, soyez toujours attentif à votre environnement. À l'approche de la destination, prenez quelques minutes de plus pour bien analyser votre zone d'atterrissage. Est-ce qu'il y a de nouvelles tours ou de nouveaux câbles? Est-ce que les arbres ont grandi de sorte qu'ils sont maintenant une préoccupation lors de l'approche, de la remise des gaz ou du décollage? Quelle est la meilleure trajectoire pour atterrir et décoller? Devez-vous vous attendre à des vents traversiers ou à de la turbulence lors de l'approche ou de la montée initiale? Qu'en est-il des courants descendants? Pouvez-vous les éviter? Si le vent change avant votre prochain décollage, quelle sera la meilleure trajectoire à suivre? Celle-ci vous donnera-t-elle la marge de sécurité requise? Est-ce que le niveau d'eau est plus bas que d'habitude? Pouvez-vous voir des roches ou des obstacles sous l'eau au passage? Est-ce qu'il y a des débris flottants?

Le décollage à partir d'un plan d'eau est l'une des expériences les plus excitantes et amusantes qu'il y ait. On découvre un sentiment inégalé de liberté lorsqu'il est effectué *en toute sécurité* en respectant la nature et les autres. Profitez bien de votre été. △

Comment récupérer un aéronef ultraléger hors-piste

par Gordon Dyck et Claude Roy, *Ultralight Pilot's Association of Canada* (en anglais seulement)

Si vous avez déjà participé à la récupération d'un aéronef qui s'est posé hors-piste, vous savez que ce genre de manœuvre nécessite des compétences interpersonnelles particulières. Le présent article vous aidera à comprendre qu'est-ce qui se passe dans une telle situation et comment procéder à la récupération d'un aéronef léger hors-piste.

Commençons par décrire une situation qui peut arriver à quiconque pilote un aéronef privé léger pour le plaisir par une belle journée d'été ensoleillée.

Scénario 1

Vous êtes le commandant de bord et vous êtes seul dans votre appareil ultraléger. Vous volez tranquillement au-dessus de votre municipalité, tout près de votre aéroport d'attache. Soudain, le moteur s'arrête.

S'agit-il d'une panne mécanique?

S'agit-il d'un problème d'alimentation en carburant?

S'agit-il d'un problème électrique?

Qui sait! Ce qui compte, c'est que votre altitude diminue de 500 pi/min et que vous devez trouver un endroit pour atterrir. Inutile d'essayer de retourner à l'aéroport, vous n'y arriverez pas.

Les ultralégers sont lents, en plus de la traînée. Ils volent également à basse altitude, généralement autour de 2 000 pi AGL. Cela signifie que si le moteur s'arrête, vous disposez en moyenne de trois min pour réagir et vous poser. C'est très peu de temps pour lancer un appel de détresse (MAYDAY), pour passer en revue une liste de vérification ou pour essayer de redémarrer le moteur.

Le mieux pour vous est de vous concentrer sur votre approche. Heureusement, il y a un champ convenable à proximité et vous vous y posez, sans moteur.

Personne ne vous remarque. L'atterrissage s'est bien déroulé et aurait été parfait si le terrain accidenté n'avait pas endommagé votre train d'atterrissage. Mais vous vous en êtes sorti en un seul morceau, alors vous êtes content.

Après vous être assuré que tous les interrupteurs sont éteints, vous passez en revue votre liste de vérification pour vous assurer que vous n'avez rien oublié d'important. Vous sortez de l'avion, un peu secoué, et vous évaluez la



Crédit : Gordon Dyck

Les ailes sont enlevées à l'arrière d'un camion

situation, y compris la nécessité d'arrêter toute fuite de produits chimiques, comme de l'huile ou du liquide antigel, sur le champ.

Scénario 2

Imaginons que vous ayez effectué un atterrissage parfait, sans aucun dommage. Comme vous effectuez vous-même la maintenance de votre appareil, vous voulez comprendre pourquoi le moteur s'est arrêté. Vous trouvez la source du problème, vous parvenez à redémarrer le moteur, vous trouvez que le champ est assez grand pour...

STOP! N'essayez pas de faire décoller l'appareil.

Les pannes résultent souvent d'une série de défaillances; vous n'avez peut-être trouvé qu'une seule d'entre elles. Le champ n'est pas un endroit convenable pour effectuer des réparations. Ces travaux prennent du temps et doivent être effectués dans le hangar.

À ce stade, vous allez pouvoir quitter le champ à pied, sans blessure, mais pas votre aéronef. Il devra être déplacé.

Personne ne vient à votre rencontre, vous devrez donc partir à la recherche de quelqu'un. Attendez-vous à ce que la police locale ou les pompiers interviennent. S'ils arrivent, il est fort probable que la plupart d'entre eux ne sauront pas comment gérer un atterrissage hors-piste.

Soyez patient et expliquez-leur ce qui s'est passé pour qu'ils puissent rédiger leur rapport d'incident. Ils devront contacter leurs supérieurs avant de vous autoriser à faire quoi que ce soit. Une fois qu'ils auront donné leur accord, les premiers intervenants retourneront au travail, vous laissant seul pour déterminer comment récupérer votre avion.

Récupération de l'aéronef : Jour 1

Vous avez votre cellulaire? Appelez l'aéroport ou la personne auprès duquel vous avez déposé votre itinéraire/plan de vol et faites-leur savoir que vous êtes sain et sauf au sol. Vous pouvez également envoyer le message préformaté de votre radiobalise personnelle de repérage.

Vous devez maintenant trouver le propriétaire du champ où vous vous trouvez. Rendez-vous à la maison la plus proche et cognez à la porte.

Le propriétaire du terrain est peut-être là, mais il y a de fortes chances que vous parliez à un intermédiaire. Faites-lui comprendre que l'aéronef est sûr et sécurisé, mais aussi que vous aurez besoin d'aide pour sortir votre avion. Ensuite, retournez à l'aéronef et évaluez de nouveau la situation.

Ensuite, vous appelez vos amis à l'aéroport pour déterminer quand et comment vous pouvez sortir votre avion du champ et le ramener dans votre hangar à l'aéroport.

Lorsque le propriétaire du champ arrive, les choses peuvent se corser. Vous êtes sur sa propriété, sans y avoir été invité. Pour le moment, il tolère votre présence, un événement inattendu dans sa routine du quotidien. Les gens sont curieux de vous connaître et de savoir comment vous avez atterri dans ce champ.

Soyez très poli avec tout le monde. Écoutez attentivement tout ce qu'ils disent, car vous êtes dans une situation juridique délicate. Vous aurez besoin de la coopération du propriétaire du champ pour faire sortir votre aéronef.

Dans un premier temps, le propriétaire sera soulagé de savoir que vous êtes sain et sauf, que l'avion est petit et que, jusqu'à présent, les récoltes sont peu endommagées. Dites au propriétaire que vous avez fait un appel pour obtenir de l'aide et que vous attendez que des amis viennent vous chercher pour vous ramener à votre voiture à l'aéroport. Dites-lui que vous reviendrez plus tard dans la journée avec un groupe de personnes pour évaluer la situation et que vous retirerez l'avion de son champ.

À ce stade, le propriétaire du champ peut vous donner des instructions sur la manière de retirer l'avion. Même si ce qu'il vous propose ne correspond pas tout à fait à votre façon de procéder, essayez de faire ce qu'il vous dit. N'oubliez pas qu'il s'agit de son champ et de ses récoltes. Le propriétaire peut avoir de nombreuses bonnes raisons de donner des consignes précises pour le retrait de l'avion.

Vous avez la chance d'avoir trois bons amis qui acceptent immédiatement de vous aider. Ils ne savent pas où vous êtes ni comment se rendre à l'avion, alors vous les rencontrez à l'aéroport et vous les conduisez jusqu'au site d'atterrissage.

Assurez-vous de présenter vos amis au propriétaire du champ et à toute autre personne qui les accompagne.

Discutez ouvertement et élaborer un plan pour enlever l'avion. Assurez-vous de décider quand et comment le travail sera effectué. En général, un véhicule équipé d'une remorque articulée sera nécessaire pour retirer l'avion de sa fâcheuse position. Faites tout ce que vous pouvez pour que le propriétaire du champ accepte votre plan.

Demain, le temps sera beau et sec, avec des vents légers. Si les prévisions sont mauvaises, attachez l'aéronef avec la trousse que vous gardez à bord ou que vous avez apporté depuis votre hangar. Vos trois amis confirment qu'ils sont disponibles pour vous aider à démonter les ailes de l'aéronef et à pousser le fuselage pour l'embarquer sur la remorque.

C'est tout pour aujourd'hui. Les choses se sont améliorées, mais vous ne dormirez pas beaucoup ce soir.

Récupération de l'avion : Jour 2

Lorsque vous arrivez le lendemain matin, faites savoir au propriétaire du champ que vous allez commencer à travailler immédiatement. Attendez-vous à ce que quelques spectateurs se joignent à vous, car assister au démantèlement d'un avion est tout un spectacle. Soyez amical et prêt à les divertir avec vos connaissances aéronautiques.

Vous et votre équipe devez être autonomes. Assurez-vous d'apporter tout ce dont vous avez besoin, y compris des feuilles de protection, de la corde et du matériel d'emballage. Lorsque vous travaillez sur l'avion, assurez-vous de ne pas renverser de produits chimiques, comme de l'essence ou du liquide antigel, sur le champ.

Les spectateurs surveilleront comment vous agissez autour de l'avion. C'est la clé pour sortir de ce champ avec un minimum de problèmes.

Les ailes sont maintenant retirées, et le fuselage a été placé sur la remorque. Il est possible que la remorque soit loin de l'endroit où l'avion s'est arrêté, car cela permet de limiter les dégâts au champ. Idéalement, vous souhaitez laisser le champ comme si vous n'y aviez jamais atterri.

Vous devrez peut-être faire deux ou trois voyages jusqu'à la remorque. Les deux ailes sont encombrantes et il peut y avoir de nombreux obstacles entre l'avion et la remorque.

Une fois que l'avion est de retour dans le hangar, emmenez votre équipe faire un dernier tour sur le terrain pour vous assurer que tout est de retour à son état original. Faites tout votre possible pour qu'il n'y ait aucune trace de votre atterrissage et de votre présence sur place.

D'expérience, les agriculteurs et les propriétaires de champs sont des gens sympathiques. Si vous faites bien les choses et que vous êtes poli, la plupart des propriétaires vous laisseront récupérer votre avion sans trop de problèmes.

S'ils s'intéressent à l'aviation, c'est encore mieux. Les gens admirent le sens de l'audace d'un pilote. Le plus souvent, les gens voudront participer à votre aventure plutôt que de l'entraver.

Par ailleurs, on sait par expérience que trois atterrissages hors-piste sur quatre se terminent bien. Lorsque c'est le cas, soyez prêts à offrir quelque chose de spécial au propriétaire du terrain (une bouteille de champagne avec une carte de remerciement, une carte cadeau pour son restaurant local préféré, ou une invitation à faire un vol à une date ultérieure).

N'oubliez pas de remercier les personnes qui vous ont aidé et soyez prêt à aider si quelqu'un à l'aéroport a besoin de vous et de votre expertise nouvellement acquise en matière de récupération d'appareil hors-piste!

Bon vol! 



LE COIN DE L'INSTRUCTEUR

Qu'est-ce qu'un cisaillement du vent et comment puis-je rectifier efficacement la situation?

par Michael Schuster, chef-instructeur, [Aviation Solutions](#) (en anglais seulement)

Le cisaillement du vent est tout simplement un vent qui change rapidement. Il peut être horizontal (comme celui d'un courant-jet à basse altitude) ou vertical (comme celui d'un phénomène de convection). Le terme cisaillement du vent signifie littéralement une « déchirure » du vent lorsqu'il change brusquement.

Cependant, ce que de nombreux pilotes ne peuvent pas définir facilement, c'est le degré de déchirure nécessaire pour qu'il y ait cisaillement du vent. Dans la [note d'information 5.4](#) de la trousse de réduction des accidents en approche et à l'atterrissage (en anglais seulement) de la Fondation pour la sécurité aérienne, le cisaillement du vent est défini comme les éléments inexplicés suivants :

- Écarts de vitesse de +/- 15 kt ou plus;
- Écarts de vitesse verticale de 500 pi/min ou plus;
- Écarts d'assiette en tangage de 5° ou plus;
- Écarts de trajectoire d'alignement de descente d'1 point ou plus;

- Écarts de cap de 10° ou plus;
- Besoins de puissance inhabituels;
- Variation de vitesse au sol.

Les dangers du cisaillement du vent sont bien connus et un grand nombre d'accidents y sont malheureusement associés. Les accidents dus au cisaillement du vent ont souvent un point commun : l'équipage ne s'est pas rendu compte assez rapidement de la situation pour y remédier efficacement.

Reconnaître la présence d'un cisaillement est une première étape essentielle pour pallier la situation. J'ai vu de nombreux pilotes devenir l'artisan de leur propre malheur et tenter de faire abstraction du cisaillement du vent. En effet, un pilote peut être tellement concentré sur sa vitesse d'approche visée qu'il ne se rend pas compte qu'il a modifié son assiette de tangage ou sa vitesse verticale de manière significative afin de maintenir cette vitesse. Il est possible que le pilote ait maintenu la vitesse désirée, mais que la vitesse verticale soit tombée à zéro et que l'assiette de tangage ait changé de plus de 5° et, dans certains cas, que le pilote soit obligé de réduire la puissance au ralenti pour y parvenir.

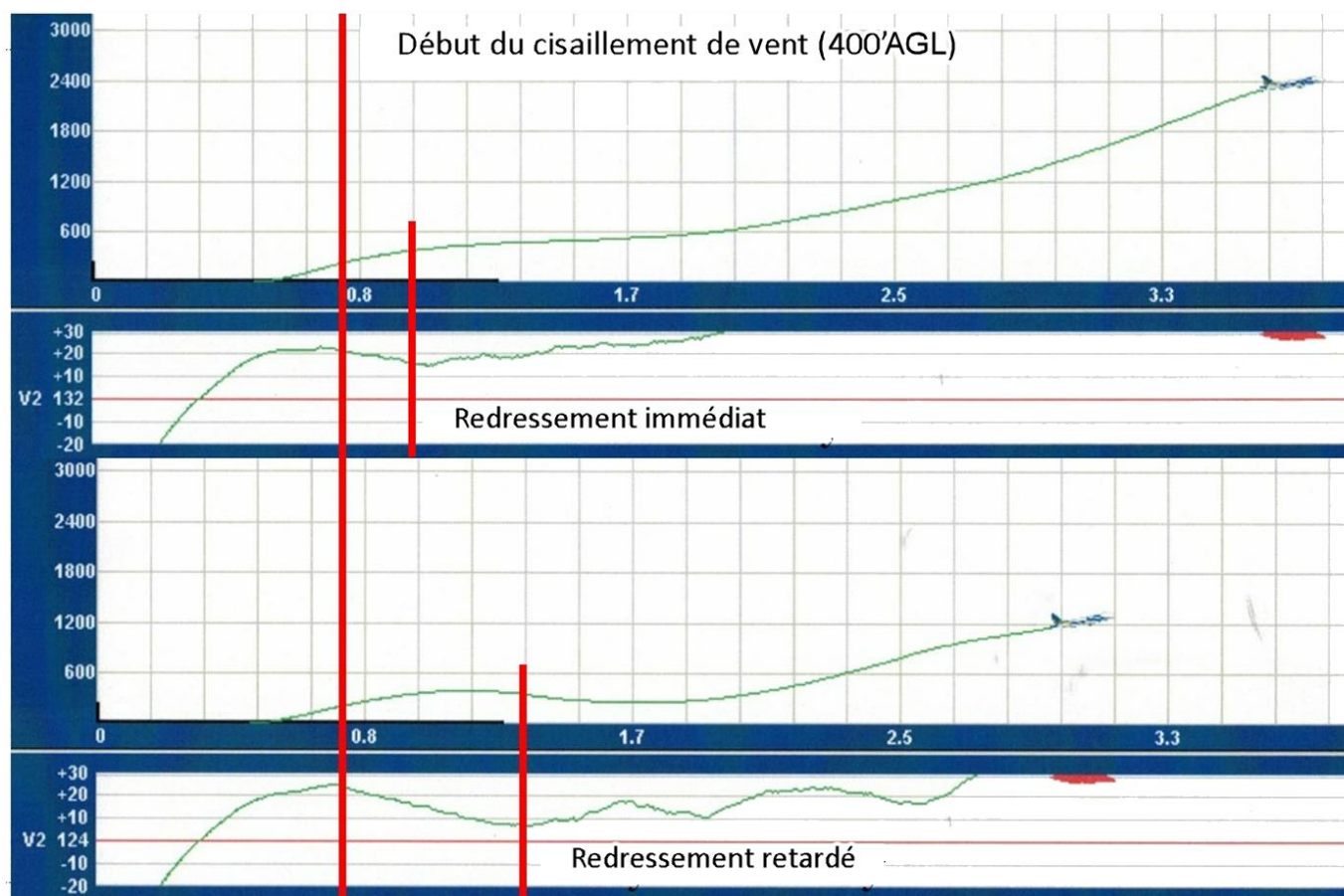


Crédit : iStock

Un autre « piège » est les variations de cap : de nombreux pilotes oublient que le cisaillement du vent peut provenir d'une position latérale, par exemple d'une cellule orageuse située à gauche ou à droite; c'est pourquoi le cap et la vitesse au sol font également partie des éléments de la liste ci-dessus. Lorsque vous montez et descendez, vous pouvez vous attendre à une quantité normale de vent dextrogyre ou lévogyre. Cependant, un changement brusque de direction ou de vitesse peut être un premier indicateur de cisaillement du vent. La plupart des aéronefs actuels étant équipés d'une avionique avancée et d'un GPS complet, la surveillance de la vitesse au sol ne devrait pas être difficile.

En ce qui concerne le redressement, la règle générale (à moins d'une directive spécifique dans le manuel d'utilisation du pilote ou le manuel de vol de l'aéronef ou dans les procédures d'exploitation normalisées de la compagnie) est de s'éloigner du sol en montant avec le meilleur rapport portance/traînée. Pour les petits aéronefs, il s'agit de la vitesse correspondant à la vitesse ascensionnelle maximale (V_y), et pour les gros aéronefs, de la vitesse de sécurité au décollage (V_2) ou la vitesse de remise des gaz (V_{ga}).

S'il est important de voler à la bonne vitesse, il est encore plus important de savoir quand il y a un cisaillement du vent. Vous trouverez ci-dessous deux profils de rectification représentatifs tirés d'une situation de cisaillement du vent dans un simulateur.



Récupérations comparatives du cisaillement du vent

Dans les deux cas, le cisaillement à diminution des performances a commencé alors que l'aéronef franchissait 400 pi AGL en montée. Dans le premier cas, le pilote s'est rapidement rendu compte que la vitesse de l'aéronef ne devait pas diminuer et a immédiatement amorcé un redressement. Dans le second cas, le pilote a attendu que la vitesse ait diminué presque jusqu'à la V2 avant d'amorcer le redressement - environ ½ NM plus tard sur la trajectoire de départ.

Il convient de noter que le deuxième pilote a effectué le redressement plus efficacement; il a été beaucoup plus précis dans le maintien de la vitesse visée de V2. Cependant, le premier pilote, même s'il a volé à V2 +20, n'a pas eu de descente pendant la manœuvre comme c'était le cas pour le second pilote. Pourquoi? Il faut peut-être prendre en compte l'énergie supplémentaire que l'aéronef transportait lorsque le redressement a été amorcé dans le cas numéro 1.

En fin de compte, les compétences de reconnaissance et de redressement sont essentielles dans toute situation de cisaillement du vent. Mais, en tant que pilotes, nous devrions peut-être nous concentrer davantage sur l'amélioration des compétences de reconnaissance.

Une version de cet article a été publiée à l'origine sur aviationsolutions.net (en anglais seulement). Mike Schuster est un instructeur de vol de classe 1 expérimenté qui a enseigné à tous les niveaux, des débutants aux pilotes de ligne. Il est chef-instructeur à Aviation Solutions, prestataire autorisé de cours de perfectionnement pour instructeurs de vol pour le renouvellement de qualifications. △



RAPPORTS DU BST PUBLIÉS RÉCEMMENT

NDLR : Les résumés suivants sont extraits de rapports finaux publiés par le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST). Ils ont été rendus anonymes. À moins d'avis contraire, les photos et illustrations proviennent du BST. Pour nos lecteurs qui voudraient lire le rapport complet, les titres d'accidents ci-dessous sont des hyperliens qui mènent directement au rapport final sur le site Web du BST.

Rapport final du BST A19Q0107 — Collision avec les arbres

Déroulement du vol

Vers 10 h, le 12 juillet 2019, un hydravion privé, de Havilland DHC-2 Mk. 1 Beaver, avec seul le pilote à bord, a décollé de l'hydroaérodrome de Saint-Mathias (CSV9) (Québec) pour effectuer une série de vols selon les règles de vol à vue (VFR). Vers 11 h 30, l'aéronef a amerri et accosté un quai privé du lac Désert à La Minerve (Québec) où l'attendaient trois personnes qui allaient embarquer pour se rendre à un camp de pêche.

Une fois les bagages chargés à bord de l'aéronef, le pilote a présenté les mesures de sécurité aux passagers, qui avaient tous enfilé leur vêtement de flottaison individuel. L'aéronef a décollé du lac Désert vers 12 h 15 à destination de l'hydroaérodrome du barrage Gouin (CTP3) (Québec), où était prévu un avitaillement et où il a amerri vers 14 h 30. Une fois l'avitaillement terminé, l'aéronef a redécollé vers 15 h 28, en direction nord-ouest à destination du lac Weakwaten (Québec), où se trouvait le camp de pêche.

Après quelque 48 min de vol, vers 16 h 16, l'aéronef est entré en collision avec des arbres et a percuté le sol. Sous la force de l'impact, la radiobalise de repérage d'urgence s'est déclenchée et a émis un signal sur la fréquence 121,5 MHz. Ce signal a été capté par l'équipage de conduite d'un aéronef de ligne commerciale à 17 h 05, et les services de la circulation aérienne en ont été avisés. À 18 h 50, le centre conjoint de coordination de sauvetage de Trenton a dépêché un aéronef CC130 Hercules pour tenter de localiser le signal de détresse. L'aéronef accidenté a été repéré à 20 h 32 dans une zone densément boisée. Deux techniciens en recherches et sauvetage ont été parachutés afin de porter secours aux occupants de l'aéronef. Trois des quatre occupants ont reçu des blessures mortelles. Le survivant a été évacué et transporté à l'hôpital de Chibougamau (Québec).

Renseignements météorologiques

À 13 h, le centre d'une dépression quasi stationnaire se trouvait à environ 37 SM au nord de l'aéroport de Roberval (CYRJ) (Québec) (Figure 1). Les régions à l'ouest et au nord-ouest de la dépression étaient sous l'influence d'un retour nuageux favorisé par un taux d'humidité élevé, qui était de 87 % à CTP3 et de 100 % près du lieu de l'accident. La présence locale de brume, de bruine ou de pluie intermittente était également possible dans ces régions, ce qui pouvait réduire la visibilité et abaisser le plafond nuageux. Entre 13 h et 17 h, l'aéroport de Chibougamau/Chapais (CYMT) (Québec), situé à environ 43 NM au nord du lieu de l'accident, a rapporté une visibilité variant entre 2 ½ SM et 9 SM, un plafond à 400 pi AGL ainsi que de faibles précipitations intermittentes.

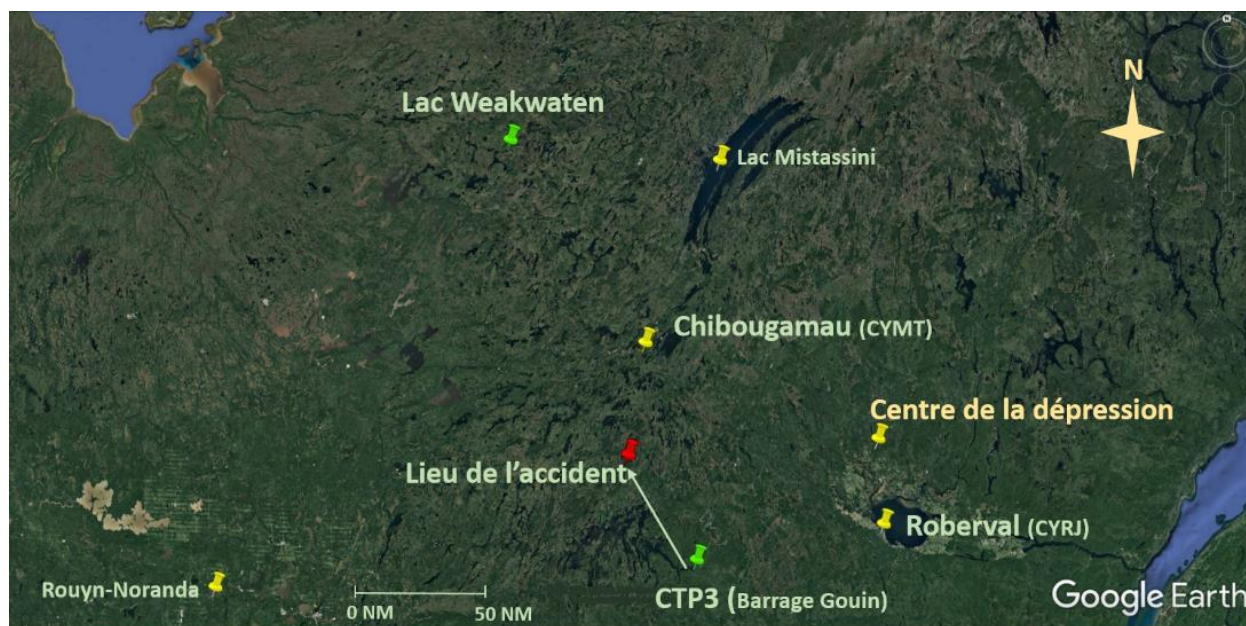


Figure 1. Centre de la dépression par rapport aux lieux d'intérêt dans l'événement à l'étude
(Source : Google Earth, avec annotations du BST; données cartographiques : Image Landsat/Copernicus, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO)

Entre 13 h et 17 h, la base des nuages se trouvait généralement entre 400 et 1 200 pi AGL dans les secteurs à l'ouest et au nord-ouest de la dépression. Étant donné que l'altitude topographique du lieu de l'accident était plus élevée que celles des stations météorologiques ayant fourni les données, il est possible que, par endroits, les plafonds nuageux aient été inférieurs à 400 pi AGL.

La température enregistrée au nord du réservoir Gouin était d'environ 14 °C. Selon l'analyse météorologique, l'aéronef n'a rencontré aucun givrage en vol. De plus, les vents à basse altitude étaient faibles, et aucun cisaillement ni turbulence n'étaient prévus sous 4 500 pi ASL.

Renseignements sur le pilote

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote privé – avion, annotée des qualifications sur monomoteur, sur hydravion et de vol de nuit. Il était titulaire d'un certificat médical de catégorie 3 valide. Le pilote avait accumulé 1 028 heures de vol au total, dont 314 heures à bord du DHC-2 Beaver.

Le pilote possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol en vertu de la réglementation en vigueur.

Renseignements sur l'aéronef

Les dossiers techniques indiquent que l'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur. Rien n'indique qu'il y ait eu une défaillance de la cellule, du moteur ou d'un système quelconque pendant le vol en cause.

Planification du vol-voyage

Détermination de la masse de l'aéronef

Le voyage avait été prévu initialement pour le 11 juillet. Lors de la planification du voyage, environ 10 jours avant le départ, un arrêt au lac Ledden, à côté de CYMT, avait été prévu pour l'avitaillement. Le calcul de la masse de l'aéronef avait été fait en tenant compte du poids des bagages et des passagers fournis au pilote à sa demande. Le poids du carburant avait été déterminé en fonction du poids restant disponible pour atteindre la masse maximale autorisée au décollage de 5 370 lb, telle qu'inscrite sur l'amendement en vigueur du rapport de masse et centrage de l'aéronef. Il a toutefois été impossible de déterminer comment le carburant prévu pour les vols était réparti entre les différents réservoirs de l'aéronef et les six bidons de 20 L qui se trouvaient dans les compartiments des flotteurs.

Vérifications des conditions météorologiques avant le départ

Le vol du 11 juillet a été reporté au 12 juillet en raison de mauvaises conditions météorologiques. Le matin du 12 juillet, à 9 h 04, le pilote a contacté la station d'information de vol (FSS) de Québec pour obtenir les prévisions météorologiques. L'exposé faisait état d'une couverture nuageuse basse en raison de la masse d'air instable et humide associée à la dépression. Il était prévu que la base des nuages monte durant la matinée, à temps pour le vol jusqu'à La Minerve. Cependant, plus l'aéronef se rapprocherait de la dépression, plus le couvert nuageux deviendrait dense; les plafonds pouvaient baisser jusqu'à 800 pi et la visibilité pouvait être réduite à 2 SM par endroit en raison d'averses isolées.

Le pilote a contacté deux autres fois la FSS de Québec pour suivre l'évolution des conditions météorologiques. Même si aucune amélioration n'était prévue, la décision d'effectuer le vol a été maintenue avec l'intention de réévaluer la situation en cours de route. Un itinéraire de vol a été déposé auprès d'une personne de confiance et le suivi du vol était effectué grâce à la présence à bord du traceur satellite personnel SPOT du pilote.

Comme le plafond nuageux à CYMT était bas, le pilote a décidé de faire l'avitaillement en carburant à CTP3, ce qui rallongeait la distance jusqu'au camp d'environ 85 NM par rapport au plan initial.

Avitaillement au départ de CTP3

À CTP3, le plein de tous les réservoirs de l'aéronef ainsi que des six bidons a été fait, ce qui a ajouté environ 300 lb à la masse totale de 5 370 lb calculée initialement par le pilote. L'enquête n'a pas pu déterminer si le pilote avait sciemment accepté cette surcharge. La masse totale de l'aéronef au décollage de CTP3 a été estimée par le Bureau de la sécurité des transports (BST) à 5 810 lb. Selon la liste fournie au pilote par les passagers, le poids des

bagages, de la nourriture et des boissons aurait été sous-estimé. De plus, certains objets apportés à bord ne figuraient pas sur la liste fournie au pilote.

Après avoir consommé du carburant pendant environ 48 min, la masse de l'aéronef au moment de l'accident a été estimée à 5 685 lb, soit 315 lb de plus que la masse maximale autorisée au décollage utilisée par le pilote lors de la planification du vol, ou 595 lb au-dessus de la masse maximale au décollage spécifiée dans le manuel de vol du DHC-2 lorsque l'aéronef est équipé de flotteurs.

Examen de la route suivie

L'aéronef a décollé de CTP3 vers 15 h 28 en direction nord-ouest. Le pilote utilisait comme aide à la navigation l'application ForeFlight, installée sur une tablette électronique. Aucune donnée sur le vol n'a cependant pu être récupérée de la tablette par les spécialistes du laboratoire d'ingénierie du BST. En revanche, les données du système d'enregistrement et de surveillance des paramètres moteur qui était installé à bord ont été téléchargées avec succès, ce qui a permis d'établir que le moteur fonctionnait normalement.

Le traceur SPOT du pilote a émis un signal à 15 h 47 entre CTP3 et le lieu de l'accident, fournissant ainsi la position de l'aéronef à cet instant d'après le système mondial de localisation (GPS). Selon les données recueillies au cours de l'enquête, il semblerait que le trajet entre CTP3 et le lieu de l'accident ait été exécuté principalement en ligne droite. De plus, l'heure d'émission du signal du traceur SPOT a permis de déterminer les différentes vitesses sol de l'aéronef entre CTP3 et le lieu de l'accident, et de déterminer que l'aéronef avait ralenti avant l'accident.

En se basant sur le trajet estimé en ligne droite et en comparant les données du système d'enregistrement et de surveillance des paramètres moteur, les vitesses-sol estimées et la topographie, on remarque une corrélation entre la manipulation de la manette des gaz et la topographie du relief (Figure 2). On remarque aussi que l'altitude de l'aéronef par rapport au relief a diminué au fur et à mesure qu'il progressait.

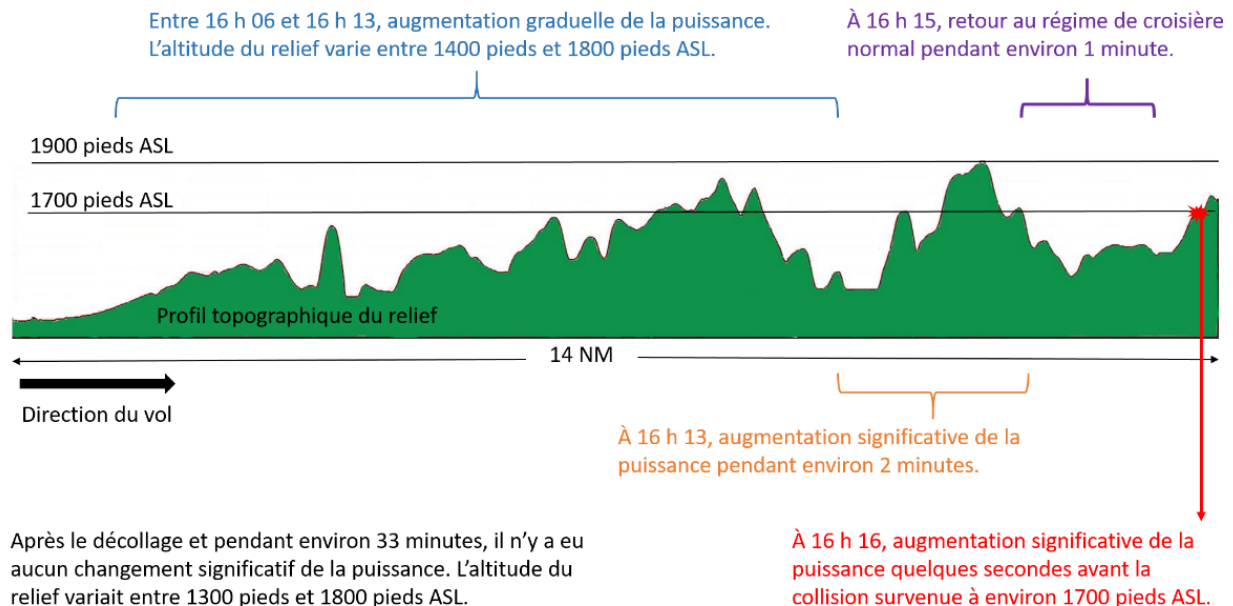


Figure 2. Corrélation entre le profil topographique du relief et les paramètres de puissance (Source : BST)

Point de vue depuis le poste de pilotage

La dégradation des conditions météorologiques peut forcer un pilote effectuant un vol VFR à réduire son altitude pour éviter de perdre tout contact visuel avec la surface. Étant donné qu'un pilote aura tendance à réduire la vitesse au fur et à mesure que l'aéronef se rapproche du sol, ce dernier pourrait se retrouver en vol lent.

En vol lent, l'aéronef est plus cabré que lorsqu'il vole à la vitesse de croisière. La position cabrée modifie la position de l'horizon visible depuis le poste de pilotage ainsi que la surface terrestre visible (Figure 3). L'horizon et la surface terrestre constituent donc les principaux indices visuels qu'utilise un pilote pour déterminer l'assiette de l'aéronef. S'il voit l'horizon se déplacer vers le bas du pare-brise et la surface terrestre visible diminuer au-dessus du tableau de bord, le pilote peut reconnaître la position cabrée de l'aéronef.



Figure 3. Références visuelles de l'assiette depuis le poste de pilotage (Source : BST)

En terrain montagneux, étant donné que le relief ascendant masque souvent toute référence à l'horizon réel, le pilote aura plus de difficulté à évaluer l'assiette et l'altitude de l'aéronef avec justesse s'il se fie uniquement aux indices visuels sans se référer aux instruments de vol. Par exemple, une mauvaise référence à l'horizon peut créer l'illusion que l'aéronef est en palier alors qu'il est en descente.

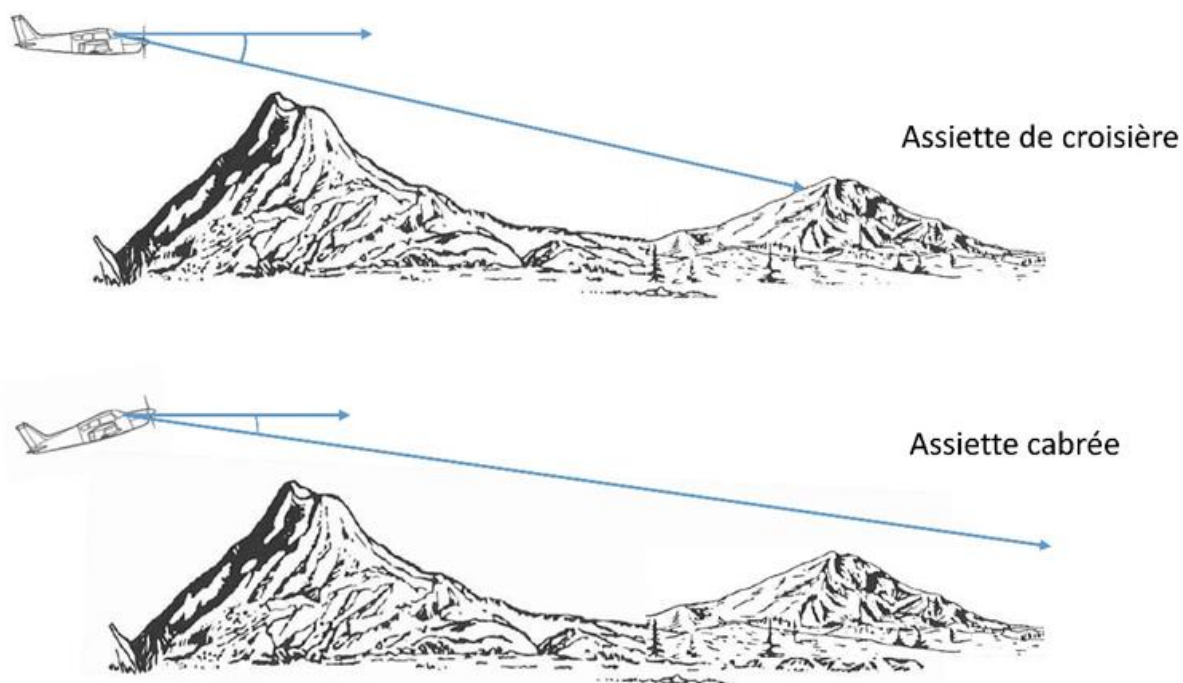


Figure 4. Angles de vision du pilote selon l'assiette de vol
 (Source : BST, à partir de figures tirées du Manuel de météorologie du commandement aérien [TP 9352F] et du Manuel de pilotage [TP 1102F] de Transports Canada)

En vol lent, l'angle de vision du pilote vers l'avant est réduit (Figure 4). De plus, lorsque l'aéronef est muni d'un tableau de bord haut, comme c'est le cas dans le DHC-2, la ligne de référence de l'horizon réel et le relief peuvent être complètement cachés par le tableau de bord. Ainsi, les indices visuels nécessaires à la détection d'obstacles situés droit devant sont grandement diminués, ce qui nuit au maintien d'une altitude sécuritaire lors d'un vol à basse altitude, et encore plus dans des conditions de visibilité réduite en vol.

Dans l'événement à l'étude, le fait qu'il y ait eu une augmentation soudaine de la puissance quelques secondes avant la collision avec les arbres, alors que l'aéronef était possiblement en descente vers un relief ascendant, laisse croire que le pilote a vu les arbres trop tard. La vitesse réduite, la surcharge et la proximité des arbres ne permettaient pas à l'aéronef de reprendre suffisamment d'altitude pour éviter l'impact.

Messages de sécurité

Une bonne planification pré-vol contribue à limiter les risques associés aux imprévus et à décider à l'avance d'un plan de rechange au besoin. Il arrive, cependant, que de l'information manquante, erronée ou non réévaluée en fonction des circonstances, crée une situation à risques à l'insu du pilote, comme dans le cas de la surcharge de l'aéronef à l'étude.

Un vol effectué dans une région éloignée où les renseignements météorologiques détaillés et les postes d'avitaillement sont rares comporte des risques supplémentaires. Afin de réduire ces risques au minimum, les pilotes doivent établir à l'avance des limites claires pour eux-mêmes ou leurs passagers, limites qui assurent une marge de sécurité pour le vol et aident les pilotes à savoir quand mettre à exécution le plan de rechange avant la disparition de la marge de sécurité.

Des conditions météorologiques défavorables, comme un plafond nuageux bas et une visibilité réduite, peuvent contraindre un pilote à diminuer son altitude de vol afin de conserver le contact visuel avec le sol. Lorsque le vol est effectué en région montagneuse et à très basse altitude, le pilote aura fort possiblement tendance à réduire sa vitesse, ce qui modifiera l'assiette de l'aéronef. La visibilité depuis le poste de pilotage étant alors réduite, le risque de collision avec le relief ou un obstacle situé devant l'aéronef sera plus grand si l'altitude est insuffisante.

Rapport final du BST A1900089 — Perte de maîtrise et collision avec le relief

Déroulement du vol

Le 11 juillet 2019, à 7 h, le pilote de l'aéronef de Havilland DHC-2 Mk. I Beaver sur flotteurs a commencé sa journée de service en prévision d'un départ à 8 h de l'hydroaérodrome de Hawk Junction (CNH6), sur le lac Hawk (Ontario). Il a effectué les préparatifs du vol et a avitaillé l'aéronef pour le vol nolisé dans le but de livrer des produits et des provisions à un camp éloigné sur le lac Oba (Ontario), à environ 35 NM au nord-nord-est de CNH6. En raison du couvert nuageux bas, le départ a été reporté jusqu'à ce que les conditions météorologiques soient propices au vol selon les règles de vol à vue (VFR). Vers 8 h 40, le pilote et le passager sont montés à bord de l'aéronef et le pilote a démarré le moteur. La direction de décollage était vers le nord-est, ce qui nécessitait une circulation au sol de 10 min vers l'extrémité sud-ouest du lac pour effectuer le départ.

Vers 8 h 52, l'aéronef a commencé sa course au décollage. Il a pris son envol environ par le travers du quai (Figure 1) et est monté à une hauteur estimative entre 300 à 400 pi AGL. L'aéronef a été vu en train de monter normalement avant de se retrouver brusquement en inclinaison latérale à gauche et une assiette en piqué extrême.

Dans les environs du lieu de l'accident, le bruit du moteur s'est rapidement atténué, comme si le moteur fonctionnait soudainement à faible puissance ou ne fonctionnait pas du tout. Le bruit d'un aéronef entrant en collision avec le sol a été entendu peu de temps après.

À 8 h 53, l'aéronef est entré en collision avec le relief à côté d'un poste hydroélectrique, tout près du village de Hawk Junction. Le pilote et le passager ont subi des blessures mortelles. L'aéronef a été détruit, mais il n'a pas pris feu, malgré une fuite importante de carburant. Lors de l'impact, la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) s'est déclenchée, et le signal a été reçu par le centre conjoint de coordination de sauvetage à Trenton (Ontario).

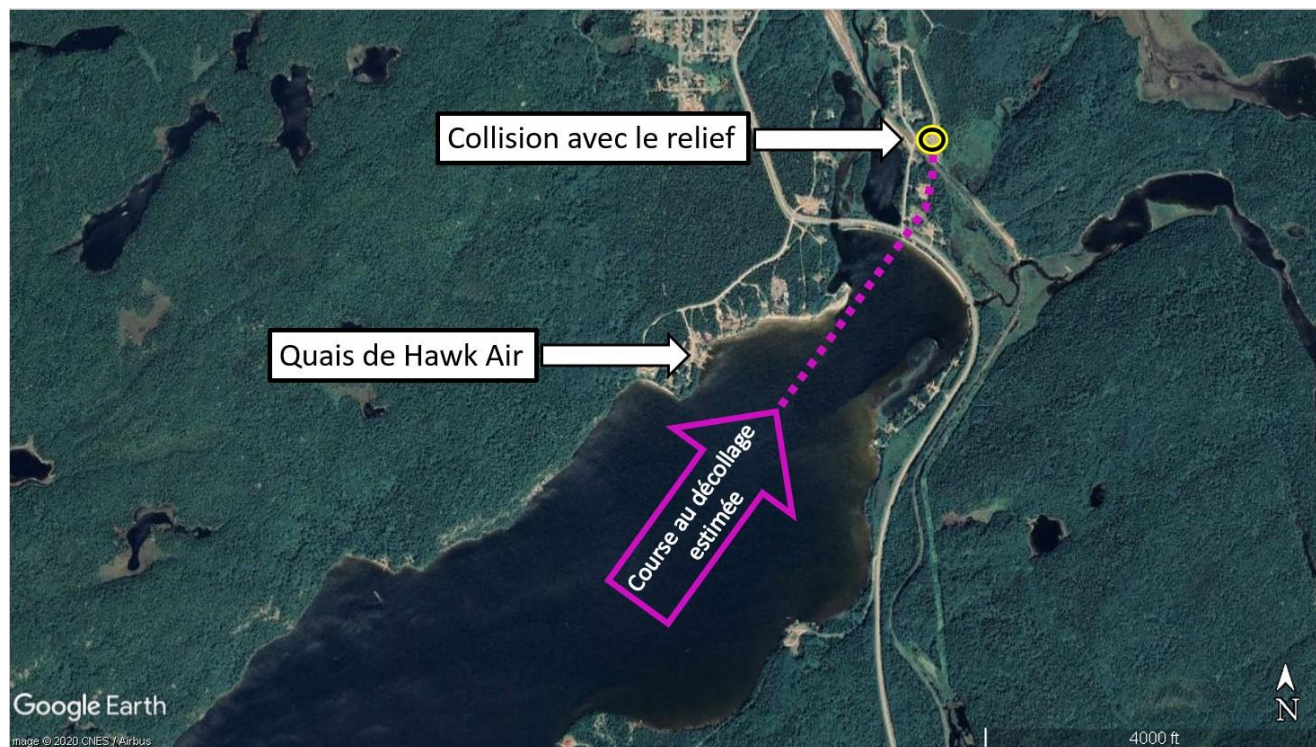


Figure 1. Vue du lieu de l'événement, avec une ligne mauve pointillée montrant la trajectoire estimée (Source : Google Earth, avec annotations du BST)

Dommmages à l'aéronef

L'aéronef a été détruit par la collision avec le relief.

Autres dommages

Une ligne hydroélectrique a été sectionnée par la gouverne de profondeur gauche de l'aéronef avant la collision avec le relief. Il y a eu des dommages mineurs à la clôture à mailles losangées entourant le poste hydroélectrique près du lieu de la collision. Le service hydroélectrique a été interrompu pour les collectivités environnantes pendant environ deux heures.

Renseignements sur l'aéronef

Les dossiers indiquent que l'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

Masse et centrage

La masse maximale autorisée au décollage de l'aéronef en cause était de 5 090 lb. Le dossier de chargement pour le vol à l'étude a été trouvé sur le lieu de l'accident et indiquait une masse au décollage de 5 010 lb. La pesée des marchandises trouvées sur le lieu de l'événement suggère que la masse des marchandises avait été inscrite avec exactitude dans le dossier de chargement.

L'enquête n'a pas permis de confirmer la quantité de carburant qui avait fui de l'aéronef après l'événement. Le dossier de chargement pour le vol à l'étude indiquait une charge de carburant de 210 lb (environ 29 gallons impériaux).

Circuit de carburant

L'aéronef DHC-2 Mk. I contient trois réservoirs de carburant situés en dessous du plancher de la cabine qui sont désignés comme les réservoirs avant, central et arrière. On les remplit de carburant au moyen de cols de remplissage individuels situés dans un compartiment derrière une porte à charnières sur le côté gauche du fuselage, adjacent à la porte du poste de pilotage. Les réservoirs avant et central ont chacun une capacité de 29 gallons impériaux, alors que le réservoir arrière a une capacité de 21 gallons impériaux.

Au cours du fonctionnement normal du moteur, la pression du carburant est fournie par une pompe à carburant entraînée par le moteur. Une pompe manuelle est utilisée pour accroître la pression du carburant avant le démarrage du moteur ou pour maintenir la pression du carburant si la pompe à carburant entraînée par le moteur tombe en panne.



Figure 2. Sélecteur de carburant de l'aéronef en cause, avec le réservoir arrière sélectionné (Source : BST)

Sélecteur de carburant

Pour sélectionner un réservoir de carburant dans l'aéronef DHC-2 Mk. I, le pilote utilise un sélecteur en D à quatre positions situé du côté inférieur gauche du tableau de bord dans le poste de pilotage. La forme du sélecteur lui permet de fonctionner comme un pointeur, avec une flèche en relief sur le dessus qui pointe vers le réservoir sélectionné (Figure 2).

Les positions du sélecteur de carburant sont les suivantes : OFF (désactivé), FRONT TANK (réservoir avant), CENTRE TANK (réservoir central) et REAR TANK (réservoir arrière). Le sélecteur ne peut pas être tourné en sens horaire de la position REAR TANK à la position OFF et ne peut pas être tourné en sens antihoraire de la position OFF à la position REAR TANK.

Le sélecteur de carburant est branché avec des câbles au robinet sélecteur commandé par câble dans le ventre de l'aéronef, à l'arrière du réservoir de carburant arrière.

On a trouvé le sélecteur de carburant à la position REAR TANK sur les lieux de l'événement, comme le montre la Figure 2. Le robinet sélecteur commandé par câble a également été trouvé à la position qui correspond à la sélection du réservoir arrière comme source de carburant.

Pression du carburant

L'aéronef DHC-2 Mk. I est équipé d'un indicateur de pression carburant sur le panneau instruments moteurs. Il est également équipé d'un voyant rouge d'avertissement de faible pression du carburant, au-dessus du tableau instruments de vol, qui s'illumine chaque fois que la pression du carburant tombe en dessous de 3 lb/po².

Un examen du voyant d'avertissement de faible pression du carburant par le laboratoire du BST a indiqué que le voyant était allumé au moment de la collision.

Givrage du carburateur

Tout moteur d'aéronef à carburateur est susceptible au givrage du carburateur sous certaines conditions atmosphériques : humidité relative élevée (supérieure à 80 %) et températures de l'air extérieur atteignant 20 °C. Le jour de l'événement, la température de l'air était de 14 °C, alors que le point de rosée était de 13 °C, ce qui crée un potentiel d'un givrage important du carburateur. De la glace peut se former à l'intérieur du carburateur alors que l'air entrant est refroidi par l'effet Venturi, limitant la circulation de l'air et du carburant vers le moteur. Une perte de puissance suivra et, si les indices de la perte de puissance passent inaperçus, il peut se produire une perte totale de puissance. L'aéronef utilise un système de réchauffage carburateur pour introduire de l'air chaud dans le carburateur afin d'empêcher la glace de se former ou de faire fondre la glace qui s'est déjà formée. Généralement, ce système n'est pas utilisé au cours du décollage, car il réduit la performance du moteur.

Caractéristiques de décrochage

Selon le manuel de vol de l'aéronef DHC-2, [traduction] « le décrochage est doux dans toutes les conditions normales de charge et de configuration des volets et peut être anticipé au moyen de légères vibrations qui augmentent alors que les volets sont abaissés ». Toutefois, lors d'un décrochage, [traduction] « si on permet à l'aéronef d'exécuter un mouvement de lacet, il a également tendance à effectuer un roulis ». Le pilote doit immédiatement prendre des mesures correctives afin d'empêcher le mouvement de roulis. Le manuel indique également que [traduction] « dans les virages serrés, les facteurs de charge du vol peuvent atteindre les charges limites et peuvent également accroître le danger d'un décrochage non intentionnel ».

Avertisseur de décrochage

Les normes relatives à la conception des aéronefs exigent que les aéronefs des catégories normale, utilitaire, acrobatique et navette soient conçus de manière à fournir au pilote un avertissement de décrochage clair et distinct avec les volets et le train d'atterrissage dans une position normale quelconque, en vol rectiligne et en virages. Les normes stipulent également les faits suivants [traduction] :

L'avertissement de décrochage peut être fourni soit par les qualités aérodynamiques inhérentes à l'aéronef, soit par un dispositif qui donnera des indications clairement distinctes dans les conditions envisagées de vol. Cependant, un dispositif avertisseur visuel de décrochage qui exige l'attention de l'équipage dans la cabine de pilotage n'est pas acceptable par lui-même.

Les essais en vol effectués en vue de la certification de l'aéronef de type DHC-2 au cours des années 1940 ont permis de déterminer que les vibrations aérodynamiques produites juste avant un décrochage constituaient un avertissement de décrochage clair et distinct. Comme on jugeait que ce comportement satisfaisait aux exigences de conception, l'installation d'un autre dispositif ou avertisseur de décrochage n'a pas été exigée.

En pratique, il existe aujourd'hui très peu de types d'aéronefs certifiés et exploités commercialement sans avertisseur de décrochage. Les quelques types qui le sont, y compris les aéronefs de type DHC-2, ont été certifiés avant 1960.

Depuis 1998, le BST a enquêté sur 14 événements (excluant celui-ci) mettant en cause le décrochage et l'écrasement d'un aéronef de Havilland DHC-2 et ayant causé 38 pertes de vie au total.

L'aéronef en cause n'était pas équipé d'un avertisseur de décrochage, et la réglementation ne l'exigeait pas.

Modification de l'avertisseur de décrochage des aéronefs DHC-2

Bien que l'aéronef en cause n'était pas équipé à l'origine d'un avertisseur de décrochage, il existe un tel système pour l'aéronef DHC-2, sous la forme d'une modification approuvée (MOD 2/973) de Viking Air Limited, qui est le titulaire actuel du certificat de type DHC-2. Viking Air Limited a également conçu une modification améliorée (MOD 2/1605) à l'avertisseur de décrochage précédemment offert qui procure un avertissement visuel et sonore d'un décrochage imminent.

Décollage normal

Le manuel de vol des aéronefs DHC-2 indique qu'un décollage normal se fait avec le sélecteur de carburant à la position voulue, les volets en position TAKE-OFF (décollage) et à une puissance de décollage maximale autorisée. À une hauteur sécuritaire, une réduction de la puissance est requise et une vitesse de montée de 80 mi/h devrait être établie, soit la vitesse pour la pente de montée maximale. Selon le manuel de vol, les volets devraient être rentrés et réglés à la position CLIMB (montée) à une altitude de 500 pi.

De nombreux exploitants d'aéronefs DHC-2 choisissent de rentrer les volets et de les régler à CLIMB après la réduction de puissance initiale lorsque le franchissement des obstacles est assuré. Par conséquent, les volets sont réglés à CLIMB à une altitude inférieure à 500 pi.

Procédures d'urgence

Panne moteur après le décollage

Le manuel de vol des aéronefs DHC-2 contient une section sur les pannes moteur après le décollage : la première étape indique au pilote [traduction] « d'abaisser immédiatement le nez et de maintenir la vitesse à 65 mi/h ». La dernière étape de la procédure est en lettres majuscules et est suivis de deux messages d'avertissement [traduction] :

- j) MAINTENEZ UNE TRAJECTOIRE RECTILIGNE EN N'APPORTANT QUE LES CORRECTIONS NÉCESSAIRES POUR ÉVITER LES OBSTACLES. UTILISEZ LA GOVERNE DE DIRECTION SEULEMENT.

AVERTISSEMENT

Maintenez toujours une vitesse suffisante pour assurer la maîtrise complète de l'aéronef jusqu'au point d'atterrissage. Une utilisation grossière des ailerons près de la vitesse de décrochage accélère l'engagement en roulis.

AVERTISSEMENT

Il est préférable d'amener un aéronef avec un moteur en panne de façon sécuritaire vers un atterrissage forcé droit devant, plutôt que de faire demi-tour vers la piste. Dans beaucoup de cas, les tentatives de retour se sont soldées par des roulis intempestifs ou des vrilles qui se sont poursuivis jusqu'au sol.

Le manuel de vol des aéronefs DHC-2 contient également des directives pour une panne moteur à plus de 800 pi après le décollage, exigeant une vitesse de vol plané de 92 mi/h et permettant de prendre la décision de faire demi-tour vers le point de départ si l'altitude le permet.

Le manuel de vol comprend un tableau des distances de vol plané. Une note sous le tableau indique qu'un aéronef DHC-2 sur flotteurs avec ses volets rentrés, planant à 92 mi/h dans un vent nul, couvrira une distance en ligne droite de $3\frac{1}{4}$ SM pour chaque 2 000 pi d'altitude AGL. Le tableau des distances de vol plané ne comprend pas les données pour les distances de vol plané des aéronefs DHC-2 à 65 mi/h.

Renseignements météorologiques

La station météorologique la plus proche du lieu de l'événement était à l'aéroport de Wawa (CYXZ) (Ontario), à environ 11 NM au sud-ouest de CNH6. Au moment de l'événement :

- le vent était variable, entre 310 ° vrais (V) et 10°V à 12 kt, avec des rafales atteignant jusqu'à 18 kt;
- la visibilité était de 15 SM;
- la température était de 14 °C et le point de rosée était de 13 °C;
- le plafond était fragmenté à 1 200 pi AGL et il y avait des couches supplémentaires de nuages fragmentés à 2 400 pi AGL et 4 200 pi AGL.

Renseignements sur l'aérodrome

CNH6 est un hydroaérodrome privé enregistré situé sur le lac Hawk, à environ 1 NM au sud du village de Hawk Junction, à une élévation de 1 030 pi du niveau moyen de la mer.

Le lac Hawk est orienté sur un axe du sud-ouest au nord-est et a une longueur de plus de 10 000 pi. Le lac a une largeur de plus de 2 000 pi en son centre et se rétrécit graduellement à 900 pi à l'extrémité nord-est.

Les vents dominants proviennent de l'ouest ou du sud-ouest en été, ce qui signifie que la plupart des décollages se font vers le sud-ouest, le point de départ étant le quai de Hawk Air.

La géographie environnante de CNH6 comprend des secteurs densément boisés, des secteurs de relief ascendant, des petits ruisseaux, des marécages et des lacs. Mis à part un amerrissage, il y a très peu d'endroits sur la terre ferme où l'on peut effectuer un atterrissage forcé sans la probabilité de dommages importants à l'aéronef et de blessures potentielles aux occupants.

Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Sur les lieux de l'accident, un poteau hydroélectrique situé près du bord de fuite de l'aile gauche et une clôture située près du bord de fuite de l'aile droite n'ont pas été endommagés. Ces indications concordent avec la collision entre l'aéronef dans une assiette en piqué très prononcé et le relief recouvert de gravier; l'aile gauche était légèrement plus basse que l'aile droite. Les dommages à l'aéronef correspondaient aux premières étapes d'une amorce de vrille. Une seule ligne de transport d'électricité (d'un ensemble de trois lignes) a été sectionnée par la gouverne de profondeur gauche, laquelle s'est ensuite séparée de l'aéronef.

Les pales d'hélice montraient des égratignures dans le sens de la corde, et une pale s'était enfoncée dans le gravier. Cependant, les dommages au moyeu de l'hélice suggèrent qu'il y avait très peu de rotation au moment de l'impact. Il y a eu d'importants dommages dus à la collision au boîtier et aux cylindres du moteur, ainsi qu'aux pièces accessoires à l'arrière du moteur.

Les réservoirs de carburant avant et central étaient fissurés, et du carburant fuyait de l'aéronef peu de temps après l'impact. Le réservoir de carburant arrière n'était pas endommagé et ne contenait aucune trace de carburant. L'examen du circuit carburant sur place n'a dévoilé aucune présence de carburant dans le robinet sélecteur, les conduites de carburant menant au moteur et la cuve à niveau constant de carburateur. Le circuit carburant en aval du robinet sélecteur, jusqu'au carburateur, a été endommagé par l'impact, et du carburant s'est écoulé de l'épave.

Un examen détaillé du moteur et de ses pièces accessoires n'a dévoilé aucune anomalie mécanique qui aurait pu exister avant l'impact.

Le vérin de volet a été récupéré sur les lieux, et la mesure de la position du vérin indiquait que les volets étaient réglés à CLIMB au moment de l'événement.

Renseignements sur les organismes et sur la gestion

Exploitant

L'exploitant se spécialise en vols vers des lieux de villégiature accessibles uniquement par aéronef, principalement pour la pêche. L'entreprise possède un réseau de camps éloignés et ses aéronefs sont utilisés pour transporter des passagers et du personnel d'entretien ainsi que des marchandises.

Formation pour les services de taxi aérien

Le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) indique que les exploitants de services de taxi aérien doivent « établir et maintenir un programme de formation au sol et en vol ». L'article 723.98 des *Normes de service aérien commercial* précise que « Les plans de chacun des programmes de formation doivent préciser le temps alloué à chacun des sujets traités ainsi que la matière qui sera couverte ». La formation initiale pour les aéronefs DHC-2 exige 5,5 heures de formation au sol et 3 heures de formation en vol, alors que la formation périodique annuelle exige 2,5 heures de formation au sol et 1 heure de formation en vol.

Le paragraphe 723.88(2) des *Normes de service aérien commercial* indique que, pour les pilotes effectuant des vols VFR de jour seulement, « le pilote en chef, ou son délégué, doit assumer la responsabilité de leur formation et il doit attester de la compétence de chaque pilote sur l'avion monomoteur le plus complexe que chacun devra piloter ». Cette certification, connue sous le nom de vérification de compétence pilote, doit être obtenue annuellement, conjointement avec la formation périodique.

Le secteur des services de taxi aérien comprend un large éventail d'exploitants, d'environnements d'exploitation, ainsi que de types, de configurations et de classes d'aéronefs. Les exigences en matière de formation pour la formation en vol exigée par Transports Canada (TC) pour ce secteur diversifié ne comportent pas beaucoup d'éléments propres à un type ou une classe d'aéronef en particulier. Ainsi, les exploitants individuels doivent déterminer la façon de donner la formation qui pourrait être requise pour leurs types et classes d'aéronefs en particulier et pour leurs types d'activités. Le programme de formation d'un exploitant est présenté dans son manuel d'exploitation, lequel est approuvé par TC. Le programme de formation approuvé est considéré comme adéquat tant que la formation est fournie aux pilotes conformément au manuel. Afin d'évaluer la conformité et de s'assurer que toute la formation pertinente a été suivie, TC peut vérifier les formulaires de formation remplis.

Formation en vol

Bon nombre d'exploitants de services de taxi aérien au Canada utilisent des aéronefs pour lesquels il n'existe aucun simulateur de vol en mesure de reproduire les performances de l'aéronef dans des conditions réalistes, particulièrement en configuration d'hydravion. Par conséquent, la formation doit avoir lieu en vol.

Le paragraphe 723.98(10) des *Normes de service aérien commercial*, qui précise les exigences relatives aux programmes de formation en vol, commence par l'énoncé suivant : « Toutes les pannes simulées des systèmes de l'avion ne doivent se dérouler que dans des conditions d'utilisation qui ne compromettent pas la sécurité du vol ».

Trois exercices requis par les *Normes de service aérien commercial* concernent l'événement à l'étude :

- a) La formation relative aux procédures d'utilisation normalisées des systèmes et du matériel de bord, dans les situations normales, anormales et d'urgence doit porter sur les sujets suivants :

[...]

(vi) simulation d'incendie et de panne moteur;

[...]

(xvii) manœuvre d'approche de décrochage et procédure de sortie de décrochage lorsque le contact avec le sol est imminent, et lorsqu'il est improbable (en configurations lisse, de décollage et d'atterrissage);

(xviii) approche de la limite de tremblement, virages serrés (inclinaison de 45 degrés), et autres caractéristiques de vol comme une assiette anormale (uniquement celles qui s'appliquent à la formation initiale et à la formation d'avancement) [...].

Les exigences en matière de formation en vol pour les exploitants de services de taxi aérien stipulent qu'une amorce de décrochage doit être effectuée avec les volets en configurations lisse, de décollage et d'atterrissage. Elles requièrent également de simuler l'un de ces décrochages avec ce que les *Normes de service aérien commercial* qualifient de « contact avec le sol [...] imminent », ce qui est fait en attribuant une altitude qui représente le niveau du sol. Il n'y a aucune exigence selon laquelle l'aéronef doit effectuer un décrochage complet au cours de la formation en vol.

TC ne fournit aucune directive quant à la façon dont ces manœuvres doivent être démontrées par un pilote instructeur ou effectuées par le pilote en formation, soit au cours de la formation initiale, soit au cours de la formation périodique. Les exploitants peuvent trouver des directives particulières pour bon nombre de manœuvres d'entraînement dans le manuel de vol de l'aéronef pertinent. Le *Guide de l'instructeur de vol* (TP 975) de TC contient des directives générales.

Rapport d'enquête sur une question de sécurité du BST sur les activités de taxi aérien au Canada

Le 7 novembre 2019, le BST a publié son rapport d'enquête sur une question de sécurité du BST sur la sécurité des activités de taxi aérien au Canada. L'un des thèmes de sécurité abordés dans ce rapport est la formation des pilotes et d'autres membres du personnel d'opérations aériennes.

Étant donné la nature et la diversité des activités de taxi aérien, les exploitants sont exposés à des risques qui n'existent pas habituellement dans d'autres types d'opérations (comme les opérations de compagnies aériennes), par exemple : aires d'atterrissage non aménagées, aéronefs munis de flotteurs, opérations d'hélicoptères, comptes rendus météorologiques trop peu détaillés ou inexistantes, régulation des vols par les pilotes, etc.

Bon nombre de pilotes qui commencent à travailler dans le secteur du taxi aérien ont peu d'expérience à l'extérieur d'un environnement de formation. Souvent, un emploi au service d'un exploitant de services de taxi aérien est leur premier emploi à titre de pilote. Dans de nombreux cas, ils ont peut-être été formés par des instructeurs de vol qui eux-mêmes ont peu ou pas d'expérience dans le secteur du taxi aérien.

Les consultations avec l'industrie menées en 2016 dans le cadre de cette enquête sur une question de sécurité ont permis d'obtenir des renseignements sur ce que les exploitants considèrent comme les risques les plus importants, ce qu'ils faisaient pour les atténuer et les mesures supplémentaires qui s'imposent, à leur avis. Il faut souligner que ces renseignements correspondent aux opinions des participants à cette enquête et que ces opinions n'ont pas fait l'objet d'une validation indépendante par le BST. De plus, ces observations ne tiennent pas compte des initiatives en cours des fournisseurs de service ou de l'organisme de réglementation.

Lorsqu'on a demandé aux exploitants quelles lacunes posaient le plus grand risque pour la sécurité, entre autres, ils ont décrit un certain nombre de lacunes dans la formation des pilotes et d'autres membres du personnel des opérations aériennes (p. ex., les surveillants des vols ou d'autres postes requis au sein de la compagnie).

Plus particulièrement, les exploitants perçoivent que :

Les exigences de formation pour le taxi aérien sont moins strictes ou sont lacunaires. Le temps accordé à la formation obligatoire est insuffisant pour que le contenu soit adéquatement traité. De plus, on ajoute du contenu obligatoire sans prévoir du temps additionnel. Certains outils de formation ne sont pas disponibles ou n'ont pas été actualisés par Transports Canada (TC).

Formation de l'exploitant

La formation initiale des pilotes de l'exploitant avec les aéronefs DHC-2 comprend un minimum de trois heures de vol sur type; la formation périodique annuelle comprend un minimum d'une heure de vol sur type.

Une fois la formation terminée, cette information est consignée dans les formulaires de la compagnie, qui sont utilisés pour suivre le progrès et vérifier que la formation a été suivie.

Traditionnellement, la formation périodique est donnée au début de la saison, habituellement au début du mois de mai. Cependant, en 2018, l'exploitant a donné la formation périodique aux trois pilotes de la compagnie en octobre, avec la justification que les pilotes seraient prêts à piloter en mai 2019, au commencement de la saison de vol. Les aptitudes peuvent toutefois se détériorer avec le temps, et les pilotes n'ont effectué aucun vol pendant plusieurs mois après la formation périodique. Par conséquent, ils n'étaient peut-être pas aussi aptes à appliquer les procédures d'urgence que lorsque la formation est donnée en début de saison.

La formation était donnée par le chef pilote ou le directeur des opérations. Selon les dossiers de formation, le pilote dans l'événement à l'étude avait réussi tous les exercices obligatoires au cours de sa formation périodique annuelle en octobre 2018.

Il était pratique courante de suivre de la formation en vol supplémentaire au début de la saison de vol des hydravions. Cette formation était offerte au cours de vols de mise en place sans passager ni cargaison à bord, lorsque l'occasion se présentait. Au cours de ces vols, l'aéronef a un poids relativement léger avec un centre de gravité plus près de la limite avant qu'à la normale lors du transport de passagers ou de cargaison.

Plan de formation en vol

Selon les dossiers de formation en vol de la compagnie, le pilote avait suivi de la formation sur les pannes moteur dans le cadre de la formation périodique annuelle donnée en octobre 2018. De plus, on a indiqué qu'une séance de formation informelle sur les pannes moteur avait eu lieu au cours de la saison de vol des hydravions de 2019.

Les documents de formation du pilote indiquent que la formation pour l'amorce de décrochage a également été suivie en octobre 2018. Cependant, les documents ne précisent pas la configuration de l'aéronef (lisse, d'atterrissage ou de décollage) au cours de la formation.

On a indiqué que, bien que la réglementation existante ne l'exige pas, le pilote dans l'événement à l'étude a effectué des décrochages complets avec l'aéronef en configuration lisse (volets rentrés) au cours de sa formation.

Gestion du carburant pour les aéronefs DHC-2

Le manuel de vol pour les aéronefs DHC-2 contient une section sur la gestion du carburant, qui indique que [traduction] : « pour le déplacement favorable du CG [centre de gravité] [...], videz le réservoir arrière en premier, si l'aéronef est complètement chargé, afin de progressivement déplacer le CG vers l'avant. »

Les pilotes de l'entreprise ont été formés à remplir le réservoir avant en premier, le réservoir central en deuxième et le réservoir arrière en dernier, en prenant seulement la quantité de carburant nécessaire pour le vol prévu, en plus des réserves pour le vol VFR. Les pilotes étaient également formés à vider les réservoirs dans l'ordre inverse : le réservoir arrière en premier, le réservoir central en deuxième et le réservoir avant en dernier, le réservoir le plus plein étant utilisé pour le décollage et l'atterrissage. Les pilotes de l'entreprise effectuent normalement l'avitaillement de leur aéronef avant le départ, en fonction de leurs calculs effectués avant le vol qu'ils consignent dans le dossier de chargement.

Pour la plupart des itinéraires, y compris celui du jour de l'événement, le réservoir arrière ne contient aucun carburant, puisque le carburant requis est contenu dans les réservoirs avant et central. Puisque le réservoir avant est normalement le réservoir le plus plein, il s'agit généralement du réservoir sélectionné pour le décollage et l'atterrissage. Le manuel de vol pour les aéronefs DHC-2 comporte un élément dans les vérifications pour le décollage selon lequel le pilote doit vérifier ou changer la position du sélecteur de carburant au réservoir voulu avant d'amorcer le décollage.

Rien n'indiquait que du carburant avait été ajouté au réservoir arrière avant le départ de l'aéronef pour le vol à l'étude. La veille, un autre pilote a effectué un vol aux commandes de l'aéronef à l'étude et il n'avait pas ajouté de carburant au réservoir arrière. L'enquête n'a pas permis de déterminer la quantité de carburant qui était dans le réservoir arrière au moment du départ de l'aéronef à l'étude.

Demi-tour après une panne moteur

Si un problème mécanique survient au décollage et nécessite un atterrissage immédiat, les pilotes doivent alors tenter un atterrissage forcé dans un endroit inapproprié, au risque d'endommager l'aéronef et de subir des blessures, ou tenter un virage à 180° vers le point de départ.

Le *Manuel de pilotage* de TC indique ce qui suit :

On compte de nombreux exemples de blessures ou de mortalités dans les accidents résultants d'un demi-tour pour se poser sur la piste de l'aérodrome après une panne de moteur suivant le décollage. Comme l'altitude est critique, on a alors tendance à essayer de garder le nez de l'aéronef relevé pendant le virage sans tenir compte de la vitesse et du facteur de charge. Ces mesures ressemblent étrangement à celles qui mènent à une vrille. Un demi-tour vers la piste ou l'aérodrome peut être couronné de succès dans certaines conditions. L'expérience et la prise en considération réfléchie des facteurs suivants sont essentielles pour réussir alors un demi-tour :

1. l'altitude;
2. la finesse du vol plané de l'aéronef;

3. la longueur de la piste;
4. la force du vent et la vitesse sol;
5. l'expérience du pilote;
6. la compétence du pilote sur le type d'avion dont il s'agit.

Lorsqu'un décollage a lieu au-dessus d'une zone qui ne se prête pas à un atterrissage forcé, un plan de gestion des situations d'urgence s'avère utile pour les pilotes. Ce plan devrait prendre en considération plusieurs facteurs, dont le relief, l'altitude, la finesse du vol plané de l'aéronef et la force des vents. Il doit également inclure l'altitude minimale à laquelle le pilote peut tenter un demi-tour afin de revenir au point de départ à la suite d'une panne moteur.

Décrochage aérodynamique

Un décrochage aérodynamique survient lorsque l'angle d'attaque de l'aile excède l'angle d'attaque critique auquel l'écoulement de l'air commence à se décoller de l'aile. Il y a décrochage de l'aile lorsque l'écoulement de l'air décolle de l'extrados et que la portance diminue au point de ne plus supporter l'aile. Même si le décrochage survient toujours au même angle d'attaque, il peut se produire à toutes les vitesses.

Un pilote sort généralement d'un décrochage en déplaçant le volant vers l'avant (gouverne de profondeur vers le bas) pour mettre fin au décrochage et obtenir la vitesse minimale de vol, ramener les ailes à l'horizontale et mettre les gaz. Lorsque l'aéronef atteint une vitesse qui génère une marge de sécurité au-delà de la vitesse de décrochage, le pilote peut reprendre l'altitude et la configuration initiales ou nécessaires.

On utilise souvent la vitesse indiquée pour anticiper les conditions de décrochage. Plus l'hydravion vole vite, moins l'angle d'attaque doit être prononcé pour assurer une portance égale à la masse de l'aéronef. Au fur et à mesure que l'aéronef ralentit, il faut accroître l'angle d'attaque pour engendrer une portance égale à la masse. Si un aéronef ralentit davantage, il arrivera un point où l'angle d'attaque sera égal à l'angle d'attaque critique (angle de décrochage). La vitesse de décrochage est la vitesse à laquelle l'aéronef ne peut pas générer une portance suffisante pour se maintenir en vol.

La vitesse à laquelle le décrochage se produit dépend d'un certain nombre de facteurs, y compris le facteur de charge, le poids de l'aéronef et le centre de gravité.

Facteur de charge de manœuvre

Le facteur de charge de manœuvre est le « [q] quotient de la portance aérodynamique totale (normale à la trajectoire de vol) par le poids de l'avion ».

En vol rectiligne en palier, la portance et le poids sont égaux et le facteur de charge est de 1. Afin de maintenir le vol en palier lorsqu'un aéronef est incliné, l'élément vertical de la portance doit être accru pour égaler le poids de l'aéronef; pour ce faire, il faut augmenter l'angle d'attaque de l'aile en tirant sur la commande de profondeur afin de maintenir l'altitude (Figure 4).

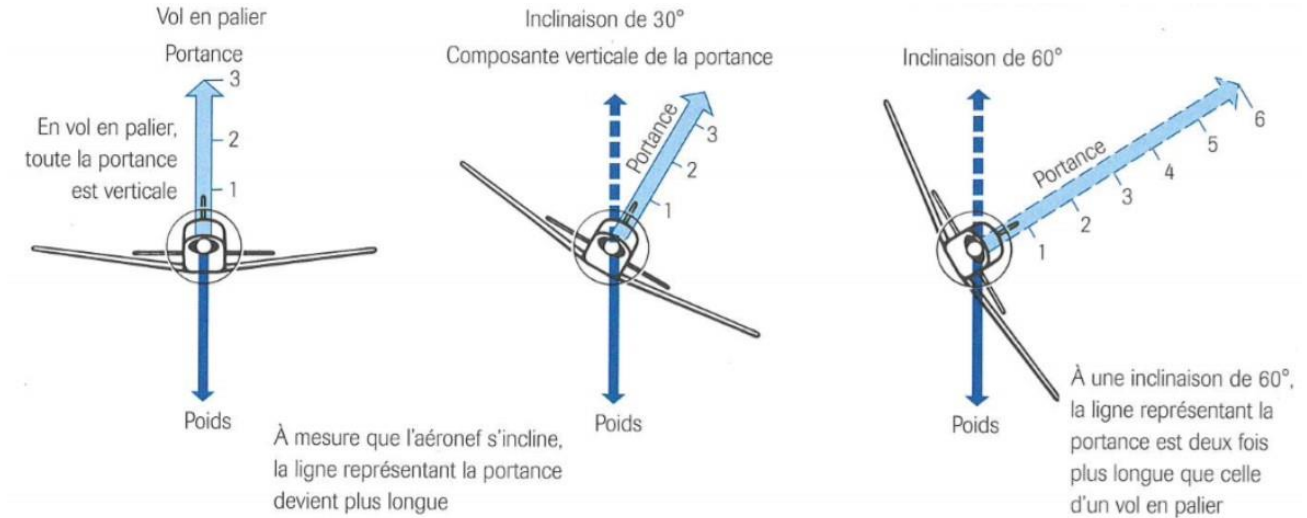


Figure 4. Relation entre la portance et l'angle d'inclinaison (Source : Transports Canada, TP 1102F, Manuel de pilotage – Avion, 4e édition [révisée], p. 80)

En augmentant l'angle de l'inclinaison, le facteur de charge et la vitesse de décrochage de l'aéronef augmentent aussi, puisque l'aéronef fonctionne comme s'il était plus lourd. À un angle d'inclinaison de 60°, le facteur de charge est de 2, ce qui signifie que l'aéronef a un rendement équivalent à s'il était deux fois plus lourd en palier. La vitesse de décrochage augmente de 40 % à un angle d'inclinaison de 60° (Figure 5).

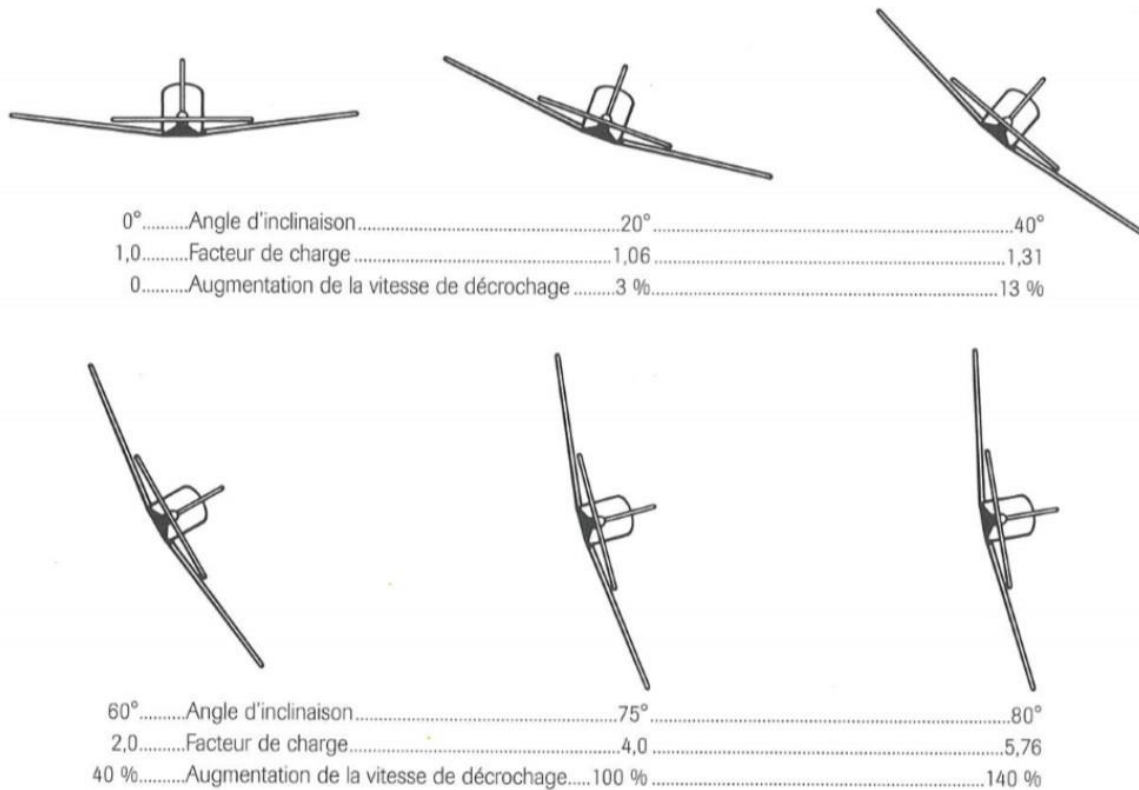


Figure 5. Relation entre l'angle d'inclinaison, le facteur de charge et la vitesse de décrochage de base (Source : Transports Canada, TP 1102F, Manuel de pilotage – Avion, 4e édition [révisée], p. 80)

Poids

Une augmentation du poids de l'aéronef entraîne une augmentation de la vitesse de décrochage, puisque l'aile doit produire plus de portance pour maintenir le vol en palier, rapprochant son angle d'attaque à l'angle critique.

Centre de gravité

L'emplacement du centre de gravité, même s'il demeure à l'intérieur des limites de l'aéronef indiquées dans le manuel de vol, aura un effet sur la vitesse de décrochage et la manœuvrabilité d'un aéronef.

Un centre de gravité plus à l'avant exige l'application d'une plus grande force de stabilisation pour maintenir l'assiette voulue; un angle d'attaque plus élevé est nécessaire pour maintenir la même trajectoire de vol, ce qui rapproche l'aile de l'angle critique et augmente la vitesse de décrochage. Il est plus facile de sortir d'un décrochage puisqu'il y a moins de commandes à manipuler à l'avant pour interrompre le décrochage.

Un centre de gravité arrière fonctionne de manière opposée, puisqu'il réduit la force de stabilisation et requiert un angle d'attaque réduit pour maintenir la trajectoire de vol voulue. Ainsi, la vitesse à laquelle l'aéronef fait un décrochage est réduite, ce qui semble être souhaitable; toutefois, la vitesse réduite a des effets négatifs sur les caractéristiques de décrochage, notamment une diminution de la stabilité longitudinale, des caractéristiques de décrochage violentes et une efficacité réduite des commandes au cours de la sortie de décrochage.

Analyse

L'enquête a permis de déterminer que l'aéronef était entretenu conformément aux règles et aux règlements existants et que le vol à l'étude respectait les règles et les lignes directrices établies dans le RAC et le manuel d'exploitation de la compagnie.

Chronologie des événements

L'enquête a permis de déterminer qu'une indication de faible pression du carburant et une perte de puissance se sont produites peu après le décollage, alors que l'aéronef était à une altitude d'environ 300 à 400 pi AGL. L'aéronef a ensuite subi un décrochage, a amorcé une vrille vers la gauche, puis a percuté le sol.

Deux scénarios ont été considérés pour expliquer la raison du décrochage de l'aéronef :

- Puisque l'aéronef était près de sa masse brute maximale dans une configuration de montée au moment de la perte de puissance, il aurait été nécessaire de régler les commandes en position de piqué et que l'aéronef soit en position de piqué prononcé pour maintenir la vitesse à 65 mi/h. Le pilote n'a pas maintenu l'aéronef à une vitesse supérieure à la vitesse de décrochage, ce qui a entraîné un décrochage aérodynamique, suivi d'une amorce de vrille et d'une perte de maîtrise de l'aéronef.
- Le pilote a amorcé un virage vers la gauche dans le but de retourner au lac Hawk, ou de se rendre à un endroit plus approprié, pour effectuer une approche forcée. Le facteur de charge augmente lorsqu'un aéronef a une inclinaison latérale au cours d'un virage, ce qui entraîne une augmentation de la vitesse de décrochage. Tout resserrement du virage augmente davantage le facteur de charge, ce qui entraîne une plus grande augmentation de la vitesse de décrochage. En raison de l'inclinaison latérale de l'aéronef dans un virage en descente, l'aile gauche s'est abruptement abaissée et l'aéronef a amorcé une vrille. Ce scénario est considéré comme étant le plus probable.

Panne d'alimentation en carburant

Les dommages à l'hélice indiquent qu'il y avait une certaine rotation au moment l'impact, ce qui suggère que l'hélice tournait en moulinet.

Au cours de l'examen de l'épave sur les lieux de l'événement, on a trouvé le sélecteur de carburant et le robinet sélecteur commandé dans une configuration servant à pomper le carburant du réservoir arrière, lequel n'était pas endommagé et ne contenait aucune trace de carburant. Une panne d'alimentation en carburant semble être la cause la plus probable de la perte de puissance de l'aéronef en cause.

Il n'a pas été possible de déterminer pourquoi le sélecteur de carburant était configuré pour pomper le carburant du réservoir arrière ou à quel moment la sélection a été faite. Voici trois scénarios qui ont été considérés pour tenter d'expliquer la sélection du réservoir arrière :

- Le pilote a réglé le sélecteur de carburant à REAR TANK (réservoir arrière) après avoir vu l'indication de faible pression du carburant ou constaté la perte de puissance subséquente, dans le but de rétablir la circulation du carburant vers le moteur ou, possiblement, de sélectionner la position OFF conformément aux procédures d'urgence en cas de panne moteur au décollage.
- Le sélecteur de carburant était déjà réglé à la position du réservoir arrière lorsque le pilote s'est rendu à l'aéronef le matin de l'événement. Le pilote n'a pas remarqué la position du sélecteur durant sa vérification prévol et la circulation au sol.
- Le pilote s'est rendu compte qu'il y avait du carburant dans le réservoir arrière et a décidé d'être proactif en utilisant ce carburant résiduel au cours de la longue période de circulation au sol vers la position de décollage.

L'aéronef a probablement décollé avec le sélecteur de carburant à la position du réservoir arrière, qui ne contenait pas suffisamment de carburant pour le départ. Par conséquent, le moteur a subi une perte de puissance en raison d'une panne d'alimentation en carburant peu après le décollage au cours de la montée initiale.

Demi-tour

Le manuel de vol pour le DHC-2 et le manuel d'exploitation de la compagnie indiquent tous les deux que, dans l'éventualité d'une panne moteur, le pilote devrait atterrir droit devant. Dans cet événement, un tel atterrissage se serait probablement soldé par un atterrissage en catastrophe sur une colline boisée. Les pilotes éviteront d'instinct ce type de situation; toutefois, un atterrissage droit devant, même s'il se fait dans les arbres, permet au pilote de garder la maîtrise de l'aéronef plus longtemps durant l'écrasement et d'améliorer les chances de survie des occupants. Parce que l'aéronef était à une basse altitude lors de la perte de puissance, le pilote n'aurait probablement pas été en mesure de planer assez longtemps pour atteindre un lieu où se poser dans son champ de vision avant qui pouvait réduire ou éliminer la possibilité de blessures ou de dommages à l'aéronef.

Le manuel de vol pour le DHC-2 et le manuel d'exploitation de l'entreprise requièrent tous les deux un atterrissage droit devant lors d'une panne moteur après le décollage. Cependant, après une perte de puissance du moteur à basse altitude, un virage à gauche a probablement été tenté soit pour retourner au point de départ, soit pour se diriger vers un endroit plus propice à un atterrissage forcé. L'aéronef a subi un décrochage aérodynamique, a amorcé une vrille, puis s'est écrasé.

Avertisseur de décrochage

L'aéronef en cause n'était pas équipé d'un avertisseur de décrochage. Même si la présence d'un tel avertisseur n'aurait peut-être pas changé le cours des événements, elle aurait permis au pilote de savoir plus clairement qu'un décrochage était imminent. Sans une indication claire d'un décrochage imminent, le pilote dépendait du tremblement de la cellule au cours d'une situation déjà peu familière après une perte de puissance.

Formation

Exigences de la formation pour les services de taxi aérien

Les exercices de formation en vol requis pour les exploitants de services de taxi aérien, énoncés dans la sous-partie 723 des *Normes de service aérien commercial*, comprennent une amorce de décrochage qui doit être effectuée avec les volets en configurations lisse, de décollage et d'atterrissage. Il n'y a cependant aucune exigence de faire subir un décrochage à l'aéronef. Ainsi, les pilotes ne sont pas en mesure de se familiariser avec les caractéristiques de décrochage de l'aéronef et les indices aérodynamiques qui peuvent se présenter avant un décrochage.

Formation de l'exploitant

L'enquête a permis de déterminer que la formation reçue par le pilote respectait les exigences établies dans les *Normes de service aérien commercial*.

Cependant, certaines méthodes de formation de l'exploitant, y compris la formation intégrée aux activités courantes (vols à vide ou de mise en place) et les séances d'information sur les procédures d'urgence (soit au sol ou en vol) plutôt que de les démontrer ou de les pratiquer, ne sont probablement pas aussi efficaces que les activités de formation plus structurées.

De plus, la formation périodique annuelle a été donnée à la fin de la saison d'exploitation de 2018, afin que les pilotes soient prêts pour la saison de 2019. On nous a indiqué que la formation et la supervision avaient eu lieu au cours des premières semaines de la saison des hydravions de 2019, mais cette information n'a pas été consignée. Les aptitudes peuvent toutefois se détériorer avec le temps, et les pilotes n'ont effectué aucun vol pendant plusieurs mois après la formation périodique. Par conséquent, ils n'étaient peut-être pas aussi aptes à appliquer les procédures d'urgence que lorsque la formation est donnée en début de saison.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

Il s'agit des conditions, actes ou lacunes de sécurité qui ont causé l'événement ou y ont contribué.

- L'aéronef a probablement décollé avec le sélecteur de carburant à la position du réservoir arrière, qui ne contenait pas suffisamment de carburant pour le départ. Par conséquent, le moteur a subi une perte de puissance en raison d'une panne d'alimentation en carburant peu après le décollage au cours de la montée initiale.
- Après une perte de puissance du moteur à basse altitude, un virage à gauche a probablement été tenté soit pour retourner au point de départ, soit pour se diriger vers un endroit plus propice à un atterrissage forcé. L'aéronef a subi un décrochage aérodynamique, a amorcé une vrille, puis s'est écrasé.

Faits établis quant aux risques

Il s'agit des conditions, des actes dangereux, ou des lacunes de sécurité qui n'ont pas été un facteur dans cet événement, mais qui pourraient avoir des conséquences néfastes lors de futurs événements.

- Si les aéronefs ne sont pas équipés d'un avertisseur de décrochage, les pilotes et les passagers qui voyagent à bord de ces aéronefs demeureront exposés à un risque accru de blessures ou de mort à la suite d'un décrochage à basse altitude.
- Si les exigences de la formation pour les services de taxi aérien ne tiennent pas compte des diverses classes d'aéronefs et types d'activité dans ce secteur, il y a un risque que les procédures d'urgence importantes propres au type d'aéronef, à la classe d'aéronef ou au type d'activité ne soient pas obligatoirement intégrées aux programmes de formation.
- Si les exploitants aériens saisonniers offrent la formation périodique à la fin de la saison plutôt qu'au début, il y a un risque que les pilotes soient moins à l'aise avec les procédures d'urgence requises.
- Si les exploitants aériens n'adaptent pas leurs programmes de formation en vol pour présenter les procédures d'urgence qui sont pertinentes à leurs activités, il y a un risque que les pilotes ne soient pas prêts à intervenir en situation d'urgence réelle.
- Si les pilotes ne portent pas les ceintures-baudriers à bord, il y a un risque accru de blessures en cas d'accident.

Rapport final du BST A200053 — Collision en vol

Déroulement des vols

Le 14 juin 2020, vers 14 h 05, un aéronef Champion 7GCB sous immatriculation privée, muni de flotteurs, a effectué son départ du lac Golden (Ontario) pour effectuer un vol de jour selon les règles de vol à vue (VFR) en direction de l'hydroaérodrome du lac Constance (CNQ5) (Ontario). Le pilote était seul à bord.

Après le départ, l'aéronef a atteint une altitude de 2 600 pi ASL et a suivi une trajectoire directe vers la région de Braeside (Ontario), le long de la rivière des Outaouais, à environ 3,5 NM au nord-ouest de l'aérodrome municipal d'Arnprior/South Renfrew (CNP3) (Ontario). Le pilote était à l'écoute de la fréquence en route (126,7 MHz) et a transmis un compte rendu de position en survolant la ville de Renfrew (Ontario). Alors que le Champion s'approchait de Braeside, le pilote a syntonisé la fréquence de trafic d'aérodrome de CNP3 (122,7 MHz) et a signalé son intention de rester le long de la rive ontarienne de la rivière des Outaouais en direction de CNQ5.

À l'approche des chutes des Chats sur la rivière des Outaouais, le pilote a amorcé une descente à 1 500 pi ASL. Sur la fréquence 122,7 MHz, il a signalé qu'il quittait la zone de CNP3, et a ensuite syntonisé une fréquence de zone d'entraînement (123,35 MHz). Le pilote a transmis un compte rendu de position en survolant l'île Mohr du côté ontarien de la rivière des Outaouais.

Le Champion suivait un cap d'environ 085° vrais, à 1 500 pi ASL.

Vers 14 h 35, un aéronef Cessna 172M sous immatriculation privée a décollé de CNP3, avec le pilote et trois passagers à bord, pour effectuer un vol VFR de jour à l'est de la région de Constance Bay.

Après son départ de CNP3, le Cessna a atteint une altitude de 1 500 pi ASL. Le pilote était à l'écoute de la fréquence de trafic d'aérodrome de CNP3 (122,7 MHz) sur quelque 5 NM avant de syntoniser la fréquence de la zone d'entraînement (123,35 MHz) et de signaler la position de l'aéronef ainsi que ses intentions de vol. Le Cessna a maintenu une altitude de 1 500 pi ASL, soit environ 1 000 pi AGL.

Après avoir effectué quelques tours à des fins touristiques au-dessus d'une région située tout juste à l'est de Fitzroy Harbour, le Cessna suivait un cap d'environ 050° vrais, parallèle à la Galetta Side Road, en direction de Buckham's Bay (Ontario), sur la rivière des Outaouais. L'aéronef a maintenu une altitude de 1 500 pi ASL.

Vers 14 h 46, les deux aéronefs sont entrés en collision alors qu'ils survolaient la rivière des Outaouais près de Buckham's Bay, à quelque 12 NM à l'est-nord-est de CNP3 (Figure 1).

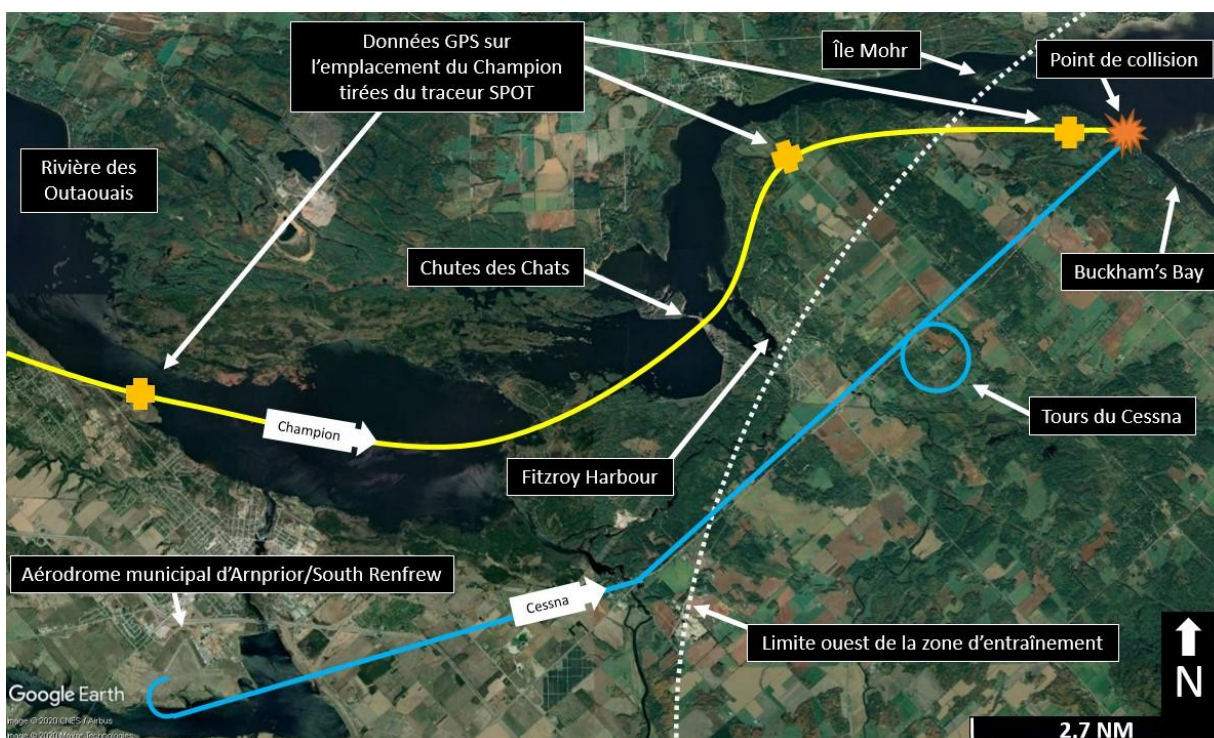


Figure 1. Trajectoires de vol estimées des aéronefs Champion et Cessna
(Source : Google Earth, avec annotations du BST)

Le Champion a subi des dommages à l'empennage, a amorcé un virage en descente vers la gauche, a percuté la surface de l'eau et s'est renversé. Le pilote est sorti de l'aéronef et a été secouru par des plaisanciers qui se trouvaient à proximité. Le pilote a subi des blessures légères.

Le Cessna a subi des dommages à l'hélice, au carénage de roue avant et au capot moteur. Le pilote du Cessna a vu le Champion percuter la surface de l'eau. Il a effectué quelques tours pour confirmer que le pilote du Champion avait été secouru, et a émis un signal de détresse Mayday. Il est ensuite retourné à CNP3 et a atterri sans autre incident.

Renseignements sur les pilotes

Les dossiers indiquent que les deux pilotes possédaient les certifications et les qualifications requises pour effectuer les vols conformément à la réglementation en vigueur.

Le pilote du Champion détenait une licence de pilote privé et était titulaire d'un certificat médical valide de catégorie 3.

Le pilote du Cessna détenait une licence de pilote privé et était titulaire d'un certificat médical valide de catégorie 3.

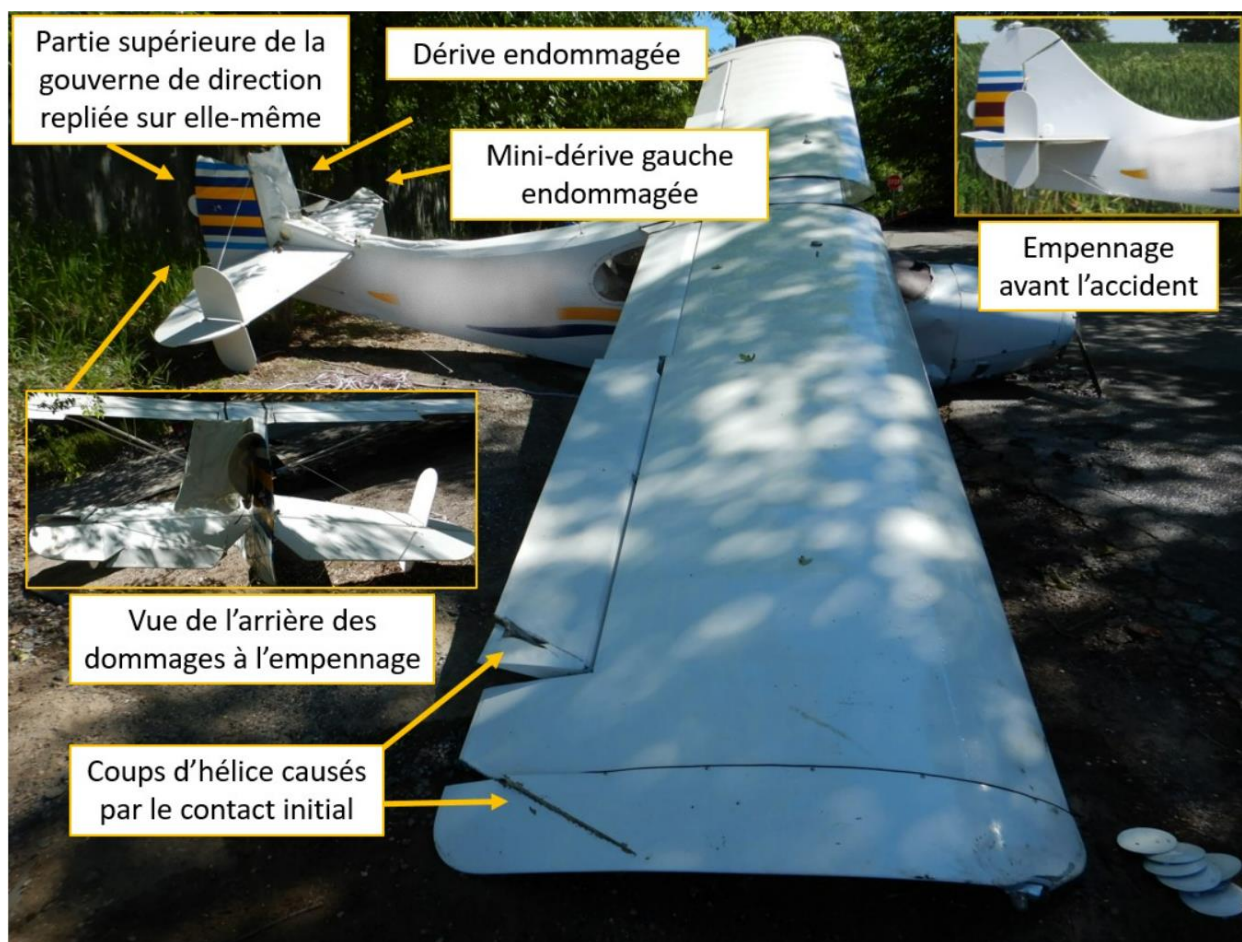


Figure 2. Dommages subis par le Champion (Source de l'image principale et de l'image dans la fenêtre découpée de l'empennage endommagée : BST. Source de l'image dans la fenêtre découpée de l'empennage avant l'accident : tierce partie, avec permission)

Renseignements sur les aéronefs

Les dossiers indiquent que les deux aéronefs étaient certifiés, équipés et entretenus conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

Renseignements sur la collision et sur l'épave

Les dommages subis par les deux aéronefs correspondent à l'angle de la collision et à la direction du vol et aux trajectoires convergentes.

Dommages subis par le Champion

Au cours de la séquence de collision, une hélice du Cessna a heurté le dessus de l'aile droite du Champion à deux reprises : un coup près de l'extrémité de l'aile, le long du bord de fuite de l'aile, et un autre sur l'aileron droit. L'empennage a subi des dommages considérables au cours de la collision (Figure 2). Les dommages ont fait perdre au pilote la capacité de maîtriser l'aéronef à l'aide des ailerons, du stabilisateur horizontal ou de la gouverne de direction. Il a toutefois pu contrôler l'assiette de l'aéronef en utilisant la puissance du moteur. L'augmentation de la puissance du moteur permet d'adopter une position d'assiette cabrée, tandis qu'une diminution de la puissance engendre une assiette piquée.

Dommages subis par le Cessna

Les dommages causés au Cessna ont consisté en quelques stries et marques de peinture sur les deux pales de l'hélice, en dommages au carénage de roue avant et en quelques dommages au capot moteur gauche et à la partie inférieure gauche du fuselage, immédiatement derrière la cloison pare-feu (Figure 3). Les dommages n'ont entraîné aucun problème de maîtrise de l'aéronef pour le pilote.

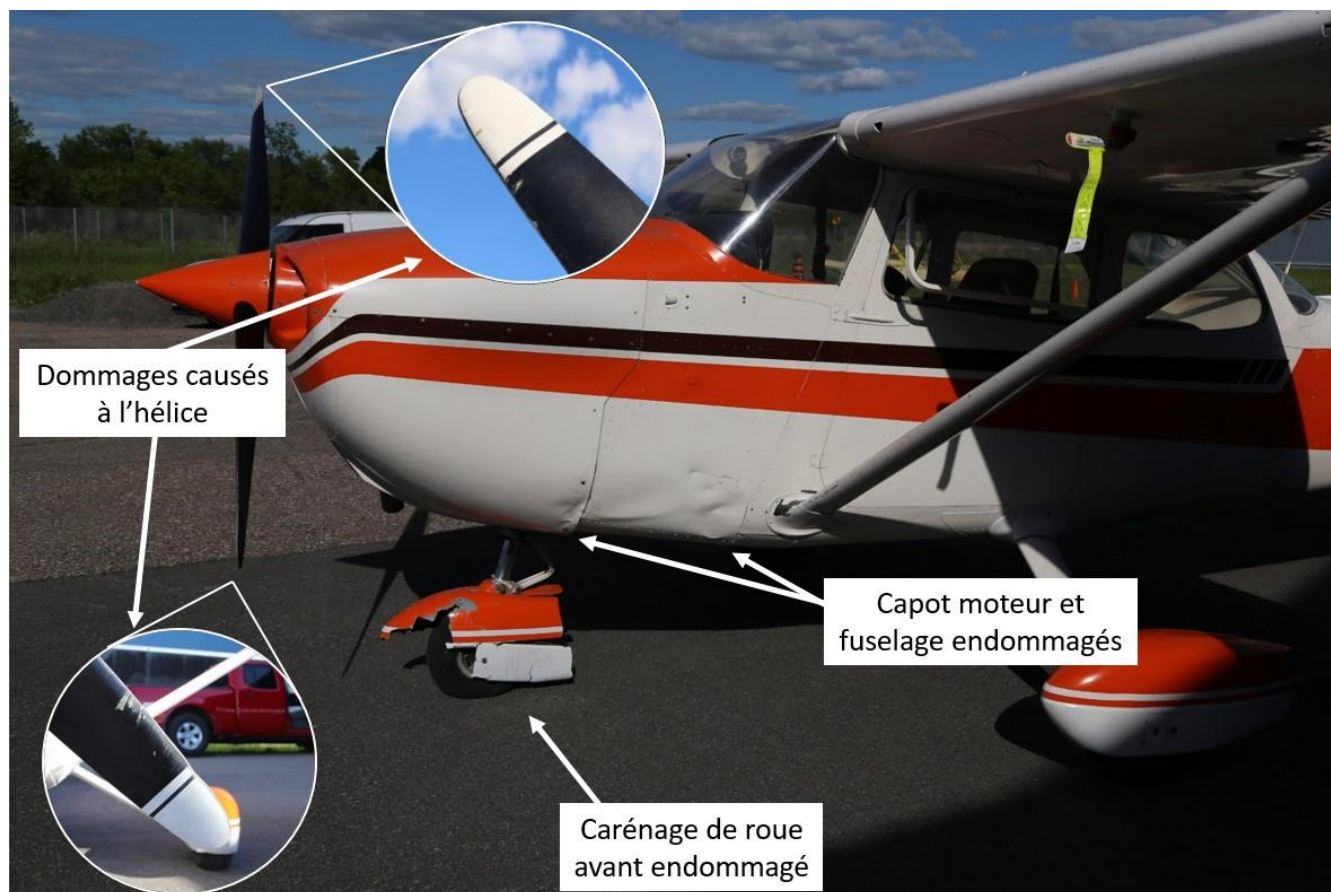


Figure 3. Dommages subis par le Cessna (Source : Service de police d'Ottawa, avec annotations du BST)

Procédures en route concernant l'espace aérien et la radio

La collision s'est produite dans un espace aérien non contrôlé de classe G « [...] à l'intérieur duquel l'ATC [contrôle du trafic aérien] n'a pas l'autorité ni la responsabilité de contrôler la circulation aérienne ». Le *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* stipule que :

Les pilotes en vol VFR en route dans l'espace aérien non contrôlé ou en vol VFR sur une voie aérienne devraient être continuellement à l'écoute de la fréquence 126,7 MHz lorsqu'ils ne communiquent pas sur la MF [fréquence obligatoire] ou l'ATF [fréquence de trafic d'aérodrome], et devraient, dans la mesure du possible, diffuser leurs identification, position, altitude et intentions sur cette même fréquence pour avertir les autres aéronefs en vol VFR ou IFR [règles de vol aux instruments] qui peuvent se trouver dans les parages. Bien qu'en vols VFR ou VFR-OTT [au-dessus de la couche] l'écoute de la fréquence 126,7 MHz et la diffusion de comptes rendus ne soient pas obligatoires, les pilotes sont encouragés à les pratiquer pour leur propre protection.

Dans la région de contrôle terminal d'Ottawa, la zone où la collision s'est produite est désignée comme étant une zone d'entraînement en deçà de 4 000 pi d'altitude. La carte de procédures terminales VFR de la région de contrôle

terminal d'Ottawa indique que les aéronefs d'entraînement doivent être à l'écoute de la fréquence 123,35 MHz lorsqu'ils sont dans cette zone, sous 4 000 pi ASL.

Les deux pilotes connaissaient bien la région et ont indiqué avoir transmis un compte rendu de position sur la fréquence 123,35 MHz en entrant dans la zone d'entraînement désignée. Toutefois, aucun des pilotes ne se souvient d'avoir entendu des émissions radio concernant d'autres aéronefs à proximité.

Surveillance visuelle

Comme l'indique le *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada*, les pilotes qui évoluent en VFR ou en IFR dans des conditions VMC [conditions météorologiques de vol à vue] ont l'entière responsabilité de voir et d'éviter les autres aéronefs. Il est nécessaire de combiner la surveillance visuelle et l'écoute des fréquences afin d'accroître la sécurité des vols dans le voisinage des aérodromes non contrôlés.

Le principe « voir et éviter » constitue la méthode de base d'évitement des collisions en vol VFR, méthode fondée sur un balayage visuel actif de même que sur la capacité de détecter des aéronefs en conflit et de prendre les mesures qui s'imposent pour les éviter. La méthode a été examinée dans le cadre d'un certain nombre d'autres enquêtes du BST, et le BST a déterminé qu'« étant donné ses limites, le principe voir et éviter ne doit pas être le seul moyen utilisé pour prévenir les collisions d'aéronefs qui volent selon les règles de vol à vue ».

D'après la circulaire d'information AC 90-48D publiée par la Federal Aviation Administration des États-Unis [traduction] : « Les pilotes doivent toujours être attentifs à la circulation aérienne dans leur champ de vision, et périodiquement balayer du regard l'espace visible en dehors de leur aéronef pour s'assurer de détecter tout aéronef en conflit ». La méthode la plus efficace pour percevoir les conflits potentiels consiste à balayer rapidement l'espace visible en petites sections à la fois (de 10° à 15° de large) pour détecter des mouvements.

Comme les deux aéronefs sont à aile haute, la visibilité aurait donc été semblable, sans obstruction évidente.

Absence de mouvement relatif sur la trajectoire de collision

Dans son rapport sur les limites du principe voir et éviter, l'Australian Transport Safety Bureau a fourni les explications suivantes [traduction] :

L'œil humain est particulièrement sensible à la détection des mouvements, mais il est moins efficace pour détecter les objets stationnaires. Malheureusement, en raison de la géométrie des trajectoires de collision, un aéronef qui suit une trajectoire de collision apparaît habituellement comme un objet stationnaire dans le champ visuel du pilote. Si deux aéronefs convergent vers un point d'impact sur des trajectoires de vol droites à des vitesses constantes, l'orientation de chaque aéronef par rapport à l'autre demeure constante jusqu'au point de collision. Du point de vue de chaque pilote, l'aéronef qui converge devient plus gros, tout en restant fixe à un point particulier du pare-brise.

Temps nécessaire pour cerner la menace et prendre des mesures d'évitement

Tableau 1. Tableau des temps requis pour reconnaître un aéronef et réagir (Source : U.S. Federal Aviation Administration, Advisory Circular [AC] 90-48D : <i>Pilots' Role in Collision Avoidance</i>, Change 1 [28 juin 2016], paragraphe 4.2.1.)	
Événement	Secondes
Voir l'objet	0,1
Reconnaître l'aéronef	1,0
Prendre conscience de la trajectoire de collision	5,0
Décision de tourner à gauche ou à droite	4,0
Réaction musculaire	0,4
Temps de réaction de l'aéronef	2,0
TOTAL	12,5

L'AC 90-48D¹ de la Federal Aviation Administration des États-Unis fournit des données (Tableau 1) concernant l'attention portée aux déplacements du trafic et au temps de réaction à l'égard de celui-ci. L'AC déclare entre autres ce qui suit [traduction] :

Des recherches ont démontré que le temps de réaction d'une personne moyenne est de 12,5 s. Cela signifie qu'un petit objet ou un objet se déplaçant à grande vitesse pourrait constituer une menace grave si des moyens de détection autres que voir et éviter ne sont pas utilisés, puisque le temps de réaction serait beaucoup trop élevé pour réagir afin d'éviter une collision.

¹ U.S. Federal Aviation Administration, Advisory Circular (AC) 90-48D, *Pilots' Role in Collision Avoidance*, Change 1 (le 28 juin 2016), paragraphe 4.2.1.

Cependant, dans son rapport sur les limites du principe voir et éviter, l’Australian Transport Safety Bureau a émis la mise en garde suivante [traduction] :

Ainsi, pour que les pilotes aient une bonne chance d’éviter une collision, ils doivent pouvoir repérer un aéronef en conflit au moins 12,5 s avant le moment de l’impact. Cependant, comme les temps de réaction varient d’une personne à une autre, dans le cas de pilotes plus âgés ou moins expérimentés, ce délai sera probablement supérieur à 12,5 s².

Systèmes anticollision

Le Champion et le Cessna étaient tous deux munis de transpondeurs mode C. Ni l’un ni l’autre des aéronefs n’était muni d’un système anticollision embarqué, quel qu’il soit, et la réglementation n’exigeait pas qu’ils le soient.

Les technologies d’évitement des collisions continuent de se perfectionner et un certain nombre de dispositifs sont offerts pour les aéronefs de l’aviation générale afin d’améliorer les mesures de protection contre les collisions en vol. Ces dispositifs comprennent notamment :

- les alarmes de vol de marque FLARM ou **PowerFLARM**³;
- les émetteurs-récepteurs du système de surveillance dépendante automatique en mode diffusion;
- les systèmes d’avis de trafic;
- les dispositifs anticollision portables.

Messages de sécurité

Les deux aéronefs à l’étude étaient en vol VFR dans un espace aérien non contrôlé. Aucun des pilotes n’a aperçu l’autre aéronef avant la collision en vol, en partie à cause des limites inhérentes au principe voir et éviter. Se fier uniquement à la détection visuelle augmente le risque de collision dans un espace aérien non contrôlé. On encourage fortement les pilotes à transmettre leurs intentions et à demeurer à l’écoute pendant qu’ils se trouvent dans un espace aérien non contrôlé, conformément aux procédures de communication VFR de TC, même s’ils ne sont pas tenus de le faire.

Plusieurs systèmes d’évitement de collisions sont actuellement disponibles, et certains sont conçus tout particulièrement pour le marché de l’aviation générale. Ces technologies pourraient considérablement réduire les risques de collision en vol.

² Australian Transport Safety Bureau, ATSB Transport Safety Report, rapport de recherches, *Limitations of the See-and-Avoid Principle*, réimpression (novembre 2004), paragraphe 3.1.

³ Le système FLARM calcule et transmet sa trajectoire de vol future aux aéronefs dans les environs. En même temps, il reçoit la trajectoire de vol future des aéronefs dans les environs. Un algorithme intelligent de prédiction des mouvements calcule un risque de collision pour chaque aéronef selon un modèle intégré des risques. Si une collision est imminente, le système avise les pilotes en indiquant la position relative de l’intrus, ce qui leur permet d’éviter une collision.