Transports Canada | Transport Canada

NUMÉRO 4/2020

SÉCURITÉ AÉRIENNE — NOUVELLES

Dans ce numéro...

Les efforts continus de TC en matière de renforcement de la sécurité aérienne à l'échelle des Amériques et des États des Caraïbes

Rapports de difficultés en service et Aviation générale

Systèmes d'aéronefs télépilotés (SATP), également appelés drones

TP 185F

Photo page couverture : Shutterstock

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 observations et leurs suggestions. Ils sont priés d'inclure dans leur correspondance leur nom, leur adresse et leur numéro de téléphone. 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 correspondance à l'adresse suivante :

Jim Mulligan, rédacteur
Sécurité aérienne — Nouvelles
Transports Canada (AARTT)
330, rue Sparks, Ottawa (Ontario) K1A 0N8
Courriel : TC.ASL-SAN.TC@tc.gc.ca
Tél. : 613-957-9914 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 (2020)

ISSN : 0709-812X
TP 185F

Table des matières

Page

Sondage de *Sécurité aérienne — Nouvelles* : Nous voulons votre opinion! 3
Les efforts continus de Transports Canada en matière de renforcement de la sécurité aérienne à l'échelle des Amériques et des États des Caraïbes 3
Rapports de difficultés en service et Aviation générale 5
Systèmes d'aéronefs télépilotés (SATP), également appelés drones 8
Prix commémoratif David Charles Abramson pour l'instructeur de vol — sécurité aérienne. 10
Rapports du BST publiés récemment 11
Transports Canada annonce le renforcement des exigences relatives aux radiobalises de repérage d'urgence à bord des aéronefs au Canada 37

Sondage de *Sécurité aérienne — Nouvelles* : Nous voulons votre opinion!

Transports Canada a créé le bulletin *Sécurité aérienne – Nouvelles (SA — N)* pour servir d'outil éducatif de sécurité et de sensibilisation aux membres du milieu de l'aviation. Nous voulons connaître votre opinion en tant que lecteur pour savoir si le contenu est pertinent, utile et conforme aux attentes en matière de sensibilisation à la sécurité.

Votre avis est important pour nous. Il nous permettra de continuer à améliorer le *SA — N*.

Toutes les réponses sont anonymes, et les données sont compilées pour fins de rapports. Il faut cinq minutes pour remplir le **sondage**.△

Les efforts continus de Transports Canada en matière de renforcement de la sécurité aérienne à l'échelle des Amériques et des États des Caraïbes

par Shannon Wright, Inspectrice de l'aviation civile, Programmes techniques, de l'évaluation et de la coordination (PTEC), Aviation civile

Transports Canada, Aviation Civile (TCAC) travaille à promouvoir un réseau aérien sécuritaire et sûr au Canada; toutefois, saviez-vous que nous faisons également la promotion de la sécurité des Canadiennes et des Canadiens à l'étranger? Conscient de la globalité et de l'interconnectabilité d'un réseau aérien qu'utilisent tant de Canadiens qui voyagent pour les affaires et les loisirs, le Canada continue de jouer un rôle de premier plan dans le renforcement de la sécurité aérienne à l'échelle des Amériques et des États des Caraïbes, par l'intermédiaire de son engagement auprès du Bureau régional Amérique du Nord, Amérique centrale et Caraïbes (NACC) de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).

En 2018, TCAC et l'OACI ont signé un protocole de collaboration (PC) qui définit les bases de la collaboration entre TCAC et l'OACI, par l'intermédiaire de son Bureau régional NACC. En vertu de ce PC, les activités de coopération comprennent :

- la mise à disposition d'experts pour aider à fournir un soutien technique direct et de la formation;
- des évaluations et enquêtes;
- le soutien à l'examen et à la révision des documents et des enjeux législatifs;
- le soutien aux plans et projets de développement.

Depuis la signature du PC, nos deux organisations collaborent à des activités de soutien harmonisées, à l'échelle de la région. Dans le but d'aider les États des Amériques à atteindre un degré de sécurité semblable à celui du Canada, nos experts techniques fournissent de l'encadrement et des conseils par le biais de cours de formation et d'ateliers spéciaux; mettent en commun les pratiques exemplaires et les leçons retenues liées aux enjeux, aux besoins et aux objectifs actuels; et offrent une formation sur place, dans le cadre de laquelle nous travaillons de concert avec les experts nationaux pour la formation et la diffusion des connaissances.

Pourquoi les Amériques et les Caraïbes sont-elles une priorité pour nous?

Bon nombre de ces petits pays insulaires où les Canadiens aiment séjourner (surtout en hiver) n'ont pas les moyens ou l'expertise nécessaires pour améliorer de manière continue la sécurité aérienne, de sorte qu'une assistance extérieure est requise pour continuer de renforcer la sécurité aérienne dans la région. Compte tenu des effets positifs importants de la réalisation de ces missions de soutien, nous sommes en passe d'atteindre nos objectifs en matière de sécurité aérienne.

Le renforcement de la sécurité aérienne dans les pays en développement appuie également les priorités du gouvernement du Canada en matière de réduction de la pauvreté mondiale, par l'intermédiaire du développement durable international, ainsi que les objectifs de Transports Canada en matière d'engagement international qui favorisent la coopération avec les régions en développement. À l'heure actuelle, les États de l'Eastern Caribbean Civil Aviation Authority (ECCAA) constituent une priorité dans le cadre de l'initiative *Aucun pays laissé de côté* de l'OACI. Comme le Canada fait partie de la région NACC, il est logique d'apporter un soutien et une assistance à nos voisins de la région.

TCAC se réjouit de poursuivre sa collaboration avec le Bureau régional NACC de l'OACI pour renforcer la sécurité aérienne à l'échelle de la région NACC. Malgré les circonstances imprévues découlant de la COVID-19, les activités de soutien technique se poursuivent. Vous trouverez ci-après quelques faits saillants.

Développer le système de surveillance de la sécurité en Haïti – Programme d'assistance systémique

Depuis avril 2018, TCAC fournit un soutien technique sur place en matière de surveillance de la sécurité à l'Office National de l`Aviation Civile (OFNAC).

Au départ, la mise en œuvre réelle des normes et pratiques recommandées de l'OACI en Haïti n'était que de 6 %. En 2020, grâce au soutien technique de Transports Canada, la loi nationale haïtienne « *Code de l'Aviation Civile* » a été adoptée, le *Règlement de l'aviation civile haïtien* a été mis en œuvre, et une culture de la sécurité a fait l'objet d'activités de promotion par l'intermédiaire d'un partenariat solide et de l'encadrement du personnel technique de l'OFNAC. En outre, les principaux résultats suivants ont été obtenus :

- formation des inspecteurs de l'aviation haïtiens;
- élaboration et mise en œuvre d'un manuel de certification et de surveillance à l'intention des inspecteurs de l'exploitation;
- élaboration et mise en œuvre d'un manuel de certification et de surveillance à l'intention des inspecteurs de la navigabilité aérienne;
- élaboration et mise en œuvre d'un manuel sur la location d'aéronefs;
- élaboration et mise en œuvre du plan de surveillance d'Haïti pour 2020;
- inspection de tous les aéronefs loués exploités en Haïti.

Soutien au renforcement de la sécurité aérienne de l'Eastern Caribbean Civil Aviation Authority (ECCAA)

En octobre 2020, TCAC a collaboré avec le Bureau régional NACC de l'OACI et d'autres experts en la matière pour fournir un soutien technique à l'ECCAA et aux autres États des Caraïbes orientales (OECS) afin de créer une organisation de l'aviation civile organisée, financée et habilitée de manière convenable, qui soit structurée pour assumer de manière efficace ses fonctions et ses responsabilités en matière de surveillance de la sécurité. De nombreux experts en la matière ont mené un examen de la structure et des activités actuelles de l'ECCAA afin de recenser les faiblesses et d'élaborer des recommandations dans le but d'accroître le degré de sécurité aérienne.

Par ailleurs, Transports Canada aide l'ECCAA à appliquer les principes de gestion des risques liés à la sécurité afin d'améliorer la prise de décisions visant à relever les défis liés à la COVID-19 et à appuyer l'exploitation sûre des aéronefs. △

Rapports de difficultés en service et Aviation générale

par Shawn Gauthier et Tim Stubbert, inspecteurs techniques, mesures correctives – Direction de la Certification nationale des aéronefs, Aviation civile

La Campagne de sécurité de l'aviation générale (CSAG) de Transports Canada s'est récemment transformée en un programme sur la sécurité de l'aviation générale. L'objectif de cette campagne, devenue un programme, est d'améliorer la sécurité globale dans le secteur de l'aviation générale au Canada. L'une des ramifications de ce programme est le Groupe de travail sur le programme de déclaration volontaire, créé en juin 2018 dans le cadre de la CSAG. Ce groupe de travail avait initialement pour mandat de :

1. mener des travaux de recherche et développement en vue de mettre au point un système de déclaration volontaire destiné à être utilisé par les pilotes de l'aviation générale;
2. mener des travaux de recherche et développement en vue de mettre au point un système de déclaration volontaire destiné à être utilisé par les unités de formation au pilotage.

La question des rapports de difficultés en service (RDS) a été abordée dans le cadre des discussions du groupe de travail, et ces rapports ont immédiatement été considérés comme importants pour la sécurité et la viabilité de l'aviation générale. Les RDS jouent en effet un rôle essentiel en permettant à Transports Canada et aux autres autorités de l'aviation civile de se faire une idée de l'état et du caractère sécuritaire des aéronefs utilisés dans notre espace aérien.

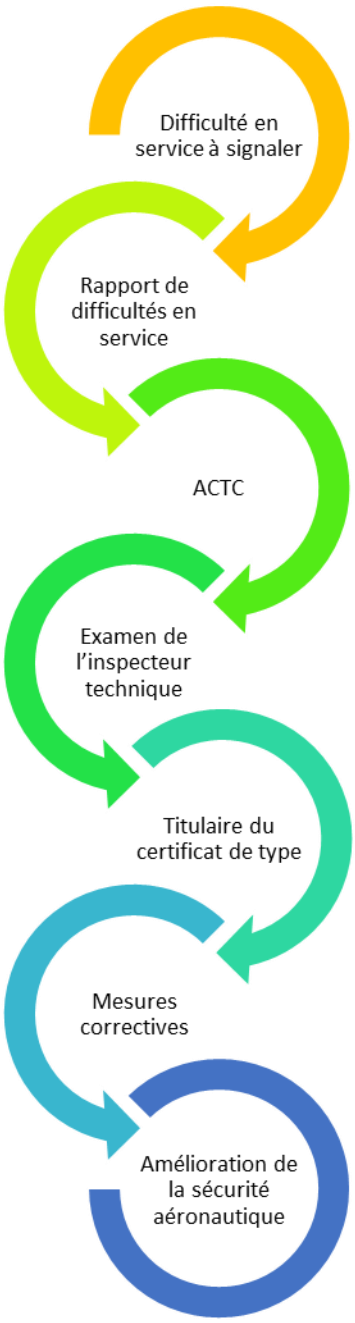
L'aviation générale étant le plus grand secteur de l'aviation au Canada, on pourrait penser que Transports Canada doit trier d'énormes quantités de données issues de RDS pour dégager les tendances en ce qui concerne les défaillances, les dysfonctionnements et les défectuosités des aéronefs de l'aviation générale. Ce n'est pas le cas. L'établissement de RDS est moins fréquent dans l'aviation générale que dans tous les autres secteurs de l'aviation au Canada. Les RDS ne sont d'ailleurs pas obligatoires dans l'aviation générale. Mais y sont-ils pour autant moins importants? Pour Transports Canada, la réponse est non. Afin de mieux comprendre la situation, voyons un peu ce qu'est un RDS et en quoi consiste le système le des RDS.

Difficulté en service : Panne, défaut de fonctionnement ou défectuosité d'un produit aéronautique.

Produit aéronautique : Aéronef ou moteur, hélice, appareillage ou pièce d'aéronef, ou leurs éléments constitutifs.

Difficulté en service à signaler : Difficulté en service qui compromet ou qui, si elle n'est pas corrigée, risque de compromettre la sécurité d'un aéronef, de ses occupants ou de toute autre personne.

À la lecture des définitions ci-dessus, vous pouvez constater qu'une difficulté liée à un aéronef et susceptible de compromettre la sécurité est une difficulté en service à signaler, dont Transports Canada aimerait beaucoup être informé.



Transports Canada a publié la circulaire d'information nº 521-009 pour aider le milieu de l'aviation canadien à mieux comprendre le système RDS. Cette circulaire contient des exemples de défectuosités devant faire l'objet de rapports, et fournit des conseils concernant la soumission de ces rapports.

Voici un exemple de RDS canadien reçu :

RDS 20160502010 – PIPER PA-28-140
DÉSIGNATION DE PIÈCE : VOLANT RÉFÉRENCE : 6201903
LE VOLANT DE COMMANDE DES PILOTES SITUÉ EN HAUT À GAUCHE, PRÈS DE L'EMPLACEMENT DU BOUTON PTT, S'EST COMPLÈTEMENT FISSURÉ DURANT LE VOL, LE VOLANT EST RESTÉ ENTIER ET L'AÉRONEF ÉTAIT MAÎTRISABLE. LA FISSURE NE SE TROUVE PAS DANS LA ZONE DEVANT FAIRE L'OBJET D'UNE INSPECTION EN VERTU DE LA CN 69-22-02 ET DU BS 527D DE PIPER

Il s'agit là d'un exemple parfait de RDS. La personne qui a soumis ce rapport a précisé la désignation de la pièce et sa référence, et a très bien décrit l'événement. En outre, elle a fait le rapprochement avec une consigne de navigabilité et un bulletin de service mentionnant des défectuosités similaires à celle signalée dans le RDS.

La division chargée du maintien de la navigabilité aérienne et des enquêtes en service, qui dépend de la direction de la Certification nationale des aéronefs de l'Aviation civile de Transports Canada (ACTC), est responsable de tous les RDS soumis au Canada. En 2019, 4 727 RDS ont été soumis à Transports Canada par des propriétaires, des exploitants, des préposés à l'entretien et des organismes de maintenance d'aéronefs canadiens.

La division chargée des enquêtes en service emploie sept inspecteurs techniques, mesures correctives.

Ces derniers examinent chaque RDS transmis par l'intermédiaire du système Web de rapports de difficultés en service (SWRDS) ou par télécopie/sur support papier. Les différents produits, types de produits et titulaires de certificats de type sont répartis entre ces inspecteurs techniques. Lorsqu'un RDS est soumis, l'inspecteur technique, mesures correctives affecté au produit concerné examine le rapport pour s'assurer qu'il est complet et évaluer son impact global en matière de sécurité. Une fois l'examen terminé, l'inspecteur technique, mesures correctives, fait suivre le RDS au titulaire du certificat de type responsable du produit aéronautique en question. Par exemple, un RDS reçu concernant un Cessna 172 serait transmis à Textron Aviation après examen. Ce processus est le même pour les moteurs et les hélices.

Que fait Transports Canada de tous ces RDS? Les RDS donnent régulièrement lieu à de grands projets. Pour Transports Canada, les RDS sont souvent la pierre angulaire d'articles Feedback, de consignes de navigabilité et d'alertes à la sécurité de l'aviation civile (ASAC) – qui sont tous des formes de mesures correctives. Le programme RDS prévoit la collecte, l'organisation, l'analyse et la diffusion de l'information sur le service des aéronefs, l'idée étant d'améliorer la fiabilité des produits aéronautiques en service. Ce programme est l'un des plus précieux outils dont dispose Transports Canada pour évaluer la fiabilité et le caractère sécuritaire d'un aéronef immatriculé au Canada. Périodiquement, les inspecteurs techniques, mesures correctives, dont il a été question plus haut procèdent à des analyses des données tirées des RDS afin de dégager les tendances en ce qui concerne les défectuosités signalées.

Il faut savoir que la base de données du SWRDS contient non seulement des RDS canadiens, mais aussi des RDS transmis depuis les États-Unis et l'Australie. Au total, plus de 1 937 336 RDS y sont stockés. Les inspecteurs techniques, mesures correctives travaillent en étroite collaboration avec les ingénieurs de Transports Canada spécialistes des mesures correctives, axées sur le maintien de la navigabilité aérienne, l'objectif étant de déterminer si la fréquence et la gravité des défectuosités signalées coïncident pour Transports Canada avec la définition de la notion de condition dangereuse. Le cas échéant, une consigne de navigabilité est émise. À un degré de gravité moindre, les RDS peuvent donner lieu à l'émission d'une ASAC. Une ASAC est utilisée pour transmettre des renseignements importants sur la sécurité, et contient des recommandations quant aux mesures à mettre en œuvre. Une ASAC n'a pas la force obligatoire d'une consigne de navigabilité, mais l'application des mesures qu'elle propose est fortement recommandée. Le troisième niveau, c'est l'article Feedback. Les articles Feedback sont des outils de communication visant à accroître la sensibilisation à la sécurité, qui sont utilisés par Transports Canada dans le milieu de l'aviation. Ces articles sont créés directement à partir de RDS reçus et considérés comme sujets d'intérêt par les inspecteurs techniques, mesures correctives susmentionnés.

Les RDS permettent à Transports Canada de prendre diverses mesures correctives évoquées (comme on l'a vu plus haut), mais ce n'est pas tout : ces rapports sont par ailleurs fréquemment utilisés par le titulaire du certificat de type pour introduire une mesure corrective ou une amélioration de produit. Celles-ci peuvent être annoncées dans des publications telles que des bulletins de service, des lettres d'information ou des mises à jour d'instructions de maintien de la navigabilité, pour ne citer que quelques exemples.

Comparer le RDS à un rapport du Bureau de la sécurité des transports (BST) est un bon moyen de se faire une idée de son impact sur la sécurité. Un rapport d'accident du BST est réactif par nature, tandis qu'un RDS relève plutôt de la gestion proactive du risque. Le principal objectif est d'anticiper la défectuosité.

Quel est le lien entre tout cela et l'aviation générale? L'établissement de RDS n'est pas une obligation pour l'aviation générale, et ne l'est pas non plus pour les techniciens d'entretien d'aéronef (TEA.). Qui doit soumettre des RDS? En vertu du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), sont tenus de soumettre des RDS :

- les organismes de maintenance agréés – Article 573 du RAC;
- les unités de formation au pilotage – Article 406 du RAC;
- les exploitants aériens – Article 706 du RAC;
- les exploitants privés – Article 604 du RAC;
- les titulaires d'une approbation de la conception – Article 521 du RAC;
- les constructeurs de produits aéronautiques – Article 561 du RAC.

Qui peut soumettre des RDS? Tout le monde. Transports Canada autorise la soumission de RDS par toute personne estimant cette soumission nécessaire. Le SWRDS est le moyen le plus rapide de soumettre un RDS, mais l'envoi de ces rapports par télécopie ou par courrier ne pose aucun problème.

- Le formulaire de RDS 24-0038 figure dans le catalogue des formulaires de Transports Canada.
- Accéder ici au SWRDS.

Par ailleurs, le site Web du SWRDS contient de nombreux autres liens fort utiles. Il permet notamment aux utilisateurs d'accéder aux consignes de navigabilité, aux ASAC, au site Web du magazine Feedback et à la version électronique/papier du formulaire de RDS. En outre, le système présente un avantage supplémentaire pour les propriétaires et les préposés à l'entretien d'aéronefs, puisqu'il leur permet de chercher dans l'immense base de données des RDS les rapports soumis concernant leur type de produit. Or, ces rapports font parfois état de précieuses techniques mises en œuvre par leurs auteurs pour corriger des défectuosités similaires.

Quel est l'intérêt direct de ces rapports pour la communauté de l'aviation générale? L'amélioration de la sécurité. Les RDS contribuent tout simplement à renforcer votre sécurité, mais aussi celle des exploitants d'aéronefs de l'aviation générale et celle de l'ensemble du monde de l'aviation internationale.

En conclusion, disons que le recours au système de RDS de Transports Canada est fortement recommandé pour tous les acteurs du milieu de l'aviation. L'utilisation de ce système reste tout à fait facultative pour le secteur de l'aviation générale et les TEA, mais il convient de rappeler qu'il s'agit d'un outil précieux contribuant au maintien de la sécurité aéronautique au Canada. △

Systèmes d'aéronefs télépilotés (SATP), également appelés drones

par Shaheen Chohan, Analyste, Politiques de sécurité aérienne, Groupe de travail sur les SATP

Les systèmes d'aéronefs télépilotés (SATP), également appelés drones, sont devenus de plus en plus populaires au cours des dernières années. Les progrès technologiques ont fait des drones un outil de plus en plus efficace pour effectuer des inspections, livrer des marchandises et des fournitures médicales, et intervenir en cas d'urgence. Cependant, comme tout changement de système, l'introduction des drones dans le système d'aviation civile du Canada a créé de nouveaux dangers et défis.

Pour atténuer les dangers liés au nombre croissant d'opérations de drones, Transports Canada a publié en janvier 2019 la partie IX du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), qui décrit les règles applicables à l'utilisation de drones au Canada.

Le nouveau règlement est entré en vigueur le 1er juin 2019 et s'applique aux drones pesant entre 250 g et 25 kg utilisés en visibilité directe. Les règles introduisent deux catégories d'opérations de drones : les opérations de base et les opérations avancées. Chacune est régie par un ensemble différent de règles devant être respectées par les pilotes de drone. Pour utiliser leur drone dans l'une ou l'autre de ces catégories, les pilotes doivent immatriculer leur drone en ligne et marquer sur leur drone le numéro d'immatriculation reçu. Ils doivent aussi obtenir un certificat de pilote en passant un examen en ligne. Les pilotes qui souhaitent faire des opérations avancées doivent également réussir une révision en vol.

Voici une version simplifiée des deux environnements d'opération et de certaines des règles associées :

	Environnement opérations de base	Environnement opérations avancées
Altitude	À moins de 400 pi AGL	Selon l'approbation du contrôle de la circulation aérienne (si dans l'espace aérien contrôlé; sinon, à moins de 400 pi AGL)
Espace aérien	À l'extérieur de l'espace aérien contrôlé	Dans l'espace aérien contrôlé*
À proximité des passants	À plus de 30 m	À plus de 5 m*
Au-dessus des passants	Non	Oui*
À proximité des aéroports	À plus de 3 NM	Aux aéroports ou à proximité**
À proximité des héliports	À plus de 1 NM	Aux héliports ou à proximité**
À proximité des aérodromes non certifiés	Aux aérodromes non certifiés ou à proximité	Aux aérodromes non certifiés ou à proximité
Opérations de nuit	Avec balisage approprié	Avec balisage approprié

*Le drone doit respecter le profil approprié d'assurance de la sécurité, et le pilote doit avoir obtenu la permission de NAV CANADA.

**Les pilotes de drones menant des opérations avancées aux aéroports et héliports ou à proximité doivent respecter la procédure prévue pour les opérations de drones.

Peu importe l'environnement opérationnel dans lequel il évolue, un pilote de drone doit s'assurer qu'il pilote son drone en visibilité directe (VLOS), loin des opérations d'urgence et des événements annoncés, et loin des autres aéronefs.

Les drones qui pèsent moins de 250 g, également appelés microdrones, n'ont pas besoin d'être immatriculés et les pilotes ne sont pas tenus d'avoir un certificat de pilote pour pouvoir les utiliser. Cependant, quelle que soit leur taille, tous les drones doivent être pilotés de manière à ne pas présenter de risque pour l'aviation ou les personnes au sol.

Crédit photo : iStock

Un changement fondamental par rapport aux autres articles du RAC est la suppression de la distinction entre les utilisateurs commerciaux et récréatifs. La partie IX du RAC s'applique à tout pilote de drone, quel que soit le but de sa mission.

En tant que pilotes, il nous incombe d'atténuer les risques. Les drones sont de nouveaux venus dans le Système national de transport aérien civil et, à ce titre, leur apparition a créé un nouveau risque : les collisions entre les drones et les aéronefs traditionnels. Il incombe aux pilotes de drones de rester à l'écart des zones dans lesquelles les aéronefs traditionnels opèrent, et de garder leur drone en vue et sous contrôle afin de pouvoir réagir immédiatement lorsqu'un autre aéronef est détecté et lui céder le passage. Cependant, les pilotes d'aéronefs traditionnels doivent comprendre l'environnement opérationnel créé par la partie IX du RAC pour les opérations de drones, afin de pouvoir planifier leurs vols de manière à réduire davantage les risques. Éviter les collisions est une responsabilité que partagent tous les pilotes. Pour réduire davantage le risque de collision, les pilotes d'aéronefs traditionnels doivent éviter les vols à moins de 400 pi AGL dans l'espace aérien non contrôlé et prendre des précautions supplémentaires pour effectuer des circuits standard dans les aérodromes non certifiés, car c'est là que les autres utilisateurs de l'espace aérien vont s'attendre à trouver des aéronefs.

L'intégration complète des opérations de drones dans notre espace aérien prendra un certain temps, mais à terme, les drones seront aussi courants dans notre ciel que les aéronefs traditionnels. Pour obtenir de plus amples renseignements sur les drones et la sécurité des drones, veuillez consulter le site Web de Transports Canada sur la sécurité des drones. △

Prix commémoratif David Charles Abramson pour l'instructeur de vol — sécurité aérienne

NDLR : Malheureusement, en raison de la pandémie de COVID-19, il n'y aura pas de mise en candidature pour le DCAM pour l'instructeur de vol — sécurité aérienne en 2020. Espérons que le prestigieux DCAM saluera et reconnaîtra de nouveau le travail d'instructeurs canadiens d'exception en 2021.

Entre-temps, je vous encourage à visiter le site Web du DCAM pour mieux connaître l'histoire du DCAM et aussi pour voir la liste des anciens récipiendaires du prix. △

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 A19P0059 — Perte de puissance moteur, atterrissage forcé dans des arbres

Résumé

Le 4 mai 2019, le Cessna 182E a effectué un vol à vue de jour dans le but de surveiller des feux de forêt. Le vol était effectué pour le compte de BC Wildfire Service à proximité de Smithers (C.-B.); il y avait à bord de l'aéronef le pilote et trois membres d'équipage. Environ 3 heures après le début du vol, le pilote a émis un signal de détresse Mayday avant que les communications ne soient coupées. La radiobalise de repérage d'urgence émettant sur une fréquence de 406 MHz s'est activée lors de l'impact, et son signal a été reçu par le Centre canadien de contrôle des missions. Une recherche par hélicoptère a permis de localiser l'épave dans une zone boisée à environ 50 NM au nord de Smithers, à 500 pi au nord de la rivière Babine, à 5,6 NM à l'est de la bande d'atterrissage de Silver Hilton Steelhead Lodge. L'aéronef a percuté des arbres et le relief. Un des membres d'équipage a survécu à l'écrasement et a été transporté à l'hôpital par hélicoptère. Le pilote et les deux autres membres d'équipage ont été mortellement blessés. L'aéronef a été détruit; il n'y a pas eu d'incendie après l'impact.

Figure 1. L'aéronef à l'étude, photographié le matin de l'accident et équipé de la nacelle ventrale munie d'un capteur d'images

Renseignements de base

Contexte

Le 30 avril 2019, 4 jours avant le vol à l'étude, le pilote et les trois membres d'équipage sont arrivés à Burns Lake (C.-B.) pour se préparer à effectuer des vols de surveillance des feux de forêt pour le compte de BC Wildfire Service. L'aéronef à l'étude se trouvait déjà à l'aéroport de Burns Lake (CYPZ).

Le 1er mai 2019, une nacelle ventrale munie d'un capteur d'images a été posée sur l'aéronef (figure 1), conformément au certificat de type supplémentaire (STC) SA4-662. Les 2 et 3 mai, des vols ont été effectués pour tester et étalonner l'équipement de détection de points chauds souterrains dans des zones où il y avait déjà eu un feu de forêt. Les meilleurs résultats de détection étaient obtenus lorsque l'aéronef volait à une altitude variant entre 3 000 et 4 000 pi au-dessus du sol (AGL), à une vitesse-sol variant de 80 à 90 kt, et tôt dans la journée avant que le soleil ne réchauffe des objets au sol, ce qui produisait des signatures infrarouges erronées.

Déroulement du vol

À 5 h 41 le 4 mai 2019, l'aéronef à l'étude a décollé de CYPZ avec le pilote et trois membres d'équipage à son bord. Le but du vol était de chercher des points chauds dans trois sites où il y avait déjà eu un feu de forêt. Le plein de carburant avait été fait; l'aéronef avait donc une autonomie de vol d'environ 5,5 heures.

L'aéronef a volé de CYPZ jusqu'au premier site d'analyse situé à environ 50 NM au nord-nord-ouest; il a effectué à cet endroit des passages d'analyse pendant 51 minutes entre 2 500 et 3 100 pi AGL.

L'aéronef a ensuite poursuivi sa route jusqu'au deuxième site d'analyse, situé à 36 NM plus loin au nord-nord-ouest, à 86 NM de CYPZ et à environ 48 NM au nord de Smithers. Des communications par radio (y compris une communication à 8 h 21) ont confirmé que tout fonctionnait normalement après plus d'une heure de travail dans le deuxième site. Peu après cette communication par radio, la performance du moteur s'est dégradée. À 8 h 32, le pilote a avisé les répartiteurs du Northwest Fire Centre (NWFC) qu'il se poserait sur la bande d'atterrissage de Silver Hilton Steelhead Lodge[1] qui se trouvait à environ 2,5 NM au nord-ouest (figure 2, transmission radio 1).

À 8 h 33, le pilote a émis un signal de détresse Mayday à l'intention des répartiteurs du NWFC indiquant qu'il serait incapable d'atteindre la bande d'atterrissage de Silver Hilton Steelhead Lodge et qu'il se poserait plutôt à 5 NM à l'ouest de la bande d'atterrissage (figure 2, transmission radio 2).

[1] *La bande d'atterrissage de Silver Hilton Steelhead Lodge est une bande d'atterrissage privée en gazon et en gravier desservant un camp de pêche de la rivière Babine. La bande d'atterrissage, d'une longueur d'environ 1 800 pi, a une surface raboteuse et n'est utilisable que sur une longueur de 1 200 pi. Le pilote ne s'était jamais posé à Silver Hilton Steelhead Lodge et, comme la nacelle ventrale était en place, l'aéronef n'était pas autorisé à atterrir sur une bande d'atterrissage non pavée.*

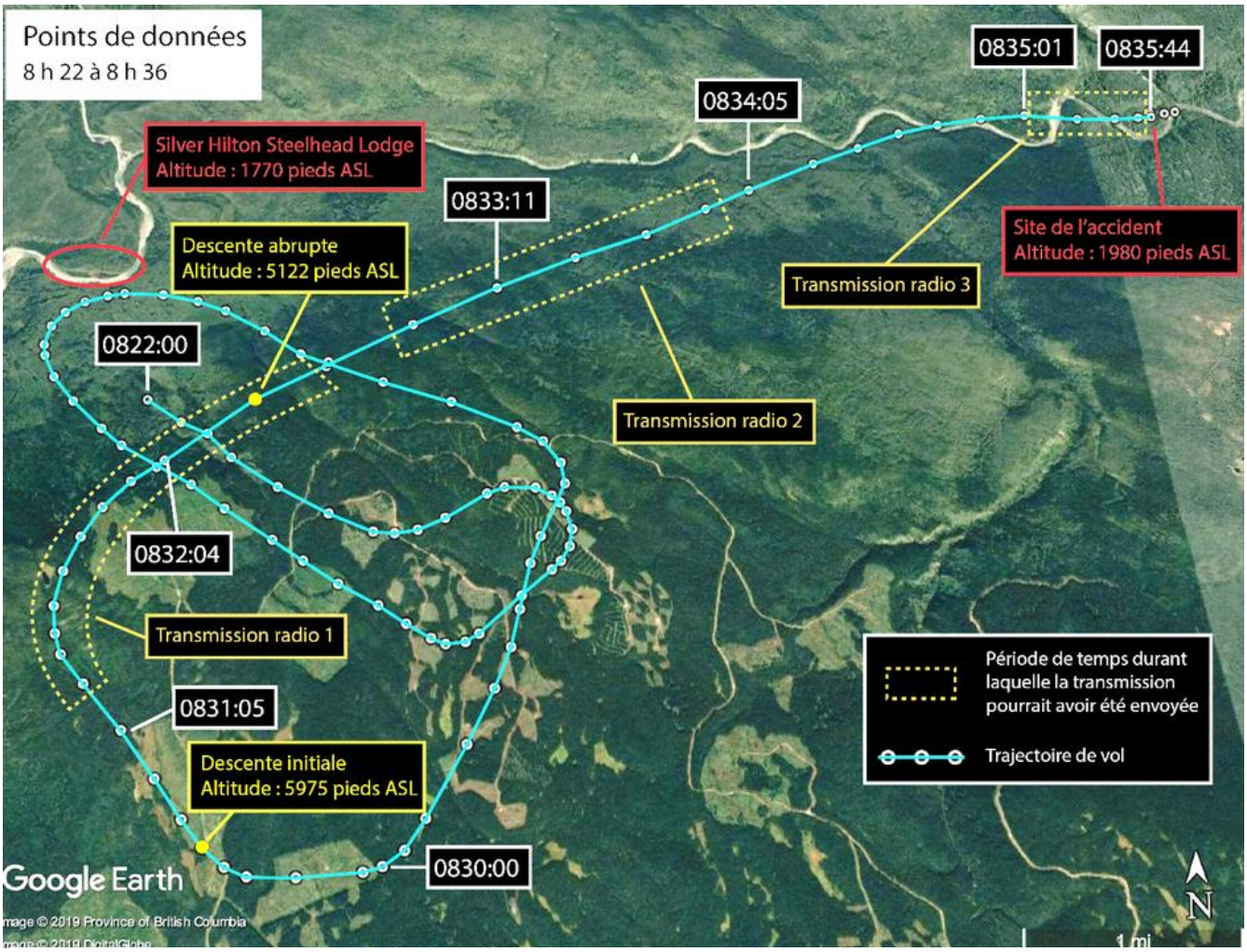


Figure 2. Trajectoire de vol de l'aéronef à l'étude (ligne pointillée) et événements associés (Source : Google Earth, avec annotations du BST)

À 8 h 35, un dernier message du pilote a été reçu; ce message donnait la position de l'aéronef (latitude et longitude), et indiquait que l'aéronef allait atterrir dans les arbres (figure 2, transmission radio 3). Moins d'une minute plus tard, l'aéronef s'est écrasé dans une zone boisée située à proximité de la rivière Babine. La radiobalise de repérage d'urgence (ELT) émettant sur une fréquence de 406 MHz s'est activée lors de l'impact, et a transmis un signal qui a été reçu par le Centre canadien de contrôle des missions (CCCM). Le CCCM a ensuite relayé l'information au Centre conjoint de coordination des opérations de sauvetage (CCCOS) de Victoria.

Peu après le dernier message radio du pilote, le NWFC a appliqué son plan d'intervention en cas d'urgence qui comprenait l'envoi de trois hélicoptères de Smithers pour aller à la recherche de l'aéronef à l'étude.

Le premier hélicoptère est arrivé à la dernière position signalée de l'aéronef à 10 h 36 et, environ 20 minutes plus tard, a localisé le lieu de l'accident à environ 0,4 NM au nord-est de la dernière position communiquée. On a découvert un survivant près de l'épave. Un deuxième hélicoptère, qui transportait une équipe de recherche et de sauvetage locale et un membre de la Gendarmerie royale du Canada, est arrivé au-dessus du site à 11 h 35 et a été en mesure de se poser à proximité; le personnel de l'hélicoptère a rejoint le survivant à 12 h 02. Un troisième hélicoptère a été envoyé à Silver Hilton Steelhead Lodge pour fournir de l'aide supplémentaire au besoin.

À 12 h 46, un hélicoptère Cormorant de recherche et de sauvetage est arrivé sur les lieux de l'accident. Le survivant, qui était grièvement blessé, a été hissé à bord à l'aide d'un treuil, puis transporté à l'hôpital.

Dommages à l'aéronef

L'aéronef a heurté plusieurs cimes d'arbre sur une distance d'environ 500 pi vers l'est avant de percuter un gros tronc d'arbre, de piquer vers le sol et de s'immobiliser, le nez vers le sol, à la base d'un monticule. L'aéronef a été détruit à la suite de la collision avec les arbres et le relief (figure 3).

Renseignements sur le personnel

Les dossiers indiquent que le pilote était certifié et qualifié pour le vol conformément à la réglementation en vigueur. Le pilote avait satisfait à son dernier examen médical le 26 avril 2019, huit jours avant l'accident.

Le pilote avait effectué une formation périodique et un examen de compétences en pilotage aux commandes de l'aéronef quatre jours avant l'accident. La formation suivie par les pilotes de la compagnie suggérait que les atterrissages forcés aux moments de l'année où le niveau et la vitesse de l'eau dans les rivières sont élevés devraient être faits dans les arbres et non dans l'eau.

Renseignements sur l'aéronef

Renseignements généraux

L'aéronef à l'étude, un Cessna 182E fabriqué en 1962, était un monoplan à aile haute et à quatre places principalement fait en aluminium. L'aéronef était muni à l'origine de réservoirs carburant de grande capacité (84 gallons américains, dont 78 utilisables).

L'enquête a permis de déterminer que l'aéronef respectait les limites de masse et de centrage pendant le vol à l'étude.

Les dossiers indiquent que le réchauffeur de carburateur de l'aéronef avait fait l'objet de nombreuses réparations et que l'alternateur avait fait l'objet de maintenance de façon récurrente.

Renseignements météorologiques

Le jour de l'accident, la prévision de zone graphique (GFA) publiée à 4 h 31 et valide à partir de 5 h pendant 12 heures dans les environs de Smithers était la suivante :

Figure 3. L'aéronef à l'étude sur les lieux de l'accident, l'aile droite au sommet d'un arbre (Source : BST)

- nuages fragmentés à 14 000 pi et sommets à 18 000 pi ASL;
- ciel partiellement nuageux à 4 000 pi et sommets à 8 000 pi ASL;
- visibilité de plus de 6 milles terrestres (SM), avec zones de visibilité localisées de ½ SM, et brouillard givrant et plafonds nuageux à 500 pi AGL.

Le pilote pouvait avoir accès à cette prévision avant son départ de CYPZ; l'enquête n'a cependant pas pu déterminer s'il l'a obtenue.

La prévision du vent en altitude à 6 000 pi ASL, valide de 2 h à 11 h pour l'aéroport de Smithers, indiquait un vent d'ouest de 21 kt.

La station météorologique la plus proche du lieu de l'accident était celle de Nilkitkwa (C.-B.); elle était située à environ 14 NM à l'est-sud-est, à 3 180 pi ASL, et elle était entretenue par BC Wildfire Services. À 8 h et à 9 h respectivement, la station météorologique de Nilkitkwa a enregistré des températures de surface de 6,5 °C et de 6,7 °C, ainsi que des points de rosée de −0,7 °C et de −1,0 °C. Les températures de surface à l'aéroport de Smithers, à environ 48 NM au sud à 1 716 pi ASL, étaient de 8,8 °C et de 10,8 °C, et les points de rosée étaient de 1,6 °C et de 0,8 °C. Les vents de surface à ces deux endroits venaient surtout du nord-nord-ouest, et soufflaient à une vitesse de moins de 10 kt.

Deux caméras récupérées sur les lieux de l'accident contenaient des photographies prises pendant le vol. Une photographie prise pendant que l'aéronef survolait le deuxième site, environ 42 minutes avant l'accident, montre la présence d'averses de pluie autour de l'aéronef. Une photographie prise environ 13 minutes avant l'accident montre que l'indicateur de température extérieure (OAT) de l'aéronef affichait 45 °F/7 °C. Les données GPS (système de positionnement mondial) indiquent que l'altitude de l'aéronef était d'environ 5 600 pi ASL à ce moment-là.

Aides à la navigation et performances de l'aéronef

Le vol était effectué selon les règles de vol à vue dans des conditions météorologiques de vol à vue de jour. L'aéronef était muni d'un GPS. Les données de ce GPS ont été récupérées et sont présentées à la figure 4.

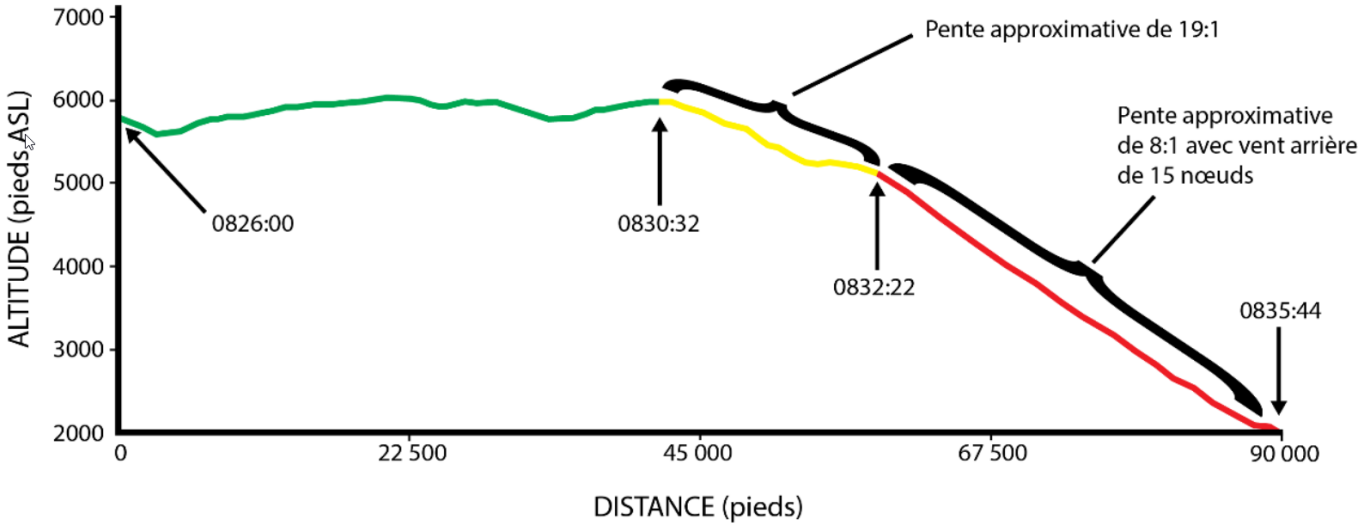


Figure 4. Profil d'altitude de l'aéronef à l'étude au cours des 10 dernières minutes du vol (Source : BST)

Le tableau de distance maximale franchissable en vol plané du manuel du propriétaire du Cessna 182J de 1966 donne un taux de vol plané moteur coupé d'environ 10 pour 1, hélice en moulinet et volets rentrés.

Renseignements sur l'épave et sur l'impact

L'épave se trouvait à environ 500 pi au nord de la rivière Babine, à environ 5,6 NM à l'est de la bande d'atterrissage de Silver Hilton Steelhead Lodge. Au moment de l'accident, la rivière Babine était en crue, et, compte tenu de son niveau élevé et de son débit rapide, presque aucun banc de gravier ni rivage n'était visible.

Les deux bouchons de réservoir de carburant d'aile étaient bien en place. Le robinet de sélection de réservoir de carburant était en position « both »; on n'a trouvé aucun contaminant dans les conduites d'alimentation en carburant ni dans le carburateur. Le réchauffeur de carburateur a été écrasé lors de l'impact, et il a été impossible de déterminer son état avant l'impact. Cependant, la commande du réchauffeur de carburateur est demeurée branchée au caisson, et on l'a trouvée en position avancée au maximum (froide). Lors de l'impact, la commande a été déformée à 90 degrés tout juste devant le tableau de bord, ce qui a emprisonné le fil de commande central en position « carb heat cold ». La mesure du vérin à vis des volets a indiqué que les volets étaient entièrement sortis lors de l'impact.

On a récupéré l'épave de l'aéronef sur les lieux de l'accident, et les enquêteurs du BST ont examiné celle-ci. On a envoyé le moteur à un centre de révision certifié pour lui faire subir un examen auquel des enquêteurs du BST assisteraient.

Il a été impossible de faire fonctionner le moteur sur un banc d'essai, principalement à cause des importants dommages par écrasement subis par le carter d'huile; on a donc démonté et inspecté le moteur. On n'a constaté aucune défectuosité mécanique préalable à l'impact pouvant justifier une perte de puissance totale ou partielle. Cependant, on a relevé plusieurs anomalies.

Renseignements supplémentaires

Givrage du carburateur

Le givrage du carburateur est un phénomène au cours duquel la vapeur d'eau en suspens dans l'air gèle et adhère aux surfaces intérieures du carburateur. Ce phénomène se produit parce que la température de l'air qui entre dans le carburateur diminue à cause de l'effet de la vaporisation du carburant et de la diminution de la pression de l'air produite par l'effet Venturi. Si la température de l'air dans le carburateur chute sous le point de congélation, du givre peut se former sur les surfaces intérieures du carburateur, y compris le papillon des gaz.

Le pilotage avec une puissance partielle augmente les risques d'accumulation de givre sur le papillon des gaz et diminue la chaleur du circuit d'échappement disponible pour le système d'antigivrage. Le fait d'utiliser un mélange plus riche augmente l'effet de refroidissement de la vaporisation du carburant. La formation de givre augmente l'effet de refroidissement Venturi à cause du rétrécissement de la gorge du carburateur, et ce rétrécissement diminue la puissance de sortie. Si une grande quantité de givre se forme dans le carburateur et que le réchauffeur de carburateur est réglé au maximum pour la faire fondre, l'eau qui circule alors dans le moteur le fait fonctionner de manière irrégulière, et il perd davantage de puissance, ce qui peut même causer l'arrêt du moteur. Si rien n'est fait pour l'éliminer, le givrage peut rapidement entraîner une défaillance complète du moteur. Pour éviter le givrage du carburateur, les constructeurs d'aéronefs fournissent un système qui sert à chauffer l'air à l'admission et, ainsi, à empêcher l'accumulation de givre.

Pour aider à déterminer si les conditions atmosphériques risquent de produire du givre dans le carburateur, des tableaux comparant la température ambiante extérieure au point de rosée ont été produits (figure 5).

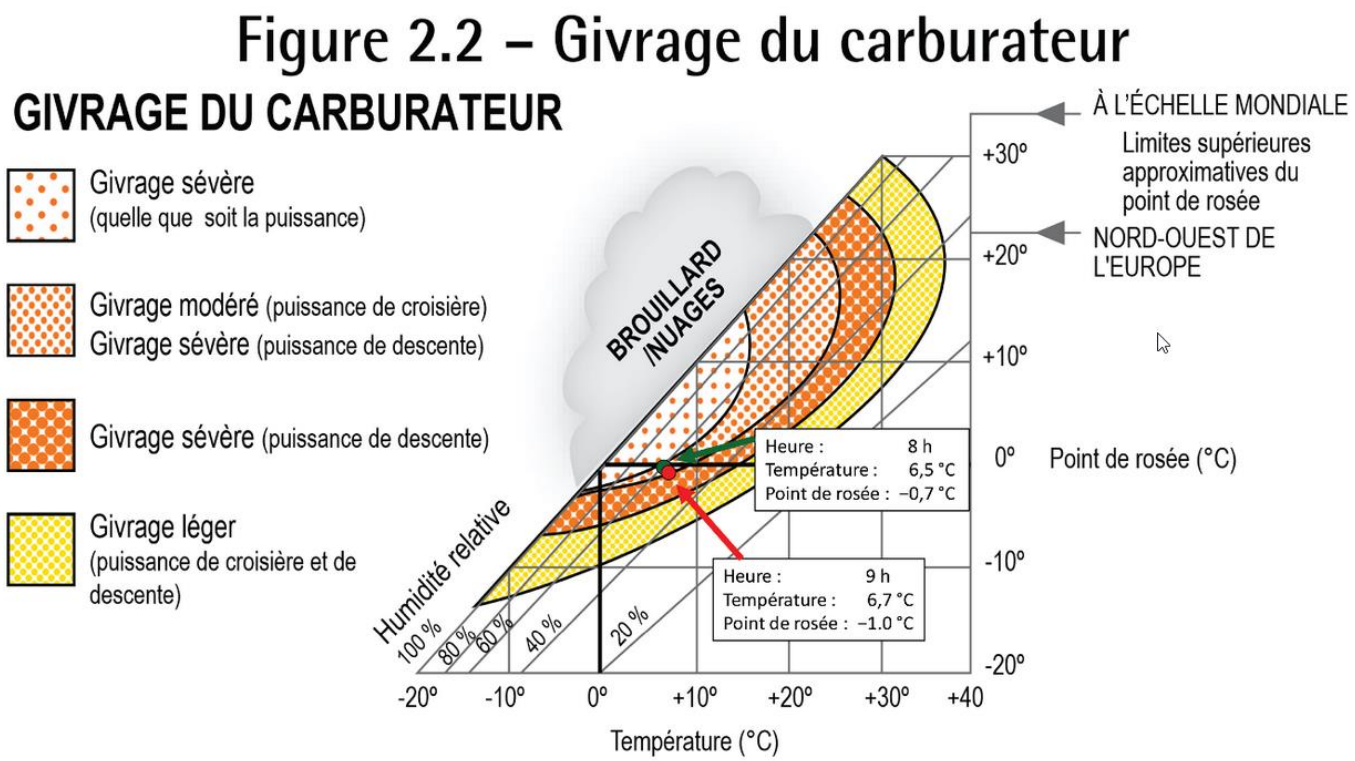


Figure 5. Potentiel de givrage dans le carburateur basé sur les conditions atmosphériques au niveau du sol à Nilkitkwa (C.-B.) (Source : Transports Canada, TP 14371, Manuel d'information aéronautique de Transports Canada [AIM de TC], *AIR – Discipline aéronautique [10 octobre 2019], section 2.3, avec annotations du BST)*

Le diagramme indique que, selon la température et le point de rosée à la station météorologique située à 14 NM du lieu de l'accident, au moment de l'événement, les conditions étaient propices à la formation d'une grande quantité de givre dans le carburateur, même à la puissance de croisière. Bien que le point de rosée à l'endroit où se trouvait l'aéronef soit inconnu, la présence d'averses de pluie à proximité indique un taux d'humidité au moins aussi élevé que celui à la station météorologique. Lorsque les données précises sur le point de rosée sont inconnues, la présence de précipitations devrait indiquer aux pilotes qu'à l'égard des conditions atmosphériques, l'humidité relative est élevée De plus, la probabilité d'accumuler du givre augmente alors que l'humidité relative s'élève et que la température de l'air tend vers 0°.

Le givre qui se forme dans un carburateur en vol est rarement encore présent après un écrasement, ce qui rend le givrage du carburateur difficile à cerner comme cause de perte de puissance. Néanmoins, les accidents et les incidents mettant en cause le givrage dans le carburateur sont fréquents en aviation.

Analyse

Introduction

Le pilote était médicalement apte et qualifié pour le vol. Les réservoirs de carburant de l'aéronef contenaient suffisamment de carburant pour le vol prévu. Aucun problème de performance n'avait été signalé durant presque

trois heures de vol. Aucune défectuosité mécanique préalable à l'impact justifiant une perte de puissance partielle ou totale n'a été décelée. Par conséquent, la présente analyse porte sur les effets du givre dans le carburateur.

Givre dans le carburateur

Le démontage du moteur n'a révélé aucune cause mécanique à la perte de puissance du moteur.

Deux accidents survenus récemment aux États-Unis ont été attribués à la présence de givre dans le carburateur et mettaient en cause un aéronef semblable, ayant subi la même modification moteur, ce qui indique que du givre peut s'accumuler dans le carburateur de ces aéronefs.

La température et l'humidité dans la région où le vol a eu lieu étaient propices à la formation d'une grande quantité de givre dans le carburateur, à n'importe quelle puissance moteur. De plus, la mission rendait nécessaire le vol de l'aéronef à de basses vitesses-sol, ce qui nécessitait une puissance réduite et favorisait encore davantage la formation de givre dans le carburateur. La combinaison du pilotage avec une puissance partielle et des conditions atmosphériques propices à la formation de givre dans le carburateur a probablement causé la formation de givre dans le carburateur.

Les données GPS montrent que, lorsque les performances de l'aéronef ont commencé à se dégrader, l'aéronef a amorcé une descente peu prononcée (taux de vol plané d'environ 19 pour 1) qui a duré presque deux minutes; une telle descente correspond à une puissance moteur réduite. Il s'en est suivi une descente plus prononcée (taux de vol plané d'environ 8 pour 1) qui a duré plus de trois minutes; une telle descente concorde avec une perte de puissance totale du moteur. Le givre qui s'est probablement formé dans le carburateur aurait initialement réduit la capacité du moteur à produire suffisamment de puissance pour permettre à l'aéronef de maintenir son altitude, et a fini par causer une perte de puissance totale.

La commande du réchauffeur de carburateur a été trouvée en position avancée au maximum (froide). Le pilote possédait trois aéronefs à carburateur et savait sûrement comment utiliser un réchauffeur de carburateur; il est donc improbable qu'il ne l'ait pas utilisé. D'autres scénarios ont été considérés dans le cadre de l'enquête. Le réchauffeur de carburateur pourrait avoir été utilisé à un moment donné avant l'écrasement, mais il a probablement été remis en position froide avant l'impact. Il est aussi possible, bien que moins probable, que la commande du réchauffeur de carburateur ait été remise en position froide lorsque le réchauffeur de carburateur a été écrasé lors de l'impact. Il a été impossible de déterminer pourquoi le givre accumulé dans le carburateur n'a pas été éliminé totalement ou partiellement par le réchauffeur de carburateur.

Atterrissage forcé

Après les problèmes de moteur initiaux, le pilote a indiqué qu'il avait l'intention de se poser sur la bande d'atterrissage de Silver Hilton Steelhead Lodge; cependant, il s'en est éloigné et a fait savoir qu'il se poserait à l'ouest de celle-ci, alors qu'il s'est plutôt écrasé à l'est de la bande d'atterrissage. Cette dernière n'était pas dans la base de données GPS de l'aéronef et, en conséquence, il est probable que le pilote ait été incapable de la localiser suffisamment rapidement pour effectuer un atterrissage sécuritaire avant que le moteur ne s'arrête.

La rivière Babine était en crue et aucun banc de gravier ni rivage n'était visible. Dans de telles circonstances, la formation suivie par les pilotes de Lakes District Air Service Ltd. suggérait de faire un éventuel atterrissage forcé dans les arbres et non dans l'eau. Ces facteurs pourraient avoir contribué au fait que le pilote ait décidé d'effectuer un atterrissage forcé dans les arbres plutôt que dans la rivière.

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.

1. La combinaison du pilotage avec une puissance partielle et des conditions atmosphériques propices à la formation de givre dans le carburateur a probablement causé la formation de givre dans le carburateur.
2. Le givre qui s'est probablement formé dans le carburateur aurait initialement réduit la capacité du moteur à produire suffisamment de puissance pour permettre à l'aéronef de maintenir son altitude, et a fini par causer une perte de puissance totale.
3. Après les problèmes de moteur initiaux, le pilote a indiqué qu'il avait l'intention de se poser sur la bande d'atterrissage de Silver Hilton Steelhead Lodge. Cependant, la bande d'atterrissage n'était pas dans la base de données du système de positionnement mondial de l'aéronef et, par conséquent, il est probable que le pilote ait été incapable de la localiser suffisamment rapidement pour effectuer un atterrissage sécuritaire avant que le moteur ne s'arrête.

Faits établis quant aux risques

1. Si les aéronefs à carburateur ne sont pas munis d'un système d'indication de la température de l'air dans le carburateur, le risque est accru que les pilotes ne soient pas conscients qu'ils se trouvent dans des conditions pouvant entraîner une accumulation de givre dans le carburateur, et qu'ils ne soient donc pas susceptibles de prendre les mesures correctrices appropriées à temps.

Rapport final du BST A19W0105 — Impact sans perte de contrôle

Résumé

Le 6 août 2019, à 11 h 01 (heure avancée du Pacifique), l'aéronef Cessna 208B Grand Caravan a décollé de la bande d'atterrissage de Rau (Yn), pour suivre un itinéraire commercial selon les règles de vol à vue à destination de l'aéroport de Mayo (Yn). L'aéronef comptait à son bord un pilote, un passager et de la cargaison. À 11 h 13, les conditions météorologiques ont forcé l'aéronef à passer en vol aux instruments. Peu après, il a frappé un terrain ascendant dans un canyon fermé. L'écrasement est survenu à environ 25 NM à l'est-nord-est de l'aéroport de Mayo, à une altitude de 5 500 pi ASL. Le Centre canadien de contrôle des missions n'a pas reçu de signal émis par la radiobalise de repérage d'urgence de l'aéronef sur la fréquence 406 MHz. Des témoins oculaires dans un camp d'exploration voisin sont arrivés sur le site environ une heure plus tard. La Gendarmerie royale du Canada et les services médicaux d'urgence sont arrivés sur les lieux environ 90 minutes après l'accident. Le pilote et le passager ont subi des blessures mortelles. L'aéronef a été détruit et un bref incendie s'est déclaré après l'impact.

Renseignements de base

Le 6 août 2019, l'aéronef Cessna 208B Grand Caravan devait quitter l'aéroport de Mayo (CYMA) (Yn), à 8 h 30 pour effectuer quatre vols selon les règles de vol à vue (VFR) (figure 1) :

- Le 1er vol partait de CYMA en direction de la bande d'atterrissage de Rackla (Yn).
- Le 2e vol partait de la bande d'atterrissage de Rackla en direction de CYMA.

- Le 3e vol partait de CYMA en direction de la bande d'atterrissage de Rau (Yn).
- Le 4e vol partait de la bande d'atterrissage de Rau en direction de CYMA.

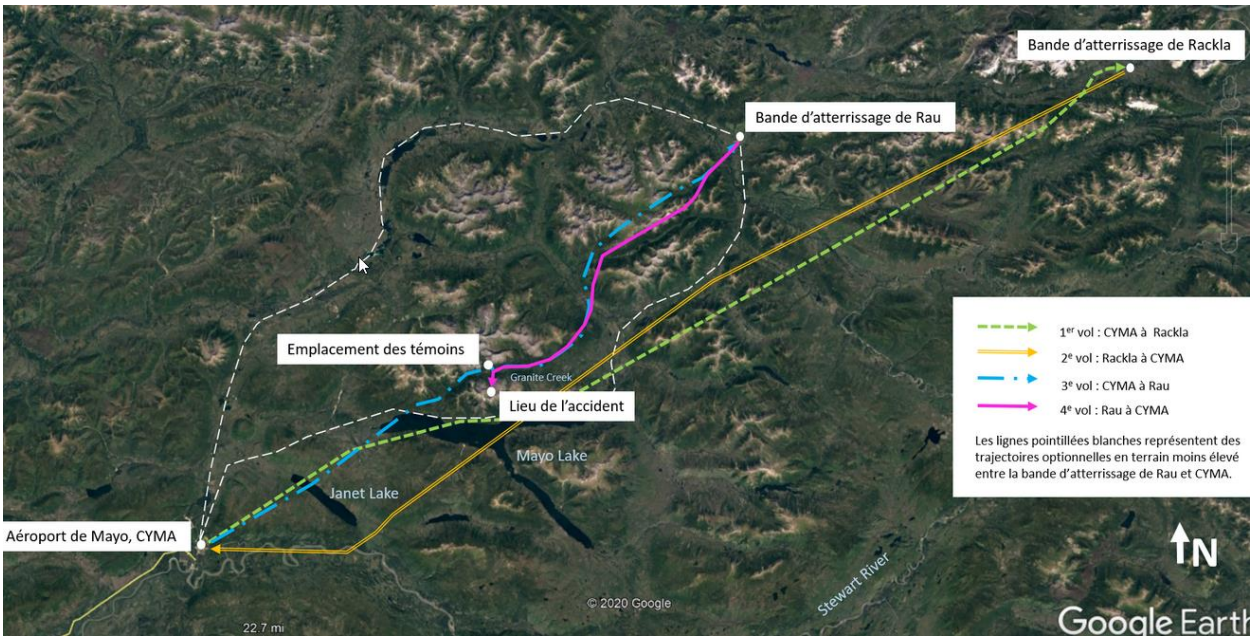


Figure 1. Données sur la trajectoire du vol

Les trois premiers vols ne comptaient que le pilote à bord. Un passager est monté à bord de l'aéronef à la bande d'atterrissage de Rau pour le 4e et dernier vol à destination de CYMA.

Le pilote a effectué les deux premiers vols sans problème. Les altitudes de vol les plus élevées enregistrées lors de ces vols par le système de positionnement mondial (GPS) embarqué étaient respectivement de 7 500 et 8 500 pi ASL. Le terrain le plus élevé sur l'itinéraire direct entre la bande d'atterrissage de Rau et CYMA est d'une altitude d'environ 6 500 pi ASL.

L'avion a décollé de CYMA à 9 h 54 pour effectuer le 3e vol. Une partie de la trajectoire enregistrée suivait le ruisseau Granite à une altitude de 4 200 pi ASL, ce qui plaçait l'aéronef de 100 à 200 pi AGL au point le plus élevé le long du ruisseau Granite. L'enquête n'a pas permis de confirmer si le pilote avait obtenu des renseignements météorologiques avant de quitter CYMA en direction de la bande d'atterrissage de Rau.

Vers 10 h 05, l'aéronef a été aperçu volant en direction est le long du ruisseau Granite à basse altitude et dans des conditions de visibilité réduite en raison de la pluie et des nuages. Le GPS embarqué a mesuré une altitude d'environ 200 pi AGL près des observateurs.

L'aéronef est arrivé à 10 h 17 à la bande d'atterrissage de Rau, où il a déchargé sa cargaison et en a chargé une nouvelle. Un passager est monté à bord de l'aéronef pour le dernier vol et s'est assis sur le siège droit dans le poste de pilotage. L'aéronef a décollé de la bande d'atterrissage de Rau à 11 h 01.

L'itinéraire du 4e vol entre la bande d'atterrissage de Rau et CYMA était l'inverse du vol précédent. L'aéronef est entré dans le secteur du ruisseau Granite à 4 300 pi ASL et volait à une vitesse au sol de 156 kt (figure 2).

Des témoins oculaires dans un camp d'exploration environ à mi-chemin le long du ruisseau Granite ont entendu l'appareil, puis l'ont vu voler au ras de la cime des arbres. La base des nuages situés à l'ouest du camp d'exploration se trouvait à la cime des arbres.

Lorsque l'aéronef est passé près du camp d'exploration, il a quitté la route prévue et viré au sud, entrant ainsi dans un canyon fermé. Il s'est dirigé vers un terrain ascendant qui menait au versant nord du mont Albert.

Figure 2 : Coupe du vol à l'étude montrant l'altitude GPS (ligne rouge) par rapport à l'altitude du terrain selon les données de Google Earth

L'aéronef a commencé à prendre de l'altitude et peu de temps après, à 11 h 12, on l'a vu disparaître dans les nuages et dans le brouillard, à environ 1 NM du lieu de l'accident. L'aéronef a percuté le relief environ 30 secondes plus tard, les ailes presqu'à l'horizontale et volets relevés. Les deux occupants ont été mortellement blessés au moment de l'impact. L'aéronef a été détruit.

Dommages à l'aéronef

Les deux ailes se sont partiellement détachées du fuselage et la gouverne de profondeur gauche s'est séparée du stabilisateur horizontal. Le moteur s'est séparé de la cloison pare-feu et les quatre pales de l'hélice ont été coupées du moyeu de l'hélice. On a décelé les signes d'un incendie mineur après l'impact sur la partie extérieure de l'aile gauche.

Renseignements sur le personnel

Le pilote détenait une licence de pilote professionnel et un certificat médical de catégorie 1 valide, ainsi qu'une annotation valide pour le vol aux instruments. À la fin du mois de mars 2019, le pilote a entamé la formation de commandant de bord pour le Cessna Caravan. Il a réussi la formation et a obtenu la qualification de commandant de bord de l'aéronef le 11 mai 2019.

Les dossiers indiquent que le pilote avait le brevet et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. L'examen des horaires de travail et de repos du pilote a permis d'écarter la fatigue comme facteur contributif à cet accident.

Renseignements sur l'aéronef

Le Cessna 208B Grand Caravan est un avion non pressurisé, à train d'atterrissage fixe et turbopropulseur simple, certifié pour transporter du fret ou jusqu'à neuf passagers. Au moment de l'événement, il était configuré pour le fret. L'aéronef est approuvé pour être utilisé par un pilote seul ou par deux pilotes, et il est certifié pour le vol dans des conditions de givrage prévu.

Le BST a calculé que le poids et le centre de gravité se situaient dans les limites prescrites pour toutes les parties du vol à l'étude, du décollage à l'impact. L'enquête a permis d'estimer que le poids au moment de l'accident était d'environ 6 800 lb. Aucun calcul de masse et centrage créé par le pilote pour le vol n'était disponible.

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

Renseignements météorologiques

Renseignements météorologiques reçus par le pilote

Avant de quitter CYMA, le pilote n'a pas communiqué avec NAV CANADA pour obtenir un exposé météorologique d'un spécialiste. L'enquête n'a pas permis de déterminer quels renseignements météorologiques le pilote avait obtenus.

Évaluation météorologique d'Environnement et Changement climatique Canada

Le BST a demandé une analyse météorologique pour le lieu et le moment de l'accident. L'analyse portant sur les informations disponibles a conclu que, le matin du 6 août 2019, un creux barométrique en surface combiné à un système dépressionnaire couvrait le Centre-Nord du Yukon. Le creux de surface s'accompagnait d'importants cumulus et stratocumulus dans le secteur de l'accident, ainsi que de nuages convectifs noyés (cumulus bourgeonnants) et d'averses légères. Le Yukon était dominé par les vents d'ouest en raison du gradient de pression.

Vers l'heure à laquelle l'aéronef a quitté la bande d'atterrissage de Rau, soit 11 h 0 1, le ciel était couvert, avec des éclaircies occasionnelles et un léger vent d'ouest soufflant à environ 10 kt. Les plafonds étaient probablement situés entre 4 000 et 5 000 pi AGL, avec des nuages bas dispersés vers 2 500 pi AGL. Quand l'avion a pénétré dans le canyon fermé, le sommet de la montagne était probablement caché par les nuages, puisque le sommet du mont Albert se situe à 6 200 pi ASL. Des cumulus bourgeonnants noyés (TCU) dans la région pourraient avoir abaissé les plafonds à des conditions dominantes de VFR marginale et peut-être d'IFR, comme cela a été observé à l'aéroport de Dawson City, au Yukon. Même si aucun message d'observation météorologique régulière d'aérodrome ne faisait état de visibilité

Figure 3. Affichage de simulateur de GTN 750 montrant la représentation du relief en fonction des données GPS au moment d'entrer dans le ruisseau Granite à 4 000 pieds ASL. La ligne magenta est l'itinéraire direct entre la bande d'atterrissage de Rau et CYMA (Source : Garmin, avec annotations du BST).

VFR marginale ou de visibilité IFR dans la région, ces visibilités auraient pu être possibles directement sous une averse ou dans le nuage.

Les vents d'ouest pourraient avoir été plus forts que ce qui a été observé en raison d'un effet de vent de couloir potentiel au moment de leur traversée du canyon. Cela pourrait avoir déclenché une turbulence mécanique allant de légère à modérée dans la région. De plus, les cellules de TCU produisent généralement des courants ascendants ou descendants convectifs modérés, ce qui pourrait avoir fait augmenter la variabilité des vents qui soufflaient pendant le vol et compliqué davantage le profil éolien dans l'atmosphère.

Aides à la navigation

Écran multifonction Garmin GTN 750

L'écran multifonction Garmin GTN 750 a été approuvé par Transports Canada pour les vols en IFR et en VFR, et il comprend un GPS compatible avec le système WAAS (système de renforcement à couverture étendue) pour les approches. Une partie intégrante du système est un affichage de cartes mobiles, qui représente la position de l'aéronef par rapport au terrain. Cet exemplaire du GTN 750 comprenait également le système optionnel TAWS-B.

Le TAWS-B du GTN 750 est conçu pour accroître la connaissance situationnelle et aider à réduire le nombre d'impacts sans perte de contrôle (CFIT). Le système, également nommé système d'évitement d'obstacle à balayage frontal, utilise les données de position horizontale et d'altitude du GPS et les compare à la base de données sur le relief. Cela permet au système d'émettre des alertes visuelles et sonores pour un relief qui se trouve loin devant la position actuelle de l'aéronef.

Le système présente au pilote les alertes visuelles et sonores relatives au relief de plusieurs façons. L'écran comporte des indicateurs d'emplacement des menaces qui colorent le relief en jaune lorsqu'il se trouve entre 1 000 et 100 pi sous l'aéronef (figure 3). Ce changement de couleur est accompagné d'une annonce visuelle « TERRAIN » dans le coin inférieur gauche de l'affichage et d'un message sonore « terrain ahead; terrain ahead » (terrain droit devant). Le relief est représenté en rouge lorsqu'il est plus élevé que l'aéronef ou se trouve à moins de 100 pi sous l'altitude GPS de l'aéronef. Cela s'accompagne d'une annonce visuelle « PULL-UP » (remonter) et d'un message sonore « terrain ahead, pull up; terrain ahead, pull up » (terrain droit devant, remontez) (figure 4).

Figure 4. Affichage de simulateur de GTN 750 montrant l'avertissement de terrain en fonction des données GPS environ 90 secondes avant l'impact à 4 000 pieds ASL (Source : Garmin, avec annotations du BST).

L'appareil GTN 750 a été récupéré de l'épave. Il était configuré pour que les alertes sonores soient actives, et le volume des alertes sonores du système était réglé à 25 %. Ces alertes sonores étaient transmises au casque d'écoute du pilote par le système d'intercom.

Figure 5. Épave de l'aéronef, vue vers le sud (Source : BST)

De plus, l'unité de commande de l'indicateur TAWS comporte un interrupteur « terrain inhibit » (désactiver terrain) sur le tableau de bord du pilote, qui lui permet de mettre en sourdine les avertissements sonores du TAWS, au besoin. Lors de vols VFR en terrain montagneux, il n'était pas inhabituel que les membres d'équipage désactivent ces alertes, parce qu'elles sonnent souvent et peuvent être distrayantes. Étant donné la nature de l'impact, l'enquête n'a pas pu déterminer la position de cet interrupteur avant l'accident.

Renseignements sur l'épave et sur l'impact

L'épave était située sur une pente rocheuse, à un relèvement de 340° vrai (V), à 25 NM de CYMA. L'aéronef a percuté une pente rocheuse de 30° à 40° à vitesse modérée dans une position légèrement cabrée, les ailes à l'horizontale. À l'impact, les ailes se sont détachées et l'aéronef a été détruit. Le sillon de l'épave mesurait environ 300 pi de long, orienté sur un cap de 180° magnétiques (M) (figure5).

Tous les éléments majeurs de la structure de l'aéronef ont été retrouvés lors de l'examen sur place de l'épave. La continuité des commandes de vol principales a été établie dans la mesure du possible. Les volets étaient relevés.

Questions relatives à la survie des occupants

L'accident n'offrait aucune chance de survie en raison des forces d'impact.

Renseignements sur les organismes et sur la gestion

La compagnie effectue des services quotidiens d'affrètement et d'ambulance aérienne (MEDEVAC). La base de Whitehorse et la base de Mayo, qui est saisonnière, se concentrent généralement sur les vols affrétés d'avions conventionnels et d'hydravions et sur les services de MEDEVAC dans le nord et l'ouest du Canada et en Alaska.

Contrôle de l'exploitation

L'exploitation des vols à partir de la base de Mayo utilise un système de contrôle opérationnel de type C, qui délègue le contrôle opérationnel au commandant de bord d'un vol. Le gestionnaire des opérations conserve la responsabilité de la conduite quotidienne de l'exploitation aérienne.

Avant chaque vol VFR de jour, le commandant de bord est responsable de déposer un plan de vol ou un itinéraire de vol auprès de NAV CANADA, ou de laisser un itinéraire de vol auprès d'une personne responsable. Dans l'événement à l'étude, seul un itinéraire de vol a été créé et déposé auprès de la compagnie pour les vols de la journée.

Pour les vols IFR ou VFR de nuit, une personne qualifiée et bien informée doit être en service ou disponible; cette personne est appelée le préposé au suivi des vols. Les vols VFR de jour qui commencent et se terminent le même jour civil et au même aérodrome, comme le vol à l'étude, sont suivis sur le système automatisé de suivi des vols de la compagnie.

Le système automatisé de suivi des vols consiste en une technologie de suivi par satellite au sol et à bord de l'aéronef. Il enregistre et transmet la position de l'aéronef toutes les dix minutes et envoie également un courriel à la direction de la compagnie chaque fois que l'aéronef décolle ou atterrit, ou quand l'interrupteur d'urgence de l'appareil est activé.

Au moment de l'accident, le système automatique de suivi des vols a affiché que l'aéronef était en vol. Par conséquent, la compagnie n'était pas au courant de l'accident avant d'en être avisée par NAV CANADA.

Gestion des ressources de l'équipage et prise de décision du pilote

La gestion des ressources de l'équipage (CRM) vise à réduire l'erreur humaine en aviation. La CRM est largement reconnue comme étant l'utilisation efficace de tous les moyens humains, matériels et d'information mis à la disposition de l'équipage de conduite pour assurer des opérations aériennes sûres et efficaces.

Dans le cas de vols à un seul pilote, les concepts demeurent en grande partie les mêmes. La compagnie a dispensé de la formation sur les concepts généraux de la CRM et de la prise de décision des pilotes pour les vols à un seul pilote. Le pilote dans l'événement à l'étude a achevé ce cours autonome en décembre 2017.

Au moment de l'accident, il n'y avait pas d'exigences en matière de formation à la CRM pour les activités en vertu de la sous-partie 703 du RAC. Depuis le 30 septembre 2019, Transports Canada exige qu'un exploitant offre une formation en CRM aux membres d'équipage

Formation sur les impacts sans perte de contrôle

Les normes de Transports Canada exigent des compagnies qui exploitent des vols en vertu de la sous-partie 703 du RAC et qui effectuent des vols IFR ou VFR de nuit qu'elles fournissent une formation sur la façon d'éviter les CFIT. Cette formation englobe les aspects suivants :

- les facteurs pouvant mener à des accidents et à des incidents CFIT;
- le cas échéant, les caractéristiques de fonctionnement, propriétés et limites des dispositifs avertisseurs de proximité du sol;
- les stratégies destinées à prévenir les CFIT;
- les méthodes permettant d'améliorer la conscience situationnelle;
- les manœuvres de rétablissement et profils pertinents au type d'avion.

Le programme de formation de la compagnie répondait à cette exigence.

Prise de décision du pilote

La prise de décision du pilote (PDP) est un processus cognitif qui permet de choisir un plan d'action parmi diverses options, ce qui exige de déterminer et d'évaluer lesdites options. La PDP consiste généralement à recueillir des renseignements, à traiter des renseignements, à prendre une décision, à mettre en œuvre cette décision et à évaluer le résultat de cette décision par rapport à ce qui était attendu.

Après avoir fait face à des plafonds bas et des visibilités faibles pendant le vol à destination de la bande d'atterrissage de Rau, plusieurs options se présentaient au pilote avant son départ vers CYMA :

- obtenir plus d'informations météorologiques auprès de NAV CANADA ou des rapports météo de pilote (PIREP) auprès d'autres pilotes de la compagnie ou auprès du répartiteur de la compagnie;
- discuter avec d'autres pilotes de la compagnie des options à envisager;
- retarder le départ;
- prévoir un autre itinéraire vers CYMA;
- envisager d'entrer dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) et de terminer le vol en IFR en tant que mesure d'urgence découlant de la baisse des plafonds et de la réduction des visibilités, et se préparer à le faire.

Plusieurs facteurs ou préjugés peuvent, invariablement ou inconsciemment, avoir des répercussions sur la PDP. En vol, la PDP a lieu dans un contexte dynamique et peut se faire dans des situations où le temps est limité.

Les pilotes travaillent dans un environnement complexe où ils doivent surveiller plusieurs sources et plusieurs types de renseignements. L'organisation et la simplification de l'information allègent le fardeau qui pèse sur leur capacité de traitement de l'information. Même si une telle gestion de l'information peut améliorer le rendement dans certaines conditions, elle peut parfois engendrer de forts préjugés en matière de rendement qui mènent à des décisions non sécuritaires, de même qu'à une probabilité réduite de reconnaître de telles décisions.

Un exemple de préjugé dans la prise de décisions est l'*heuristique de disponibilité*[1]. Ce concept se concentre sur le moment de l'expérience, [traduction] « en ce sens que de manière générale, on se rappelle plus facilement de conditions ou d'événements plus récents dans le monde ». Cela signifie qu'un pilote peut prendre une décision fondée sur une expérience plus récente. Par exemple, il pourrait fonder la décision de quitter la bande d'atterrissage de Rau sur la réussite de l'étape précédente du vol, de CYMA à la bande d'atterrissage de Rau.

Même si une personne avance une hypothèse initiale lors de la prise de décision, il est toujours possible de revérifier les informations disponibles pour s'assurer que tous les faits ont été pris en compte. En règle générale, plus la personne est incertaine, plus il est probable qu'elle cherche à obtenir plus de renseignements.

[1] *A. Tversky et D. Kahneman, « Judgment Under Uncertainty: Heuristics and biases »,* Science, *vol. 185, édition 4157 (27 septembre 1974), p. 1124 à 1131, cité dans C. D. Wickens et J.G. Hollands,* Engineering Psychology and Human Performance, *3e édition (Prentice Hall, 1999), chapitre 8 : Decision Making, p. 308–309.*

Cependant, [traduction] « si l'on est trop confiant dans la justesse de son hypothèse, il est peu probable que l'on cherche à obtenir des renseignements supplémentaires »[1]. On appelle ce concept *biais d'excès de confiance*.

Une fois qu'une décision a été prise, une personne peut alors faire pencher toutes les suppositions ultérieures en faveur de la décision initiale (*heuristique d'ancrage*) ou rechercher activement des renseignements et des indices qui confirment la décision, tout en écartant ceux qui soutiennent une conclusion opposée (*biais de confirmation*)[2]. Par conséquent, [traduction] « la fausse hypothèse peut être extrêmement résistante à toute correction », en particulier lorsque *les attentes sont élevées* et que *l'attention est détournée* vers d'autres éléments du vol, par exemple, vers d'autres menaces liées aux conditions de vol[3]. L'heuristique d'ancrage se rapporte à l'effet de récence observé dans la mémoire de travail. En présence d'informations complexes, l'effet de récence aura prédominance[4].

Une fois qu'un pilote a formulé une hypothèse sur une certaine situation, elle constitue la base de son modèle mental de cette situation alors qu'il entreprend le vol. Après avoir pris la décision d'effectuer le vol, le pilote peut s'exposer à la tendance à s'en tenir au plan, qui est une forme de biais de confirmation, soit une [traduction] « tendance profondément enracinée des gens à poursuivre leur plan d'action initial même quand les circonstances changeantes requièrent l'adoption d'un nouveau plan »[5]. La résistance à la modification du plan peut être influencée par des facteurs comme la perception de la perte ou du gain résultant de la modification du plan. Des recherches[6] montrent que dans des environnements de vol, la proximité des objectifs d'un pilote, par exemple l'aéroport de destination, peut le pousser à cadrer sa décision en fonction de la perte ou du gain de possibles résultats. À mesure que l'objectif se rapproche, il peut y avoir un glissement naturel vers le cadre de « perte », c'est-à-dire que la modification du plan devient plus négative, ce qui accroît la motivation à poursuivre le plan initial.

Lorsqu'on se concentre sur une tâche, on recherche généralement les renseignements les plus significatifs dont on a alors besoin, en portant son attention sur les indices jugés essentiels, souvent en ignorant d'autres indices disponibles. Il s'agit d'un phénomène connu sous le nom de biais perceptuel[7]. Avec l'augmentation de la charge de travail, il peut également se produire un rétrécissement de l'attention visuelle et auditive – ou effet de tunnel[8] – qui exacerbe tout biais perceptuel.

Vol à basse altitude ou par conditions de faible visibilité

Transports Canada a déterminé que le temps est l'élément le plus important pour éviter une collision avec le terrain lorsqu'on vole à basse altitude. Avec plus de temps, le pilote peut :

- déterminer que l'obstacle présente un danger;
- choisir la mesure à prendre;
- actionner les commandes;
- laisser l'aéronef réagir aux commandes.

---

[1] *C. D. Wickens et J.G. Hollands*, Engineering Psychology and Human Performance, *3e édition (Prentice Hall, 1999), chapitre 8 :* Decision Making, *p. 310.*
[2] *Ibid., p. 312.*
[3] *R.D. Campbell et M. Bagshaw*, Human Performance and Limitations in Aviation, *3e édition (Wiley, 2002), chapitre 6 : Human Error and Reliability, p. 118.*
[4] *C. D. Wickens et J.G. Hollands*, Engineering Psychology and Human Performance, *3e édition (Prentice Hall, 1999), chapitre 8 : Decision Making, p. 311.*
[5] *C. D. Wickens et J.G. Hollands, Engineering Psychology and Human Performance, 3e édition (Prentice Hall, 1999), chapitre 8 : Decision Making, p. 311.*
[6] *D. O'Hare et T. Smitheram, « Pressing on : into deteriorating weather conditions: An application of behavioral decision theory to pilot decision making », dans* International Journal of Aviation Psychology, *vol. 5 (édition 4) (1995), p. 351 à 370.*
[7] *F. H. Allport,* Theories of Perception and the Concept of Structure *(Wiley, 1955).*
[8] *C. D. Wickens et J.G. Hollands*, Engineering Psychology and Human Performance, *3e édition. (Prentice Hall, 1999), chapitre 12 : Stress and Human Error, p. 483–484.*

Les deux éléments qui dictent le temps dont disposent les pilotes qui volent à basse altitude sont la vitesse au sol et la visibilité en vol.

Dans l'événement à l'étude, on a estimé que la visibilité en vol était d'environ 1 SM et que l'aéronef se déplaçait avec une vitesse au sol d'environ 156 kt, soit 264 pi par seconde. Cela laissait au pilote environ 20 secondes pour comprendre la position de l'aéronef par rapport aux obstacles et la position globale de l'aéronef sur la trajectoire de vol, aux fins de navigation.

À une vitesse au sol constante de 150 kt, un aéronef aurait besoin d'un diamètre de 4 004 pi pour effectuer un virage de 180° à un angle d'inclinaison de 45°, et il faudrait 25 secondes pour exécuter la manœuvre.

À une vitesse constante au sol de 90 kt, un aéronef aurait besoin d'un diamètre de 1 441 pi à une inclinaison de 45° et il faudrait 15 secondes pour exécuter le demi-tour (figure 6).

Compte tenu du poids estimé de 6 800 lb et des conditions atmosphériques au moment de l'accident, et en supposant qu'il n'y ait pas de vent, l'aéronef produirait une pente de montée lui permettant de franchir la crête du canyon fermé si une montée à vitesse de croisière (115 KIAS, volets relevés) était amorcée environ 2 NM avant le lieu de l'accident. À la vitesse du meilleur angle de montée (74 KIAS, volets rétractés), la pente de montée permettrait de franchir la crête si la montée était amorcée 1,2 NM avant la crête.

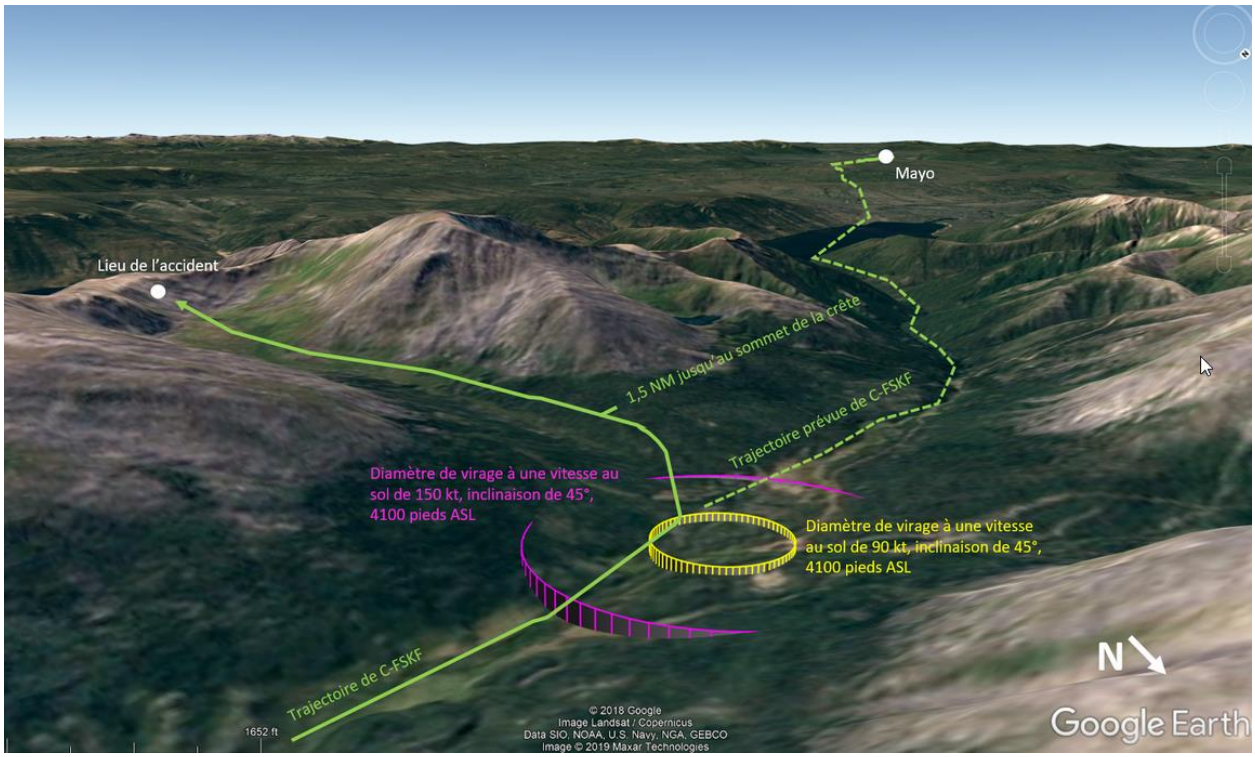


Figure 6. Comparaison des diamètres de virage à diverses vitesses au sol au-dessus du ruisseau Granite (Source : Google Earth, avec annotations du BST)

Analyse

Introduction

L'enquête n'a révélé aucun problème technique de l'aéronef qui aurait pu contribuer à l'accident.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques observées à la fin de la matinée du 6 août 2019 correspondaient aux prévisions pour la région.

Le pilote n'était pas autorisé à voler si la visibilité était inférieure à 5 SM et si la hauteur des nuages était inférieure à 2 000 pi AGL. Les conditions météorologiques à chaque heure et les prévisions météorologiques à Mayo n'ont jamais été inférieures aux restrictions météorologiques imposées au pilote; toutefois, les conditions rencontrées le long de l'itinéraire entre CYMA à la bande d'atterrissage de Rau étaient inférieures à ces restrictions.

Évaluation des risques avant le décollage

Quelques semaines avant l'accident, la compagnie a lancé un programme qui exigeait que les pilotes effectuent une évaluation des risques avant chaque décollage de CYMA vers les différentes bandes d'atterrissage éloignées qu'ils servent.

L'enquête a permis de trouver plusieurs feuilles de travail d'évaluation des risques préremplies pour la bande d'atterrissage de Rau. Puisque ces documents avaient déjà été remplis, les pilotes n'ont peut-être pas toujours examiné les feuilles de travail comme prévu.

Bien que cet outil d'évaluation des risques puisse devenir une défense efficace en matière de sécurité, son utilisation n'était pas arrivée à maturité au moment de l'événement parce qu'il n'avait été introduit que plusieurs semaines auparavant. L'utilisation d'une feuille de travail préremplie réduirait probablement l'efficacité d'une évaluation. Si les défenses administratives en matière de sécurité ne sont pas utilisées comme prévu, cela augmente le risque que les dangers associés au vol ne soient ni reconnus, ni atténués.

Prise de décision du pilote

Il s'agissait de la première affectation du pilote à titre de commandant dans un environnement opérationnel difficile : le vol à vue (VFR) à pilote unique en terrain montagneux, vers des bandes d'atterrissage éloignées et non préparées. Le rendement supérieur à la moyenne du pilote pendant la formation et la confiance que la compagnie accordait au pilote pour effectuer ce type de vol laissent penser qu'il avait un niveau élevé de confiance et d'optimisme.

La compagnie reconnaissait les dangers associés à ces types d'activités et a fourni une formation qui allait au-delà des exigences réglementaires pour s'assurer que le pilote disposait des compétences pour s'acquitter de la tâche. De plus, des restrictions météorologiques ont été imposées au pilote pour s'assurer qu'il ne se trouvait pas dans une situation où la météo poserait problème.

La décision de quitter la bande d'atterrissage de Rau en direction de CYMA a été influencée par plusieurs facteurs. Comme il avait récemment terminé le vol de CYMA à la bande d'atterrissage de Rau, la prise de décision du pilote a sans doute été affectée par sa connaissance de l'itinéraire et, par conséquent, il n'a probablement pas envisagé une autre voie ni eu de discussions à ce sujet avec des pilotes chevronnés.

Une fois en vol vers CYMA, la tendance à s'en tenir au plan et la confiance ont probablement encore affecté sa prise de décision en ce qui concerne la prise de mesures définitives pour modifier son itinéraire lorsqu'il a été, une fois de plus, confronté aux faibles visibilités et aux plafonds des nuages.

Une fois que le pilote est entré dans le secteur du ruisseau Granite et qu'il a commencé à voler encore plus près de la cime des arbres, sa charge de travail cognitive a considérablement augmenté. Plus le pilote devait exécuter de tâches, plus son attention visuelle et auditive se rétrécissait. Ce biais perceptuel s'est installé alors que le pilote se concentrait sur la tâche de pilotage. Cela a probablement mené le pilote à choisir l'information la plus pertinente en se concentrant sur les indices jugés essentiels et en négligeant peut-être d'autres indices disponibles, qui auraient pu l'inciter à prendre des mesures, comme réduire la vitesse de l'aéronef, un itinéraire de sortie et interpréter son emplacement avec exactitude.

La prise de décision du pilote a été influencée par plusieurs biais et, par conséquent, le vol a commencé et s'est poursuivi dans de mauvaises conditions météorologiques en terrain montagneux.

Options en cas de faible visibilité en terrain montagneux

Le pilote a été formé pour piloter l'aéronef dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) et l'aéronef était équipé pour le faire. Entrer en zone nuageuse et de faible visibilité en terrain montagneux lors d'un vol VFR peut être considéré comme une urgence. Une des options qui se présentent aux pilotes consiste à monter dans les nuages pour atteindre une altitude de sécurité.

Dans l'événement à l'étude, le pilote avait une qualification de vol aux instruments valide et l'aéronef était équipé pour voler en IMC. Cependant, aucun cas de transition des règles de VFR aux règles de vol aux instruments (IFR) par le pilote n'avait été consigné dans son historique de vol à bord du Cessna 208B Grand Caravan ou dans sa formation.

Navigation

Peu après son départ de la bande d'atterrissage de Rau, le pilote a commencé à rencontrer des plafonds de nuages qui l'ont obligé à voler par moments à aussi peu que 100 à 200 pi au-dessus du terrain et dans des visibilités qui étaient probablement aussi faibles que 1 SM. Les données de suivi du système de localisation GPS ont montré que l'aéronef maintenait une vitesse de croisière de 156 kt. À aucun moment le pilote n'a configuré l'aéronef pour des opérations à visibilité réduite en réglant les volets à 20° et en réduisant la vitesse à 90 kt, comme indiqué dans les procédures de la compagnie. La vitesse élevée à basse altitude et la faible visibilité ont réduit les possibilités pour le pilote de prendre d'autres mesures pour éviter le terrain.

Lorsqu'ils volent à basse altitude, les pilotes portent une grande partie de leur attention à l'extérieur de l'aéronef pour éviter de heurter les arbres. C'était probablement ce qui s'est passé dans cet événement, juste avant que l'aéronef ne vire au sud dans le canyon fermé, où il a été vu frôlant la cime des arbres.

De plus, lorsque les pilotes portent leur attention sur l'extérieur de l'aéronef, ils réduisent leur capacité de consulter les cartes sur papier et l'affichage des cartes mobiles. Par conséquent, leur connaissance principale de l'emplacement de l'aéronef est fondée sur le souvenir de leur dernière position connue, surtout lorsqu'ils se trouvent dans une vallée ou un canyon. Ce souvenir peut également être compromis lorsque le pilote effectue un vol à une altitude inférieure à celle à laquelle il est habitué par visibilité réduite.

Les vols précédents enregistrés sur le GPS n'incluaient pas l'itinéraire de l'événement à l'étude à cette altitude. Il s'agissait donc probablement pour le pilote, en qualité de commandant du Grand Caravan, de sa première expérience de vol par visibilité considérablement réduite et à basse altitude dans cette région.

Le pilote a viré dans le canyon fermé en croyant probablement continuer de suivre le ruisseau Granite, qui virait au sud, en direction de l'extrémité ouest du lac Mayo. Le GPS n'a pas enregistré de changement d'altitude pouvant laisser croire que le pilote essayait d'effectuer une manœuvre de meilleur angle de montée pour franchir la crête du canyon fermé. On constate plutôt une légère augmentation de l'altitude qui a suivi l'augmentation graduelle initiale de l'altitude du terrain dans le canyon fermé.

À l'intérieur du canyon fermé, le sol s'élevait brusquement sur moins de 1 NM. La faible visibilité a empêché le pilote de déceler cette augmentation de l'élévation et de prendre des mesures suffisantes pour éviter une collision avec le terrain.

Système d'avertissement et d'alarme d'impact

Le Garmin GTN 750 installé à bord de l'aéronef à l'étude comportait un logiciel TAWS de classe B pouvant avertir le pilote d'un relief susceptible d'entrer en conflit avec la trajectoire du vol actuelle. Ces dispositifs d'alerte ont été conçus pour des situations où la majeure partie du vol se déroule bien au-dessus du terrain.

Lors de vols à basse altitude en terrain montagneux, les mises en garde et les avertissements liés au relief sont presque continus. En conséquence, l'aéronef est équipé d'un interrupteur « TERRAIN INHIBIT » permettant de mettre en sourdine toutes les alertes sonores. Dans l'événement à l'étude, le TAWS-B aurait transmis des alertes au pilote pendant une grande partie du vol d'incident. Afin d'éviter toute distraction pouvant découler de ces alertes sonores, le pilote pourrait les avoir mises en sourdine.

Lorsque le pilote a viré dans le canyon fermé, les alertes sonores du TAWS-B n'ont pas été efficaces pour avertir le pilote de l'élévation du relief, soit parce qu'il avait déjà entendu plusieurs alertes semblables dans les minutes précédentes, soit parce qu'il avait mis les alertes en sourdine.

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.

1. La prise de décision du pilote a été influencée par plusieurs biais et, par conséquent, le vol a commencé et s'est poursuivi dans de mauvaises conditions météorologiques en terrain montagneux.
2. La vitesse élevée à basse altitude et la faible visibilité vers l'avant ont réduit les possibilités pour le pilote de prendre d'autres mesures pour éviter le terrain.
3. À l'intérieur du canyon fermé, le sol s'élevait brusquement sur moins de 1 NM. La faible visibilité a empêché le pilote de déceler cette augmentation de l'élévation et de prendre des mesures suffisantes pour éviter une collision avec le terrain.

4. Lorsque le pilote a viré dans le canyon fermé, les alertes sonores du système d'avertissement et d'alarme d'impact n'ont pas été efficaces pour avertir le pilote de l'élévation du relief, soit parce qu'il avait déjà entendu plusieurs alertes semblables dans les minutes précédentes, soit parce qu'il avait mis les alertes en sourdine.

Rapport final du BST A20Q0023 — Collision avec des câbles

Déroulement du vol

Vers 18 h 27 le 17 février 2020, un aéronef sous immatriculation privée Cessna 150M, avec à son bord un passager, assis dans le siège de droite, et le pilote, assis dans le siège de gauche, a décollé de l'aérodrome de Montréal/St-Lazare (CST3) (Québec) pour un vol de nuit effectué selon les règles de vol à vue (VFR). Vers 18 h 30, l'aéronef a effectué une approche sur la piste 07 à l'aérodrome de Montréal/Les Cèdres (CSS3) (Québec), suivie d'une remontée. L'aéronef a ensuite effectué un demi-tour au-dessus de l'échangeur des autoroutes 20 et 30 et a survolé l'autoroute 20 en direction ouest à très basse altitude (figure 1).

Vers 18 h 34, l'aéronef a fait un autre demi-tour pour ensuite revenir à très basse altitude au-dessus de l'autoroute 20 en direction est. Alors qu'il se trouvait à proximité de l'échangeur des autoroutes 20 et 30, il a tourné vers le sud en survolant l'autoroute 30, toujours à très basse altitude. Vers 18 h 36, l'aéronef a percuté des lignes de transport d'électricité qui traversaient l'autoroute 30 au kilomètre 7 et s'est écrasé au sol.

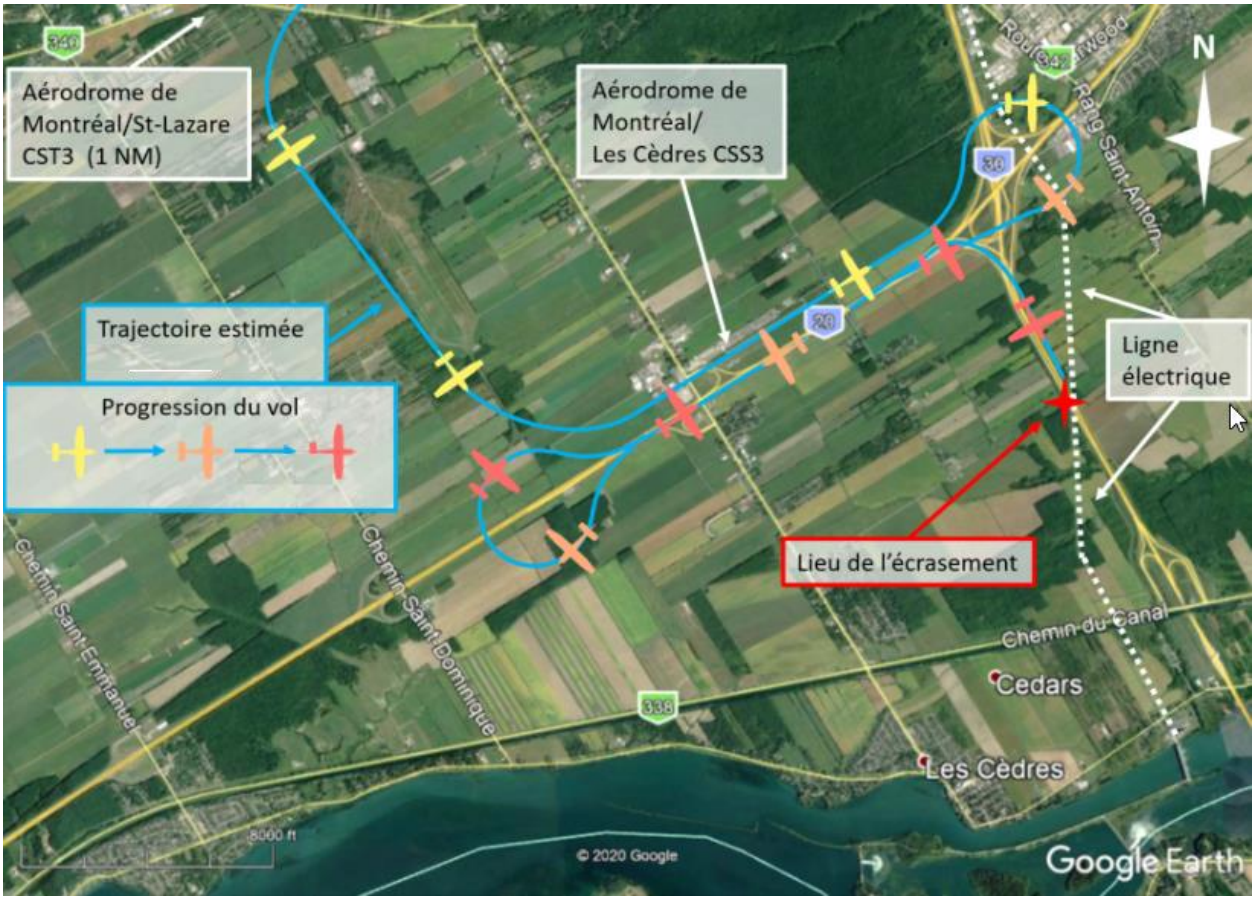


Figure 1. Trajectoire estimée de l'aéronef en cause dans l'événement à l'étude (Source : Google Earth, avec annotations du BST)

Les deux occupants ont subi des blessures mortelles. L'aéronef a été détruit. De nombreux appels au 911 ont été effectués par des témoins de l'accident. Les services d'urgence sont arrivés sur les lieux rapidement.

Renseignements météorologiques

Selon le message d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) émis à 18 h pour l'aéroport de Montréal/Pierre-Elliott-Trudeau Intl (CYUL) (Québec), situé à 14 NM au nord-est du lieu de l'accident, les conditions météorologiques étaient propices pour effectuer ce vol VFR et n'ont pas été retenues comme facteur contributif à cet accident.

Renseignements sur le pilote

Le pilote détenait un permis d'élève-pilote – avion, délivré le 23 août 2017, et un certificat médical de catégorie 3 valide. Il avait entrepris sa formation initiale en 2017 et fait l'acquisition de l'aéronef en cause dans l'événement à l'étude en octobre 2017. Selon les dossiers de Transports Canada, Aviation Civile (TCAC), sa formation n'a jamais été complétée, et aucune autre demande n'a été inscrite dans son dossier.

Selon le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), un permis d'élève-pilote permet d'agir en qualité de commandant de bord si les conditions suivantes sont réunies :

1. le vol est effectué pour l'entraînement en vol du titulaire;
2. il est effectué au Canada;
3. il est effectué en vol VFR de jour;
4. il est effectué sous la direction et la surveillance d'une personne qualifiée pour dispenser la formation en vue du permis, de la licence ou de la qualification pour lesquels l'expérience de commandant de bord est exigée;
5. aucun passager ne se trouve à bord.

Le vol à l'étude ne respectait pas les privilèges associés au permis d'élève-pilote.

Le passager détenait une licence de pilote privée – avion valide, délivrée en septembre 2015, et un certificat médical de catégorie 1, également valide. Le passager détenait aussi une annotation de vol de nuit. Cependant, l'enquête a établi que le passager n'était pas aux commandes de l'aéronef dans les instants avant l'accident.

Renseignements sur l'aéronef

L'aéronef en cause dans l'événement à l'étude a été fabriqué en 1976 et était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur.

Figure 2. Aéronef en cause dans l'événement à l'étude (Source : propriétaire précédent)

L'aéronef ne présentait aucune défectuosité connue avant le vol. L'aéronef n'avait pas d'enregistreur de bord, et la réglementation en vigueur n'en exigeait aucun.

Site de l'accident et examen de l'épave

L'accident est survenu au kilomètre 7 de l'autoroute 30, à l'endroit où deux lignes de transport d'électricité parallèles installées à environ 21,5 m (70 pi) l'une de l'autre traversent l'autoroute. Ces deux lignes de transport d'électricité, que l'aéronef a percutées, sont exploitées par Hydro-Québec. L'impact initial s'est produit sur le câble de garde de la ligne du côté ouest. Ce câble est tendu au-dessus de l'autoroute à une hauteur ne dépassant pas 30 m (98 pi).

Les marques d'impact relevées sur le bout de l'aile gauche de l'aéronef ont révélé que l'impact initial s'est produit avec une balise (blanche) installée sur le câble de garde. L'enfoncement de la structure de l'aile observé entre le hauban de voilure et la porte de la cabine a permis de conclure qu'à la suite de ce premier impact, l'aéronef a continué sur sa trajectoire, l'aile gauche glissant latéralement le long du câble de garde et percutant une deuxième balise (orange), située 75 m (246 pi) plus loin.

Alors que l'aéronef continuait à glisser le long du câble de garde, celui-ci a sectionné le toit, qui s'est séparé du reste de l'aéronef. L'aéronef s'est ensuite rompu en deux parties :

- une partie comprenant les deux ailes, qui a continué le long du câble de garde jusqu'à ce qu'elle heurte le pylône situé 75 m (246 pi) au-delà de la balise orange, puis s'écrase au sol;
- le reste de l'appareil (fuselage sans toit), qui a été catapulté plus de 14 m (46 pi) plus loin sur le conducteur de la ligne de transport d'électricité, du côté est, avant de percuter le pylône de cette ligne.

Quand le fuselage sans toit a percuté le pylône, il s'est séparé en deux autres parties :

- la partie arrière du fuselage et de la cabine, qui a percuté le sol à proximité de la base du pylône;
- le moteur (nez de l'appareil), qui a percuté le sol un peu plus loin avant de rebondir et de s'immobiliser au sol.

La figure 3 illustre la trajectoire estimée de l'aéronef et les balises et câbles percutés. Elle fournit aussi une image du site de l'écrasement et de l'épave.

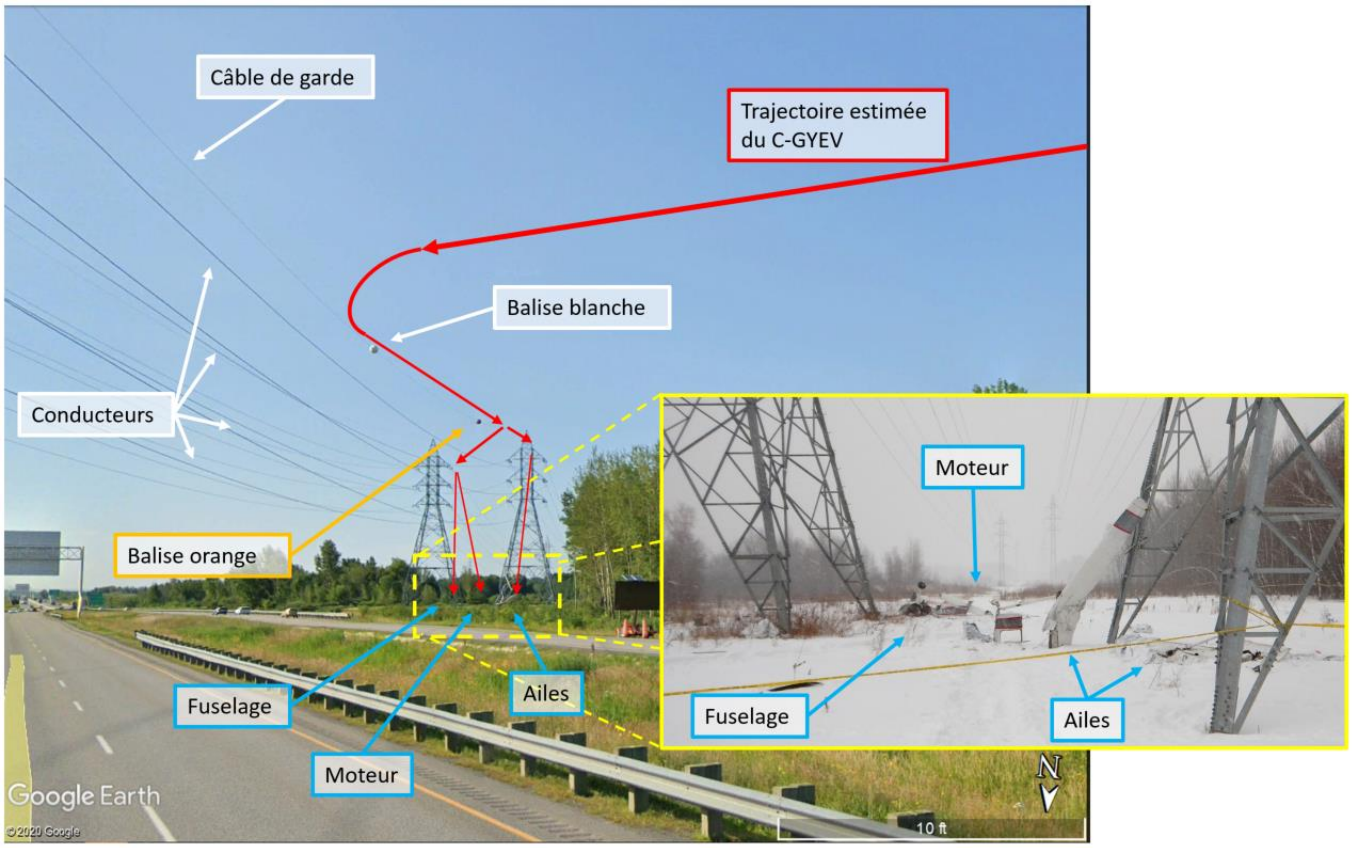


Figure 3. Trajectoire estimée de l'aéronef à l'étude et photo du site de l'écrasement
(Source de l'image principale : Google Earth, avec annotations du BST. Source de l'image insérée : BST)

Les dommages subis par l'hélice, ainsi que les dommages causés aux lignes de transport d'électricité, indiquent que le moteur développait de la puissance au moment de l'impact. Par ailleurs, l'enquête a permis de déterminer que la manette des gaz était placée à la position de puissance maximale au moment de l'impact.

Les lignes de transport d'électricité que l'aéronef dans l'événement à l'étude a percutées figuraient sur la carte de navigation VFR (VNC) de Montréal. En général, les lignes de transport d'électricité figurent sur les VNC parce qu'elles constituent des repères utiles qui peuvent faciliter la navigation à vue. L'enquête n'a pas permis de déterminer si le pilote avait en sa possession la VNC de Montréal ou s'il l'avait consultée avant le départ.

Balisage des obstacles à la navigation aérienne

Selon le paragraphe 601.24 (2) du RAC, tout bâtiment, ouvrage ou objet qui constitue un obstacle à la navigation aérienne doit être balisé et éclairé. La hauteur des pylônes des lignes de transport d'électricité à cet endroit ne dépassait pas 40 m (131 pi) AGL, et les câbles étaient plus bas que la tête des pylônes. Même s'ils se trouvaient à l'intérieur d'un rayon de 6 km de CSS3, selon le RAC[1], ils ne constituaient pas un obstacle, car leur hauteur ne dépassait pas 90 m (296 pi) AGL.

Bien que le RAC n'exigeait pas de balisage à cet endroit, le câble de garde traversant l'autoroute 30 avait tout de même été balisé, mais sans toutefois être éclairé. Le balisage avait été installé à la demande d'une compagnie pétrolière possédant un pipeline souterrain qui passe à cet endroit et effectuant des inspections de jour par hélicoptère.

Vol à basse altitude

Voler intentionnellement à basse altitude augmente les risques d'accident. Le champ visuel du pilote est réduit à basse altitude. Par conséquent, le pilote a moins de temps pour manœuvrer et éviter les obstacles ainsi que le relief. Il est aussi reconnu que le vol à basse altitude réduit la marge de sécurité en cas de panne de moteur, de perte de maîtrise ou de tout autre imprévu, tout en augmentant le risque d'impact avec le sol ou avec un obstacle.

Le RAC stipule qu'il est interdit de voler, « à une distance inférieure à 500 pi de toute personne, tout navire, tout véhicule ou toute structure[2] ». Cette distance de 500 pi s'applique sur le plan vertical et sur le plan horizontal.

En vertu du RAC, « il est interdit d'utiliser un aéronef d'une manière imprudente ou négligente qui constitue ou risque de constituer un danger pour la vie ou les biens de toute personne[3] ».

Le BST a récemment enquêté sur plusieurs événements dans lesquels ce type de manœuvre s'est révélé être un facteur contributif.

Vol de nuit

Le vol assujetti aux règles de vol à vue (VFR) de nuit expose les pilotes à des risques plus élevés d'accident qu'un vol effectué le jour. Le peu de repères visuels, combiné à la diminution de la capacité de voir la nuit, rend plus difficile le repérage du relief et des obstacles à la navigation.

Les performances visuelles de l'œil humain sont considérablement réduites lorsque la luminosité est faible.

Il faut en moyenne 30 min à l'œil humain pour s'adapter à un environnement dont l'éclairage est faible. Durant cette période d'adaptation, la vision nocturne est réduite. Toute lumière brillante peut compromettre l'adaptation de l'œil à la vision nocturne. Pour cette raison, il est conseillé aux pilotes de conserver l'éclairage du tableau de bord à faible intensité et de ne pas avoir été exposé à une forte luminosité juste avant de décoller. De plus, tout éclairage dans la cabine peut se refléter dans le pare-brise et nuire à la visibilité du pilote en vol.

Dans l'événement à l'étude, la collision avec les câbles s'est produite environ 9 min après le décollage.

---

1 Transports Canada, DORS/96-433, Règlement de l'aviation canadien*, article 601.23.*

2 Ibid., alinéa 602.14(2)b).

3 Ibid., article 602.01.1.

Messages de sécurité

Le pilote aux commandes dans cet accident ne détenait pas de licence de pilote ni de qualification de vol de nuit. Les pilotes qui n'ont pas achevé la formation requise pour obtenir une licence pourraient ne pas avoir acquis les compétences ou la capacité de prise de décisions nécessaires pour assurer la sécurité du vol.

Les vols à basse altitude comportent toujours des risques plus élevés, et d'autant plus la nuit quand la visibilité est limitée. À basse altitude, il n'est pas facile de reconnaître et d'éviter des obstacles tels que des câbles, qui peuvent être extrêmement difficiles à voir. Les pilotes doivent être conscients de ces risques et voler dans les limites prescrites.

Transports Canada annonce le renforcement des exigences relatives aux radiobalises de repérage d'urgence à bord des aéronefs au Canada

Selon le règlement précédent, les aéronefs canadiens devaient être munis d'une ELT analogue utilisant la fréquence de 121,5 MHz. Les changements réglementaires annoncés aujourd'hui, par le ministre de Transports, Marc Garneau, obligeront tous les aéronefs canadiens à être équipés d'ELT numériques pouvant diffuser simultanément sur les fréquences de 406 MHz et de 121,5 MHz, à quelques exceptions près.

Les modifications s'appliqueront aux aéronefs canadiens et aux aéronefs immatriculés à l'étranger exploités au Canada, à l'exception des planeurs, des montgolfières, des ballons, des dirigeables, des avions ultralégers et des autogires.

Les exploitants aériens commerciaux, d'aéronefs étrangers et privés disposent d'un an à compter de la publication finale du règlement modifié dans la Partie II de la *Gazette du Canada* le 25 novembre 2020, afin de mettre les modifications en œuvre, alors que les exploitants d'aéronefs récréatifs ont cinq ans pour s'y conformer. △