



# SÉCURITÉ AÉRIENNE — NOUVELLES

## Dans ce numéro...

---

*Gérer les déroutements : le lien cognitif*

*Légalisation du cannabis*

*Campagne de sécurité de l'aviation générale :  
le point un an plus tard*

*Collaboration internationale durable pour  
l'aviation générale*

*Numéro de groupe d'aéronefs (AGN)*

*Rapports finaux du BST*

---

***Apprenez des erreurs des autres;  
votre vie sera trop courte pour les faire toutes vous-même...***



*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 ON K1A 0N8

Courriel : [TC.ASL-SAN.Tc@tc.gc.ca](mailto:TC.ASL-SAN.Tc@tc.gc.ca)

Tél : 613-957-9914 / Téléc. : 613-952-3298

Internet: [www.tc.gc.ca/SAN](http://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](http://www.tc.gc.ca/SAN).

**Impression sur demande :**

Pour commander une version imprimée sur demande (en noir et blanc), veuillez communiquer avec :

**Le Bureau de commandes**

Transports Canada

Sans frais (Amérique du Nord) : 1-888-830-4911

Numéro local : 613-991-4071

Courriel : [MPS1@tc.gc.ca](mailto:MPS1@tc.gc.ca)

Téléc. : 613-991-2081

*Aviation Safety Letter* is the English version of this publication.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Transports (2018).

ISSN: 0709-812X

TP 185F

## Table des matières

<i>Section</i>	<i>page</i>
Gérer les déroutements : le lien cognitif .....	3
Légalisation du cannabis .....	7
Campagne de sécurité de l'aviation générale : le point un an plus tard .....	8
Collaboration internationale durable pour l'aviation générale .....	9
Numéro de groupe d'aéronefs (AGN) .....	11
Rapport final du BST A17Q0050 — Collision avec des câbles Piper PA-31 .....	12
Rapport final du BST A18W0025 — Collision avec le relief .....	17
Rapport final du BST A18W0054 — Perte de puissance moteur et atterrissage forcé .....	21

# Gérer les déroutements : le lien cognitif

par Kathleen Van Benthem, Ph. D., Laboratoire ACE, Centre de visualisation et de simulation. Université Carleton, Ottawa, Canada

Cet article est le troisième d'une série de rapports de l'Advanced Cognitive Engineering Laboratory (laboratoire ACE) de l'Université Carleton située à Ottawa (Ont.). Nous sommes heureux de vous faire part des résultats de nos études sur la cognition humaine et les risques pour les pilotes. Pour chaque sujet, nous suivrons le même format : nous présenterons des aspects de la cognition qui sont essentiels à la sécurité des vols, en plus d'y intégrer, à intervalles réguliers, des questions vous permettant de réfléchir à ce que cette information signifie pour vous. Avant d'aborder la gestion des déroutements durant les vols de navigation, je tiens à remercier les lecteurs pour leurs réponses au premier rapport de la série *la mémoire prospective dans le poste de pilotage*.

## Suite — la mémoire prospective

Le sujet de la mémoire prospective a trouvé un écho auprès de nos lecteurs en tant que facteur de risque pertinent sur le plan personnel. Nous avons reçu des rétroactions des lecteurs de la *Sécurité aérienne – Nouvelles (SA – N)* sur leurs stratégies efficaces pour optimiser la mémoire prospective durant les périodes de vol à charge de travail élevée. Merci de vos réponses!

Voici quelques-unes de vos idées :

- Faites-en sorte que vos repères soient physiques. Par exemple, au lieu d'avoir les doigts enroulés autour du manche à volant, tendez le nombre de doigts correspondant au nombre d'éléments que vous voulez retenir à l'avenir. Au fur et à mesure que vous accomplissez les tâches, vous pouvez remettre vos doigts dans leur position naturelle autour du manche.
  - Voilà une bonne stratégie parce que le sentiment étrange de tenir le manche différemment enverra des rappels fréquents à votre mémoire à court terme indiquant qu'il vous reste encore des tâches importantes à faire. Contrairement aux feuillets adhésifs et autres aide-mémoires qui peuvent être égarés, vous ne pouvez pas perdre vos doigts!
- Si vous craignez d'oublier quelque chose en particulier, comme un point pendant votre inspection à pied, vous pouvez compléter à rebours une liste de vérifications (en commençant par le dernier point de votre liste et en terminant par le premier). Vous vous assurez ainsi qu'aucune tâche sur votre liste n'est oubliée. Il est possible qu'après de nombreuses années d'exécution répétitive des mêmes tâches, que vous passiez en mode « pilote automatique » et que vous limitiez les ressources mentales consacrées à ces tâches importantes.
  - Changer l'ordre des choses (là où l'ordre n'a pas d'importance, bien sûr) peut vous forcer à réfléchir aux actions que vous aurez à faire et ainsi, à affiner vos habiletés de mémoire prospective.

## Pourquoi les facteurs cognitifs sont-ils importants dans la gestion des déroutements?

Il a été établi que de nombreux accidents graves de l'aviation générale sont directement associés aux vols dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC) basculant dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC)<sup>1</sup>. Souvent, au lieu de continuer le vol dans des conditions météorologiques douteuses, le pilote peut soit se dérouter vers un autre aéroport, soit retourner à l'aéroport de départ. Bien que les déroutements soient malencontreux, le pilote se prépare à cette éventualité avant d'entreprendre un vol et a sélectionné plusieurs aéroports de décollage possibles pour sa route prévue au plan de vol. Pourquoi les statistiques démontrent que les pilotes choisiront de poursuivre une route très risquée à leur propre détriment (et à celui de leurs passagers) plutôt que d'amorcer et de gérer un déroutement? C'est une question importante, car les vols VMC basculant en IMC sont la principale cause d'accidents liés aux conditions météorologiques et représentent l'un des taux les plus élevés de létalité de tous les types d'accidents de l'aviation générale<sup>2</sup>.

*À votre tour : Prenez un instant pour réfléchir à la façon dont vous planifiez les déroutements liés aux conditions météorologiques. Sur une échelle de 1 à 10, quel est votre niveau de préparation pour un déroutement avant de commencer un vol de navigation? Avez-vous déjà dû effectuer un déroutement non planifié pendant un vol de navigation?*

Les recherches menées sur le vol VMC basculant en IMC (aussi appelé règles de vol à vue (VFR) basculant en IMC) suggèrent qu'il existe habituellement de multiples facteurs qui mènent à une série de décisions regrettables. L'un de ces facteurs s'appelle la *tendance à s'en tenir au plan*. Cette tendance cognitive façonne notre comportement en encourageant la décision de rester sur l'itinéraire prévu, plutôt que de se dérouter. Cette tendance se renforce à mesure que le pilote s'approche de la destination prévue, surtout lorsqu'il se rend compte que d'autres aéronefs devant lui « y arrivent » en toute sécurité. D'autres facteurs menant à continuer *délibérément* de voler en IMC peuvent inclure la pression exercée pour arriver à destination, la mauvaise planification avant le vol ou la confiance excessive en ses habiletés de pilotage. Les facteurs causant un vol VMC à basculer involontairement en IMC (où le pilote est inconscient des risques météorologiques) comprennent la mauvaise conscience de la situation et la sous-estimation des effets des conditions météorologiques. La cognition du pilote est un dénominateur commun à toutes ces causes.

*À votre tour : Quelles sont les facteurs de VMC basculant en IMC auxquels vous pourriez être le plus vulnérable? Êtes-vous plus susceptible de voler intentionnellement ou accidentellement de VMC en IMC?*

En 2016, le laboratoire ACE de l'Université Carleton a mené une étude de simulation de vol VFR avec des pilotes titulaires d'une licence (âgés de 42 à 69 ans). L'un des principaux objectifs de cette étude était de déterminer si l'expérience et la cognition des pilotes étaient associées à la gestion des déroutements. Après avoir volé pendant un certain temps et en route vers leur destination finale, les pilotes ont fait face à des déroutements imprévus sur leur route prévue. Ils avaient reçu de l'ATC (le contrôle de la circulation aérienne) une série d'instructions inattendues, qui ont donné lieu à un déroutement en deux phases à cause des conditions météorologiques : d'abord vers un aérodrome de dégagement où ils devaient survoler le terrain, puis retourner à la base<sup>3</sup>. Les pilotes ont été informés de l'endroit où ils devaient se dérouter, mais il leur incombait de déterminer leurs vecteurs. Seuls les cartes papiers et les suppléments de vol ont été utilisés aux fins de cette étude (c.-à-d. qu'aucune aide électronique à la navigation n'a été utilisée).

Les mesures des résultats qui ont indexé la gestion des déroutements sont les suivantes :

- les compétences initiales en cartographie et en orientation, y compris la vitesse à laquelle un nouveau vecteur a été calculé, puis adopté;
- la conscience de la situation locale de la position de l'aéronef par rapport à l'aérodrome de dégagement, mesurée cinq minutes après l'instruction de déroutement;
- la durée prévue en route jusqu'à l'aérodrome de dégagement;
- la conscience de la situation globale, niveau 1 (repérage de l'information à partir de l'environnement) pendant la route de retour à la base;
- la conscience de la situation globale, niveau 2 (position de son propre aéronef et des autres aéronefs pertinents);
- les communications ATC et air-air pendant le déroutement.

Compte tenu de notre objectif, nous avons également pris diverses mesures pour indexer l'expertise et la cognition des pilotes. Nous avons également examiné si une mauvaise gestion de déroutement était associée à un risque accru d'incident critique (induit du pilote) pendant d'autres segments de la simulation de vol (p. ex., être perdu, violation de l'espace aérien ou autres erreurs de pilotage graves).

*À votre tour : Avez-vous déjà poursuivi un vol, pour quelque raison que ce soit, mais vous vous êtes demandé plus tard pourquoi vous n’avez pas fait demi-tour, planifié un détournement ni trouvé un aérodrome de dégagement? Si vous avez amorcé un détournement à cause des conditions météorologiques, qu’est-ce qui vous a aidé à prendre cette importante décision de changer votre route pendant le vol?*

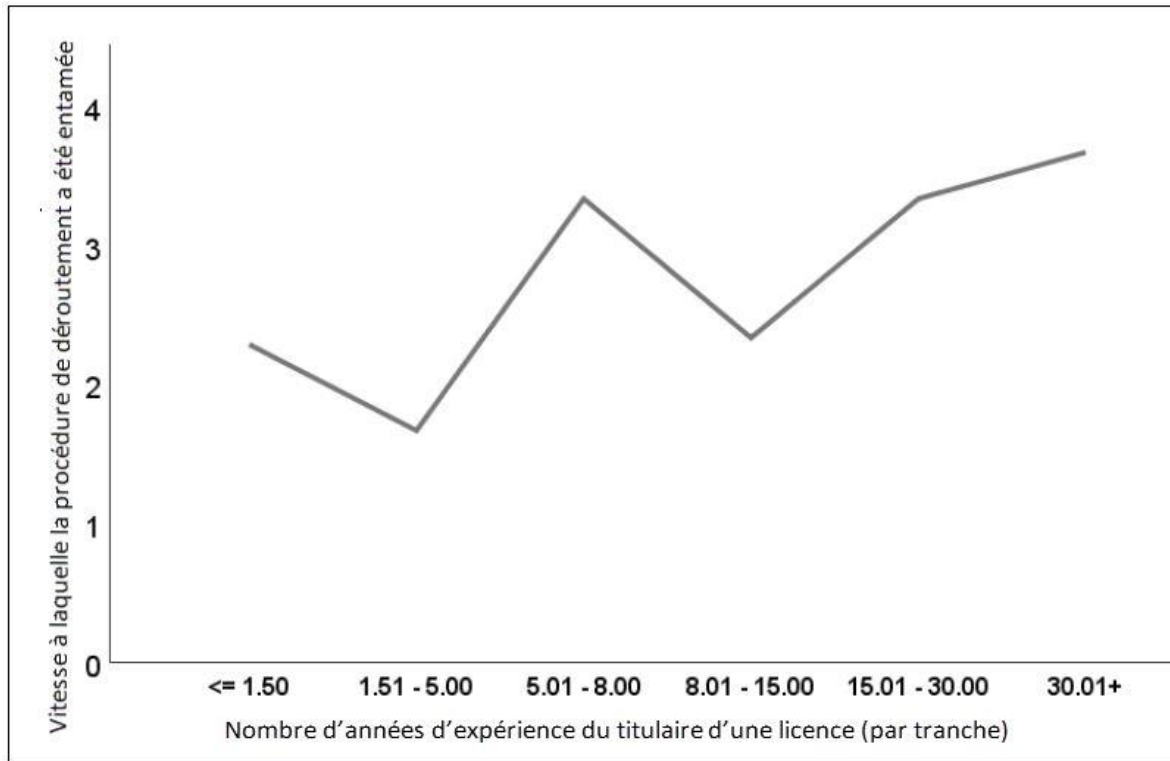


Figure 1. Le lien entre les « compétences initiales en cartographie et en orientation » et le nombre total d'années de vol (résultats non publiés, Van Benthem & Herdman, 2018)

#### *Expertise des pilotes et gestion des détournements*

L'expertise étant une combinaison de plusieurs facteurs, nous avons créé un indice unique d'expertise des pilotes en utilisant le nombre total d'années d'expérience en tant que pilote titulaire d'une licence, le nombre d'heures de vol, le niveau de licence et de qualifications. **Le lien entre l'expertise et la gestion des détournements était plus évident dans les réactions initiales des pilotes à l'instruction de détournement, comme leur vitesse et leur précision dans la planification du nouveau vecteur vers l'aérodrome de dégagement.** Nous avons également examiné les aspects individuels de l'expertise. Par exemple, comme le démontre la figure 1, un nombre total élevé de pilotes titulaires d'une licence a de meilleures réactions initiales à l'instruction de détournement. Il y avait également un lien important entre l'habileté de communication pendant le détournement et l'expertise du pilote. L'importance de ne pas oublier de faire des appels air-air pour connaître les aéronefs environnants et de répondre aux messages de l'ATC est examinée plus en détail dans la dernière section sur la gestion des détournements et des incidents critiques en route.

#### *Cognition des pilotes et gestion des détournements*

Étant donné que la gestion des détournements repose sur la cartographie, l'orientation, le raisonnement et la prise de décisions, nous avons examiné des types semblables d'éléments provenant d'un test cognitif pour les pilotes bien connu appelé CogScreen-AE (Kay, 1995) aux fins de cette analyse. En effet, les relations les plus fortes et les plus constantes ont été observées entre les éléments du test pour l'orientation, la séquence visuelle, la souplesse mentale (la capacité à déplacer l'attention et à appliquer de nouvelles règles) et les facteurs de gestion des détournements. Les résultats pour la cartographie et l'orientation initiales et pour la communication étaient difficiles à

prédire à l'aide de facteurs cognitifs. Cependant, **cinq variables cognitives ou plus ont permis de prédire la durée prévue en route (variable d'efficacité) et la conscience de la situation pendant le retour à la base d'origine en suivant le nouveau vecteur.** L'importance de cette relation entre la cognition et la conscience de la situation deviendra claire dans la dernière section ci-dessous.

*À votre tour : Avez-vous songé à la façon dont le développement de votre expertise de pilotage pourrait avoir une incidence positive sur votre capacité de vous préparer et de gérer les déroutements? Croyez-vous qu'il y a quelque chose qui peut optimiser la cognition pour la gestion des imprévus?*

#### *Gestion des déroutements et incidents critiques*

Comme nous l'avons mentionné plus haut, les faibles résultats pour deux facteurs de gestion des déroutements étaient associés à un risque accru d'un incident critique pendant d'autres segments à la simulation de vol. Les deux facteurs de déroutement contribuant aux incidents critiques étaient la conscience de la situation et la communication. Le lien entre ces deux aspects de la gestion des déroutements et les incidents critiques est important, car il donne à penser qu'une **mauvaise gestion des déroutements pourrait également illustrer un risque plus élevé d'incidents graves pendant d'autres segments de vol (non liés au déroutement).**

Nous avons également examiné les indicateurs d'incidents critiques *pendant* les segments de déroutement de vols. Ces déroutements comprenaient le fait de ne pas entendre ou d'ignorer les instructions de déroutement de l'ATC, de mauvaises altitudes en orbite, des procédures incorrectes à l'aérodrome de décollage et de ne pas trouver l'aérodrome de décollage. Encore une fois, nous avons constaté une tendance importante où une plus grande expertise était associée à moins d'incidents critiques liés au déroutement.

En résumé, les déroutements liés aux conditions météorologiques peuvent survenir sans préavis et exigent de tenir compte des capacités de base de pilotage et de communication pendant une charge de travail mentale élevée. Il est important d'étudier les facteurs associés à la gestion des déroutements, car les décisions de VMC basculant en IMC sont associées à l'un des taux les plus élevés d'accidents mortels dans l'aviation générale. **Le moment décisif pendant le vol, où les pilotes doivent décider de se dérouter ou pas de leur route prévue au plan de vol, est peut être influencé par leurs compétences, leur niveau de confiance et de préparation effectuée pour gérer les déroutements.**

L'optimisation des compétences en matière de gestion des déroutements pourrait comprendre le maintien et le perfectionnement des compétences pour les facteurs de déroutement que nous avons explorés, ainsi que pour d'autres. Certaines de ces compétences comprennent :

- les compétences de base en cartographie et en orientation;
- la conscience de la situation locale de la position de l'aéronef par rapport à l'aérodrome de décollage;
- la conscience de la situation globale, niveau 1 : repérage de l'information à partir de l'environnement pendant la route;
- la conscience de la situation globale, niveau 2 : position de l'aéronef et intention des autres aéronefs pertinents;
- les communications ATC et air-air pendant le déroutement.

Voici d'autres suggestions :

- Améliorer les facteurs d'expertise, comme le maintien d'heures de vol de manière régulière et l'obtention des qualifications supplémentaires.
- Accroître les habiletés et la confiance dans l'aptitude de gérer les déroutements, de sorte que lorsque l'option se présente, le pilote est prêt et préparé à gérer les tâches supplémentaires entraînées par le déroutement. L'expérience en simulation de vol régulier qui comprend des exercices de déroutement sont une des méthodes visant à acquérir ces compétences en toute sécurité.
- Avoir un œil critique sur vos habiletés cognitives, en vous rappelant que la fatigue, les blessures et même le vieillissement normal peuvent affecter votre cognition tous les jours. Nos travaux montrent que la cognition liée à l'orientation, à la perception visuelle et à la souplesse mentale était cruciale pour la gestion des déroutements. La pratique délibérée de ce type d'habiletés cognitives dans la vie de tous les jours peut favoriser cette cognition dans d'autres domaines. Par exemple, jouer au tennis de table ou à des jeux de cartes où les règles changent fréquemment ; le jeu de cartes Five Crowns est un exemple de ce type de jeux. L'une des raisons pour lesquelles les pilotes plus expérimentés de notre étude ont démontré un meilleur rendement pendant les activités de déroutement est peut-être due à plusieurs années de vol sans utiliser d'aides à la navigation aurait pu perfectionner ces compétences de base en pilotage afin qu'elles soient facilement accessibles lorsque nécessaire.

Nous aimerions savoir ce que vous pensez de la gestion des déroutements et des risques pour les pilotes de l'aviation générale. Veuillez faire parvenir vos commentaires à l'adresse électronique [kathy.vanbenthem@carleton.ca](mailto:kathy.vanbenthem@carleton.ca). Nous espérons que vous avez aimé cette série du laboratoire ACE de l'Université Carleton. △

#### RÉFÉRENCES

1. AOPA. (2018). VFR INTO IMC ACCIDENTS 07/15/2017 TO 0/17/2018. <https://www.aopa.org/asf/ntsb/vfrintoimc.cfm>
2. GESKE, R. (2018). AOPA AIR SAFETY INSTITUTE 27TH JOSEPH T. NALL REPORT. GENERAL AVIATION ACCIDENTS IN 2015. ÉDITEUR, RICHARD G. MCSPADEN JR.
3. VAN BENTHEM, K. & HERDMAN, C.M. (2017). INDIVIDUAL FACTORS PREDICT DIVERSION MANAGEMENT DURING A SIMULATED CROSS-COUNTRY VFR FLIGHT. DAMS PROCEEDINGS OF THE TENTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AVIATION PSYCHOLOGY (PP. 262-269). DAYTON, OH.

## Légalisation du cannabis

---

Suite à l'article publié dans [Sécurité aérienne — Nouvelles \(SA — N\) 3/2018](#), ci-dessous vous pouvez trouver des informations supplémentaires sur la légalisation du cannabis en ce qui concerne l'aviation canadienne.

Transports Canada est responsable des questions relatives à l'aptitude au travail comme l'état de santé et les facultés affaiblies, puisqu'elles ont trait à la sécurité des modes de transport aérien, maritime, ferroviaire et routier fournis par des employeurs assujettis à la législation fédérale. Transports Canada sait que le secteur canadien de l'aviation peut être préoccupé par la légalisation prochaine du cannabis et souhaite obtenir des indications.

La consommation de cannabis occasionne un état de facultés affaiblies de façon immédiate, mais elle a en outre des conséquences à plus long terme qui pourraient ne pas être évidentes pour l'utilisateur ou pour les gens de son entourage. À l'instar de bien d'autres substances comme les narcotiques, les relaxants musculaires, les antidépresseurs, etc., le cannabis peut causer un affaiblissement des facultés pouvant affecter le jugement et les gestes des membres d'un équipage de bord, y compris les pilotes. Il est en outre scientifiquement admis que le cannabis entraîne des effets à long terme sur les individus, et ce, même une fois l'état de facultés affaiblies disparu. Toutefois, les tests existants relatifs aux substances psychoactives contenues dans le cannabis ne correspondent pas aux degrés d'affaiblissement des facultés. Conséquemment, dans l'intérêt de la sécurité aérienne, Transports Canada n'entend pas assouplir les restrictions relatives à la consommation de cannabis ou de toute autre substance causant un affaiblissement des facultés. Les facultés affaiblies découlant de la consommation de cannabis constituent une importante source de préoccupation pour Transports Canada en raison de leurs effets pouvant potentiellement nuire à la sécurité aérienne. En dépit de la légalisation imminente du cannabis, Transports Canada a déjà un cadre

réglementaire en place en ce qui a trait aux facultés affaiblies. En vertu de la *Loi sur l'aéronautique* et du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), la réglementation et les normes médicales abordent la consommation de drogue et d'alcool des titulaires de certificat comme les pilotes. L'article 602.03 du RAC précise les règles qui régissent la consommation d'alcool et de drogue par les membres de l'équipage.

*Règlement de l'aviation canadien (DORS/96-433)*

*Article 602.03*

*Il est interdit à toute personne d'agir en qualité de membre d'équipage d'un aéronef dans les circonstances suivantes :*

- a) dans les douze heures qui suivent l'ingestion d'une boisson alcoolisée;
- b) lorsqu'elle est sous l'effet de l'alcool;
- c) **lorsqu'elle fait usage d'une drogue qui affaiblit ses facultés au point où la sécurité de l'aéronef ou celle des personnes à bord de l'aéronef est compromise de quelque façon.**

La consommation de cannabis constitue un facteur de disqualification pour l'obtention d'un certificat médical pour piloter ou contrôler un aéronef. Le RAC interdit actuellement à tous les membres d'un équipage comme les pilotes de travailler sous l'effet de toute drogue (légale ou illégale) affaiblissant les facultés dans la mesure où la sécurité de l'aéronef ou celle des personnes à bord de l'aéronef est compromise de quelque façon. La définition de drogue comprenant le cannabis, ce règlement continue de s'appliquer malgré la *Loi sur le cannabis* en vigueur.

Transports Canada est dotée d'un protocole médical et d'un régime de dépistage fiables quant aux troubles liés à la consommation abusive de substances. Les titulaires de certificat médical canadiens avec un diagnostic connu de toxicomanie peuvent être obligés de se soumettre à un test de dépistage de drogue et d'alcool sans préavis afin d'assurer le respect des dispositions relatives à l'abstinence prévues par leur certificat.

La consommation de cannabis et de produits qui en contiennent est illégale au-delà des frontières internationales et peut entraîner de lourdes peines criminelles, tant au pays qu'à l'étranger, y compris aux États-Unis. L'importation et l'exportation de cannabis demeurent illégales suivant la légalisation du cannabis au Canada ainsi que lors des déplacements vers et à partir des territoires où le cannabis est légalisé ou décriminalisé. Cela comprend le cannabis à des fins médicales.

Ce sont les autorités d'un pays ou d'un territoire qui décident qui peut en franchir les frontières. Le gouvernement du Canada ne peut pas intervenir en votre nom si vous ne répondez pas aux exigences d'entrée et de sortie de votre destination. Lors des procédures de contrôle étatiques, les pilotes et autres membres de l'équipage peuvent se voir refuser l'entrée dans un pays étranger, y compris les États-Unis, s'ils ont déjà consommé des produits du cannabis par le passé, et ce, même si ces produits ont été utilisés de façon légale au Canada. △

## Campagne de sécurité de l'aviation générale : le point un an plus tard

---

*par Heather Schacker, gestionnaire de programmes de la promotion et de l'éducation en matière de sécurité, division des programmes techniques, de l'évaluation et la coordination (PTEC), direction des normes d'aviation civile, Transports Canada*

La campagne de sécurité de l'aviation générale (CSAG) bat son plein depuis maintenant plus d'un an, et nous aimerions partager avec vous les derniers progrès. Nous aimerions également remercier tous nos partenaires de leur contribution significative afin d'atteindre nos objectifs et de leur soutien sans faille à la campagne de sécurité.

Si vous n'avez pas encore consulté le [site Web de la CSAG](#), allez-y! Vous y trouverez les derniers renseignements sur la sécurité, y compris des astuces, des articles et des vidéos en matière de sécurité. De nouveaux renseignements y sont rajoutés régulièrement, alors consultez-le souvent. Avez-vous visionné notre dernière vidéo? [Comment garder ses compétences et connaissances de pilote à jour](#) contient d'excellents renseignements sur ce que signifie le maintien des compétences et sur ce que vous devriez faire pour les maintenir à jour.



En juin 2018, Transports Canada (TC) a assisté à la convention de l'Association canadienne des propriétaires et pilotes d'aéronefs (COPA). Comme la CSAG a été lancée en partenariat avec la COPA, la convention de la COPA était l'occasion idéale pour le coup d'envoi du premier Séminaire sur la sécurité nationale de la CSAG. La participation à un de ces séminaires gratuits vous permettra de vous aider à maintenir vos compétences à jour et de satisfaire à l'exigence sur la mise à jour des connaissances tous les deux ans visant stipulée au paragraphe 421.05(2) du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC). Visitez la page [Séminaires sur la sécurité aérienne](#) pour trouver un séminaire près de chez vous!

### Groupes de travail

- Maintenance
- Approche et atterrissage stabilisés
- Indicateurs d'angle d'attaque
- Gestion des ressources à bord d'un aéronef monopilote
- Prise de décision du pilote
- Systèmes de rapports volontaires
- Outil d'évaluation des risques en vol
- Équipement de sécurité

En plus de la création du séminaire nationale sur la sécurité, nous avons également lancé huit nouveaux groupes de travail! Ces groupes de travail porteront sur des préoccupations particulières en matière de sécurité, analyseront les informations et les ressources existantes, et offriront des suggestions concernant les recommandations, les mesures d'atténuation et la mise en œuvre de stratégies liées aux différents thématiques propres à chaque groupe de travail.

Si vous étiez à AirVenture Oshkosh ou avez assisté à la convention annuelle de l'Ultralight Pilots Association of Canada (UPAC) ou à la convention régionale de l'Aviation Insurance Association, vous avez peut-être vu le kiosque de TC ou de la CSAG. Lors de ces événements, nous avons pu interagir avec le milieu aéronautique et en apprendre

davantage sur les préoccupations en matière de sécurité chez les pilotes de l'aviation générale. À cette occasion, nous sommes ravis de pouvoir de coopérer avec le secteur des assurances. Ce partenariat nous permettra d'augmenter la sécurité et de réduire les accidents grâce aux incitatives en matière d'assurance! Si vous souhaitez discuter de la campagne de sécurité, venez nous retrouver aux prochains événements de l'aviation!

Nous sommes passionnés par la CSAG, et nous nous réjouissons à l'idée de continuer d'accroître la sécurité dans le milieu de l'aviation générale. Soyez à l'affût des nouvelles sur notre site Web, retrouvez-nous aux prochains événements de l'aviation et venez assister à un séminaire sur la sécurité! Si vous souhaitez communiquer avec nous, envoyez-nous un courriel à [TC.GeneralAviation-AviationGenerale.TC@tc.gc.ca](mailto:TC.GeneralAviation-AviationGenerale.TC@tc.gc.ca). Au plaisir d'avoir de vos nouvelles! △

## Collaboration internationale durable pour l'aviation générale

*par Heather Schacker, gestionnaire de programmes de la promotion et de l'éducation en matière de sécurité, division des programmes techniques, de l'évaluation et la coordination (PTEC), direction des normes d'aviation civile, Transports Canada*

Transports Canada, Aviation civile (TCAC) continue de renforcer ses liens avec les autorités internationales grâce à l'initiative formelle de coopération qu'a signée TCAC avec la Civil Aviation Safety Authority (CASA) de l'Australie et avec la Civil Aviation Authority de la Nouvelle-Zélande (CAA NZ), lors de la conférence internationale sur la sécurité aérienne au printemps 2018. Dans le cadre de cette initiative, TCAC a récemment rendu visite à la CASA et à la CAA NZ afin de poursuivre la consolidation de ses partenariats avec ces deux autorités

ayant des structures organisationnelles similaires à celles du Canada, ainsi que de promouvoir des priorités clés en matière de sécurité. Celles-ci concordent avec les thématiques clés de la campagne de sécurité de l'aviation générale, notamment la perte de contrôle, les conditions météorologiques et les facteurs humains. Ces organismes partagent des priorités similaires quant à la sécurité aérienne. La coopération entre TCAC, la CASA et la CAA NZ est axée sur l'identification des thématiques prioritaires pour l'année prochaine, tout en insistant sur la collaboration internationale et la sécurité de l'aviation générale (AG). Ce partenariat offrira à TCAC l'opportunité de tirer des renseignements de l'expérience de la CASA et de la CAA NZ quant aux thématiques telles que la communication efficace avec la communauté de l'aviation générale, l'utilisation optimale des réseaux sociaux et l'augmentation des consultations avec l'industrie.



*Inspecteur de la CASA, Iain White, qui présente un séminaire sur la sécurité à Emerald en Australie*

Ces trois organismes ont pu partager les résultats de collaborations récentes avec l'industrie, et ce, dans le but de travailler de concert et d'optimiser les collaborations dans les prochaines années. La croissance des échanges des données sur les événements et les forums a permis à TCAC d'identifier les secteurs qui pourraient être intégrés dans l'industrie de l'aviation générale au Canada d'ici quelques années. Par exemple sur la conférence annuelle de l'Agence européenne de la sécurité aérienne (EASA) sur la sécurité de l'aviation générale et le Groupe international de collaboration en matière de gestion de la sécurité (GICGS).

Un autre but de cette visite consistait à communiquer avec le milieu de l'AG pour le sensibiliser. L'AG est une priorité pour ces trois autorités, bien que tous les pays ne la définissent pas de la même manière. Le chevauchement dans les enjeux de sécurité a mené à des discussions fructueuses concernant les disparités et les défis auxquels la communauté de l'AG est confrontée. Chaque autorité a accepté de continuer de partager ses produits et ses expériences afin d'améliorer la sécurité de l'AG dans les trois pays. La CASA et la CAA NZ ont aussi une présence vigoureuse en ligne et mettront leur expertise au profit de TCAC afin de l'aider à élaborer plus de contenu du site Web [CSAG](#). Ces deux autorités s'intéressaient particulièrement à la façon dont TCAC commence à établir des liens avec l'industrie, notamment son lien étroit avec [l'Association canadienne des pilotes et propriétaires d'aéronefs \(COPA\)](#) à l'aide de la [CSAG](#), et dont cette collaboration a été primordiale pour toucher le milieu de l'AG et communiquer avec lui.

TCAC a eu le privilège d'assister à un séminaire tenu par la CASA. Ce séminaire était axé sur les préoccupations de sécurité chez les pilotes australiens de l'AG, et dont de nombreuses existent déjà au Canada. Ces préoccupations de sécurité comprennent la conscience de la situation et la prise de décision par les pilotes. Les deux font partie des thématiques que traite la CSAG. TCAC collaborera avec la CASA, afin d'améliorer chaque année les séminaires de la sécurité de l'AG.

Pour plus de renseignements sur l'heure, le lieu des séminaires, veuillez visiter les séminaires sur la sécurité aérienne. La sécurité aérienne est une priorité pour nous tous, et son amélioration à l'aide de ce partenariat international sera bénéfique à toute la communauté aéronautique. Nous nous réjouissons de travailler de concert pour parfaire la sécurité aérienne partout dans les trois pays.

## Numéro de groupe d'aéronefs (AGN)

Les AGN seront publiés dans le CFS à partir du début 2019. L'AGN s'appuie sur une méthode simple pour établir des liens entre les nombreuses spécifications techniques propres à l'aérodrome et les caractéristiques des aéronefs pour lesquels l'aérodrome, ou une partie de l'aérodrome, a reçu sa certification. Elle est appliquée comme suit :

Tableau 1-1 : Environnement exempt d'obstacle de la piste	
Numéro de groupe d'aéronefs	Envergure
I (pour une catégorie de vitesse d'approche C ou D, utiliser AGN IIIB)	Moins de 14.94 m
II (pour une catégorie de vitesse d'approche C ou D, utiliser AGN IIIB)	De 14.94 m à 24.10 m exclus
IIIA (pour une catégorie de vitesse d'approche C ou D, utiliser AGN IIIB)	De 24.10 m à 36.00 m exclus
IIIB (inclut les groupes I –IIIA avec des vitesses d'approche C et D)	De 24.10 m à 36.00 m exclus
IV	36.00 m à 52.12 m exclus
V	De 52.12 m à 65.23 m exclus
VI	De 65.23 m à 79.86 m

Remarque : Le tableau 1-1 tient compte des vitesses d'approche plus élevées qui prévalent sur la piste.

Tableau 1-2 : Environnement exempt d'obstacle de la voie de circulation	
Numéro de groupe d'aéronefs	Envergure
I	Moins de 14.94 m
II	De 14.94 m à 24.10 m exclus
IIIA/IIIB	De 24.10 m à 36.00 m exclus
IV	De 36.00 m à 52.12 m exclus
V	De 52.12 m à 65.23 m exclus
VI	De 65.25 m à 79.86 m exclus

Exemples concernant l'utilisation des tableaux : Un aéronef a une envergure de 20 m et une vitesse de référence à l'atterrissage ( $V_{ref}$ ) de 129 kt. Une norme prescrit l'application de la colonne no 2 (envergure) du tableau 1-1. Lorsque l'on établit une correspondance avec l'autre colonne, l'aéronef est associé à l'AGN II; toutefois, la remarque connexe prescrit l'utilisation de l'AGN IIIB parce que la  $V_{ref}$  est classée dans la catégorie C. Dans le tableau 1-2, l'AGN se trouve dans la colonne adjacente à la colonne mentionnée dans la norme concernée.  $\triangle$

# Rapport final du BST A17Q0050 — Collision avec des câbles Piper PA-31

## Renseignements de base

### Déroulement du vol

Le 30 avril 2017, le Piper PA-31 effectuait du travail aérien de relevés magnétométriques dans la région de l'aéroport de Schefferville (CYKL) (Qc). L'aéronef était accompagné d'un 2<sup>e</sup> aéronef, qui lui aussi effectuait du travail aérien de relevés magnétométriques dans la même zone.

Ce travail de relevés magnétométriques était effectué à basse altitude (300 pi AGL) au-dessus d'une zone préalablement déterminée selon un profil de vol préétabli par le client. Chaque aéronef avait à son bord 2 pilotes qui se partageaient par alternance le rôle de pilote aux commandes durant les segments de vol généralement répartis sur 2 blocs de vol journaliers pouvant durer jusqu'à 5 heures chacun.

Vers 13 h 36, les 2 aéronefs avec les mêmes équipages ont décollé de nouveau et se sont dirigés vers la zone de travail.

Vers 17 h 38, après avoir effectué le travail, les 2 aéronefs ont débuté leur segment de vol de retour vers CYKL. À ce moment, l'aéronef en cause précédait le deuxième d'une dizaine de minutes et se trouvait à environ 53 NM au nord-ouest de CYKL. L'aéronef en cause s'est dirigé vers l'aéroport et est descendu à une altitude qui variait entre 100 et 40 pi AGL.

À 17 h 56, alors qu'il survolait une voie ferrée, l'aéronef a percuté les câbles conducteurs d'une ligne de transport d'électricité et s'est écrasé au sommet d'un dépôt de résidus miniers situé à environ 3,5 NM au nord-ouest de CYKL (figure 1). Bien qu'aucun incendie ne se soit déclaré, l'aéronef a été complètement détruit par les forces de l'impact, et les 2 pilotes ont subi des blessures mortelles.

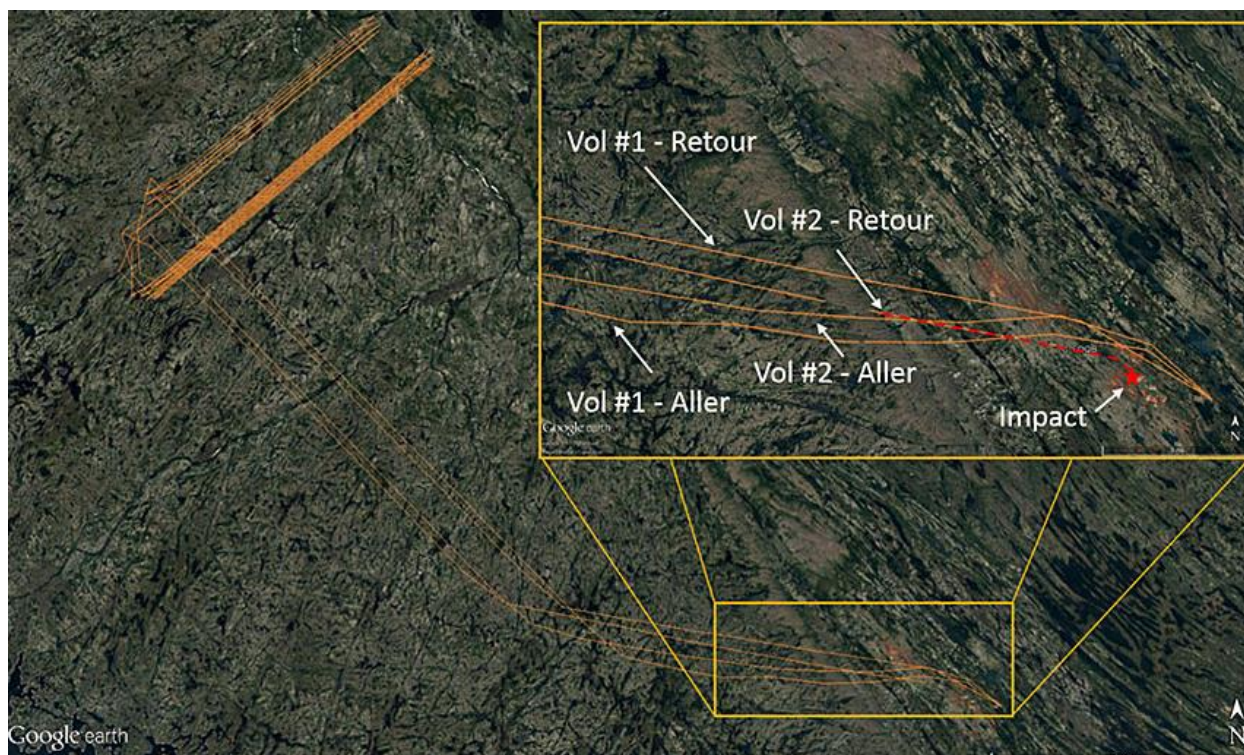


Figure 1. Les 2 vols de l'aéronef en cause le jour de l'accident. L'agrandissement montre les segments de vol à très basse altitude (Source : Google Earth, avec annotations du BST)

## *Renseignements sur le personnel*

### **Généralités**

Les dossiers indiquent que l'équipage de conduite possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

### **Expérience de vol**

Le commandant de bord était à l'emploi de l'entreprise depuis mars 2016. Il en était à son premier contrat de relevés magnétométriques et avait effectué environ 16 vols à titre de copilote, afin de se familiariser avec ce type de travail aérien avant d'être assigné à titre de commandant de bord la semaine précédant le jour de l'accident.

Le copilote était à l'emploi de l'entreprise depuis septembre 2014. Il en était à son 4<sup>e</sup> contrat de relevés magnétométriques et avait initié le commandant de bord du vol de l'événement, lors des premiers vols de ce contrat. Au moment de l'accident, le copilote était le pilote surveillant, assis dans le siège de droite.

## *Renseignements sur l'aéronef*

Les dossiers indiquent que l'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément aux règlements en vigueur et aux procédures approuvées et ne présentait aucune anomalie connue avant le vol.

## *Renseignements météorologiques*

Selon la prévision de zone géographique (GFA), les conditions météorologiques dans la région de CYKL étaient propices au vol à vue avec un ciel dégagé et des vents de surface soufflant du nord.

## *Aides à la navigation*

### **Cartes aéronautiques de navigation**

La carte qui couvrait la zone de travail à l'étude était la carte aéronautique de navigation VFR (VNC) de Wabush (AIR 5019). NAV CANADA publie les VNC relatives à l'espace aérien canadien conformément aux normes de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).

D'après l'OACI, toutes les structures de plus de 300 pi (environ 90 m) de hauteur constituent des obstacles et doivent figurer sur les VNC. NAV CANADA considère que les références à des éléments culturels de hauteur inférieure doivent être montrées exclusivement à des fins de navigation plutôt que d'évitement d'obstacles. Tous les obstacles ne sont pas indiqués sur les cartes, car il est à peu près impossible de garantir qu'ils y figurent tous; de plus, les éléments géographiques ou aéronautiques ne peuvent pas tous être représentés.

La ligne de transport d'électricité qui a été percutée par l'aéronef en cause ne figurait pas sur la VNC de Wabush et aucune exigence réglementaire n'imposait qu'elle y apparaisse.

### **Renseignements sur l'épave et sur l'impact**

L'accident est survenu à l'embouchure d'un vallon créé artificiellement par un ancien dépôt de résidus miniers situé de chaque côté d'une voie ferrée (figure 2). Une ligne de transport électrique croisait la voie ferrée immédiatement avant l'embouchure du vallon.

À la suite de la collision avec les câbles, l'aéronef a continué son vol en déviant vers la gauche avant de percuter le sol tout près du sommet de la pente ascendante du dépôt minier du côté est, approximativement 1400 pi au sud-est du point d'impact avec la ligne de transport d'électricité.

Au point d'impact, la ligne de transport d'électricité croise la voie ferroviaire à une hauteur de 70 p avec un angle approximatif de 45°.

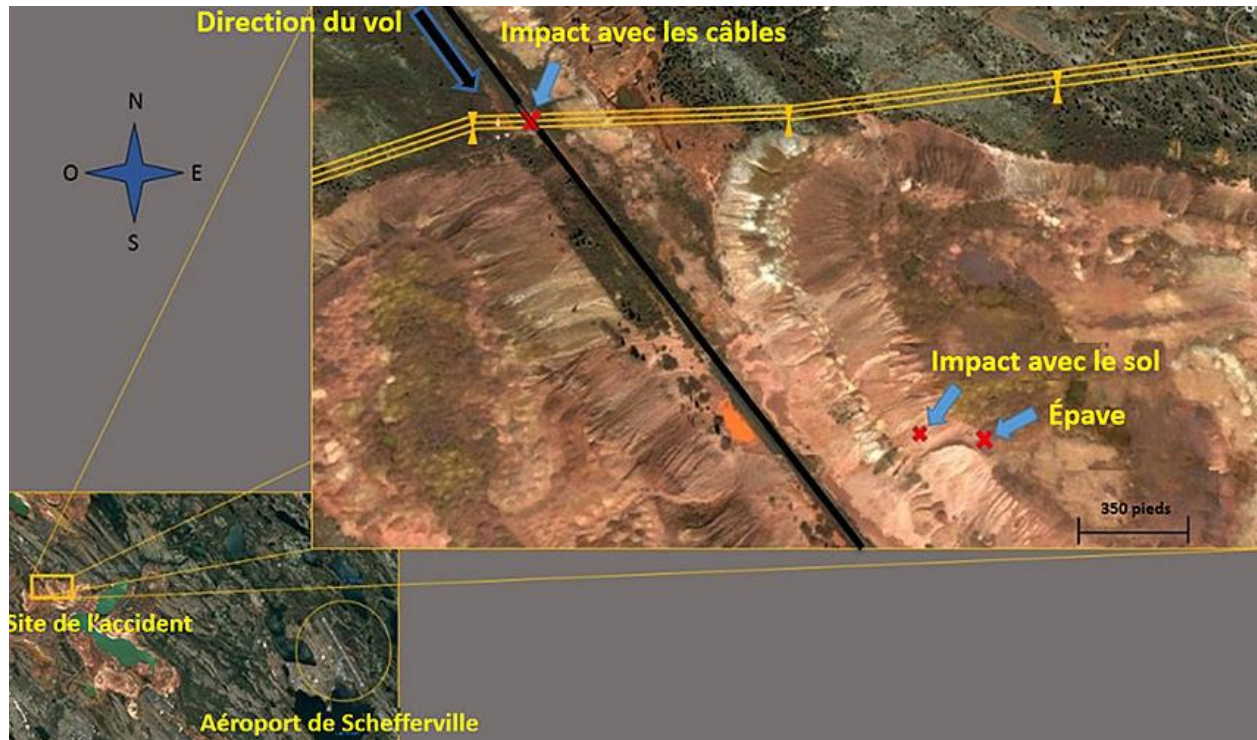


Figure 2. Détails relatifs au site de l'accident (Source : Google Earth, avec annotations du BST)

Les 3 câbles ont été sectionnés et 2 sont restés accrochés au moteur gauche de l'aéronef jusqu'à leur extension maximale avant d'être à nouveau sectionnés à leur point d'ancrage sur l'aéronef.

L'épave de l'aéronef a été retrouvée au sommet du plateau à quelque 134 pi, à l'est du point d'impact initial avec le sol (figure 3). Le moteur gauche, séparé de l'épave (figure 4), ainsi que l'hélice, reposaient un peu plus loin. Des sections de câbles conducteurs étaient enroulées autour de l'arbre d'entraînement de l'hélice du moteur gauche.

### Renseignements médicaux et pathologiques

L'analyse toxicologique des pilotes n'a révélé aucune substance qui aurait pu nuire au rendement de l'équipage. L'examen des dossiers médicaux des pilotes par Transports Canada (TC) n'a révélé aucun élément médical ou pathologique qui aurait pu avoir une incidence sur le rendement des pilotes.

### Le vol à basse altitude

Selon le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), « il est interdit d'utiliser un aéronef [...] à une distance inférieure à 500 pieds de toute personne, tout navire, tout véhicule ou toute structure ». Cependant, lorsqu'un aéronef ne survole aucune personne, navire, véhicule ou structure, et qu'il est exploité dans le cadre de travail aérien en vertu de la sous-partie 702 du RAC, il n'existe aucune limite d'altitude au-dessus du relief.



Figure 3. Épave



Figure 4. Moteur gauche : le cercle marque les sections de câbles enroulés autour de l'arbre moteur

Toutefois, il est quand même « interdit d'utiliser un aéronef d'une manière imprudente ou négligente qui constitue un risque de constituer un danger pour la vie ou les biens de toute personne ». La prise de risques

### La prise de risques

#### La recherche de sensations

La recherche de sensations est la tendance à rechercher des sensations et des expériences nouvelles, variées, complexes et intenses. Le vol à basse altitude produit des sensations intenses chez les pilotes en exigeant des niveaux élevés de ressources cognitives et attentionnelles dans un environnement qui offre une marge de manœuvre restreinte. Les hommes et les personnes plus jeunes obtiennent généralement un score plus élevé sur les échelles de recherche de sensations que les femmes et les personnes plus âgées, avec des niveaux maximums à la fin de l'adolescence (c'est-à-dire entre 18 et 20 ans).

Les pilotes de l'accident étaient âgés de 24 et 25 ans. L'enquête a été en mesure de déterminer que le copilote avait déjà exprimé sa satisfaction de voler à basse altitude mais rien n'indique qu'il en était de même pour le commandant de bord. Toutefois, l'analyse des données GPS a démontré que les pilotes avaient effectué 27 segments de vol à très basse altitude.

Après avoir quitté la zone de travail, les pilotes ont entrepris un vol à très basse altitude (variant entre 100 et 40 pi AGL) pendant le trajet de retour qui a duré 18 minutes (de 17 h 38 jusqu'à l'impact à 17 h 56).

### La perception du risque

Toute activité comporte un certain degré de risque associé. Il appartient à l'individu d'évaluer le niveau de risque associé à une activité lorsqu'il décide de s'y engager (ou non). Parce qu'il laisse peu de marge d'erreur en termes de manœuvres d'urgence et de navigation, le vol à basse altitude est considéré comme une activité dangereuse.

Les personnes qui effectuent à plusieurs reprises une activité dangereuse sans ou avec peu de répercussions négatives peuvent devenir désensibilisées ou habituées au niveau de risque élevé. Des problèmes peuvent survenir lorsque les risques perçus ne correspondent plus aux risques et dangers réels associés à une activité.

### Visibilité des câbles

Des câbles peuvent être difficiles à voir pendant un vol. Selon un article publié dans *Aviation Week*, [traduction] « Les câbles ne sont pas toujours visibles. Les changements dans l'éclairage solaire peuvent les occulter. [...] Un câble parfaitement visible dans un sens peut être complètement invisible dans l'autre ».

### Temps de réaction pour éviter les câbles

Dans le contexte d'une collision entre 2 avions en vol, le temps requis pour déceler le danger de collision, décider et effectuer une manœuvre d'évasion est en moyenne de 12,5 secondes. Toutefois, dans le contexte d'un pilote qui prend la décision de voler à très basse altitude (moins de 100 pi AGL), la conscience de la situation permet de retirer certains éléments de ce temps de réaction. Dans ce contexte en particulier, il n'est pas nécessaire d'inclure le temps pour devenir conscient de la trajectoire (5 secondes) et le temps pour décider de dévier vers la gauche ou la droite (4 secondes) alors que le pilote est très près du sol.

Ainsi, lorsque le pilote, déjà à très basse altitude, voit et reconnaît des câbles, le temps de réaction de 12,5 secondes nécessaire pour éviter une collision entre 2 avions, peut être réduit de 9 secondes. Par conséquent, lors du vol en question à très basse altitude, on a estimé que le temps de réaction pour éviter les câbles était de 3,5 secondes.

### Balisage des obstacles à la navigation aérienne

Aucun balisage n'était présent sur les conducteurs et aucun n'était requis par la réglementation.

### Repérage de lignes de transport d'électricité

Avant d'amorcer un vol à basse altitude, un pilote devrait consulter une VNC afin de déterminer l'emplacement des obstacles qui se trouvent le long de la route prévue.

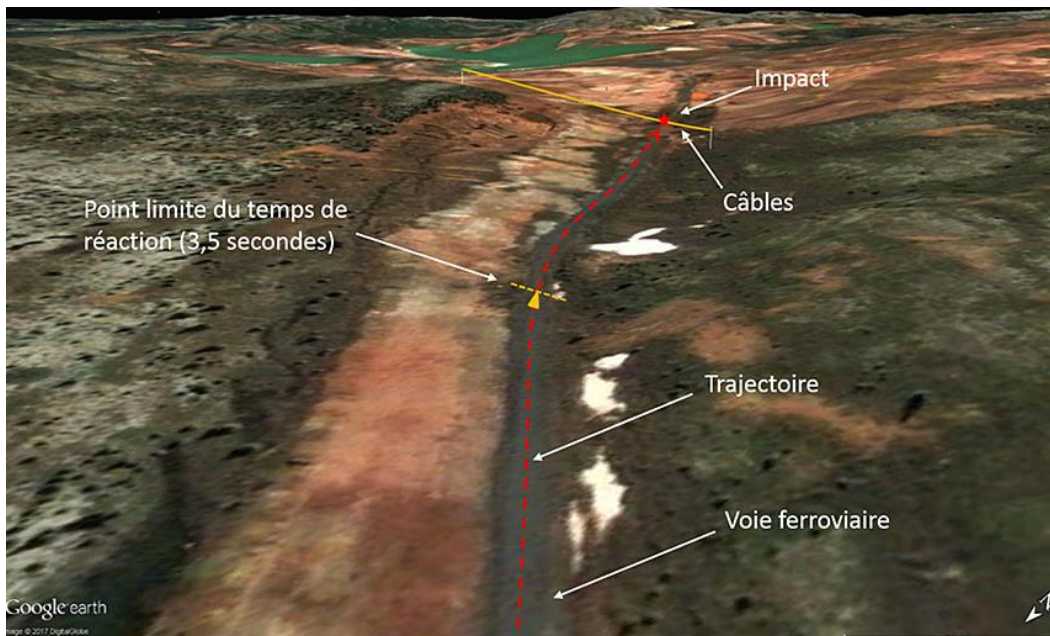


Figure 5. Trajectoire avant l'impact (Source : Google Earth, avec annotation du BST)

Si des opérations doivent être conduites à proximité d'obstacles comme des lignes de transport d'électricité, un vol de reconnaissance à haute altitude est la première mesure à prendre pour déterminer avec certitude leur emplacement.

L'aéronef se déplaçait à très basse altitude au-dessus de la voie ferroviaire, le pilote aux commandes n'a pas discerné la ligne de transport d'électricité à temps pour l'éviter et l'aéronef a percuté les câbles, qui se trouvaient à 70 pi AGL.

#### *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. La recherche de sensations, la fatigue mentale et une perception du risque altérée ont fort probablement contribué au fait qu'immédiatement après avoir terminé le travail de relevés magnétométriques, le pilote aux commandes est descendu à une altitude variant entre 100 et 40 pi AGL et a maintenu cette altitude jusqu'au moment de la collision avec les câbles.
2. Il est fort probable que les pilotes ignoraient qu'une ligne de transport d'électricité se trouvait sur leur trajectoire.
3. Le pilote aux commandes n'a pas discerné la ligne de transport d'électricité à temps pour l'éviter et l'aéronef a percuté les câbles, qui se trouvaient à 70 pi AGL.
4. Malgré l'avertissement concernant le vol à basse altitude dans le *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada*, et en l'absence de limites sur l'altitude minimale imposées par l'entreprise, le pilote a choisi de descendre à très basse altitude lors du segment de vol de retour; par conséquent, ce segment de vol comportait un niveau de risque inacceptable.

## **Rapport final du BST A18W0025 — Collision avec le relief**

### *Déroulement du vol*

À 9 h 39 le 15 février 2018, un hélicoptère Airbus Helicopters AS 350 B2 a quitté l'aéroport de Norman Wells (CYVQ; T.N.-O.) avec 1 pilote et 1 passager à bord. Le but de ce vol était d'amener le passager jusqu'à une tour de télécommunications sur la montagne Bear Rock (T.N.-O.) située à 35 NM au sud-est de Norman Wells et à 3 NM à l'ouest-nord-ouest de Tulita (T.N.-O.).

À 9 h 58, le pilote a posé l'hélicoptère sur une hélisurface à proximité de la tour de télécommunication, puis a coupé le moteur. L'hélisurface en bois traité mesurant 16 pi par 16 pi. Au moment de l'événement à l'étude, la surface en bois de l'hélisurface était dégagée dans l'ensemble, mis à part plusieurs plaques de glace (figure 1).

Environ 30 min après s'être posé, le pilote a effectué un premier point fixe en raison de la température. Au démarrage du moteur, le pilote a ressenti des vibrations correspondant à celles éprouvées au cours des 3 jours précédents, autant au sol qu'en vol.



*Figure 1. Hélisurface sur la montagne Bear Rock*

À 11 h 8, le pilote a entamé la séquence de démarrage du moteur pour effectuer un second point fixe. Le moteur a démarré et a accéléré normalement à 70 % du régime du générateur de gaz (ng). Le pilote a réglé la commande de débit carburant à la position de vol. Lorsque le pilote a poussé la manette des gaz, l'hélicoptère a commencé à bercer sur ses patins d'atterrissage.

Le pilote a diminué le débit carburant, ce qui a amplifié le mouvement de va-et-vient. Le pilote a ensuite décidé de décoller pour interrompre ce qu'il croyait être de la résonance au sol. Le pilote a rapidement augmenté le débit carburant et le pas collectif. Toutefois, il n'a pas placé ni verrouillé la commande de débit carburant à la position de vol. Le régime du rotor principal et le régime du moteur n'ont pas atteint la plage de calage de vol avant que l'hélicoptère ne quitte le sol.

L'hélicoptère s'est élevé à plusieurs pieds au-dessus de l'hélicoptère, a tournoyé vers la gauche, puis a dérivé sur environ 30 m vers le sud-est. Comme le régime moteur n'avait pas atteint la plage de calage de vol, le régime du rotor a chuté, et le pilote a perdu la maîtrise de l'hélicoptère.

Vers 11 h 10, l'hélicoptère a perdu de l'altitude, est entré en collision avec le relief, et s'est immobilisé sur la pente descendante à 50 m de l'hélicoptère (figure 2).

Le pilote portait un harnais à 4 points d'ancrage avec sangle sous-abdominale et bretelles de sécurité, mais ne portait pas de casque. Il a subi des blessures graves, mais a été capable de sortir de l'hélicoptère, de se rendre au bâtiment de service de la tour de télécommunications et de signaler l'accident à la compagnie. Un hélicoptère de l'entreprise a été dépêché depuis Fort Simpson (T.N.-O.) et est arrivé sur place vers 15 h pour amener le pilote à un établissement de soins de santé de Yellowknife (T.N.-O.).



*Figure 2. Devant de l'hélicoptère en cause (vue vers l'est)*

### Conditions météorologiques

L'observation météorologique horaire de 11 h (10 minutes avant l'accident) pour Tulita faisait état de vents calmes (soufflant à 3 kt), d'une visibilité supérieure à 25 SM dans de la neige légère, et d'une température de  $-27^{\circ}\text{C}$ .

### Pilote

Les dossiers indiquent que le pilote avait la licence et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

### Aéronef

L'hélicoptère AS 350 B2 compte un seul moteur pour une masse maximale au décollage de 2250 kg (4960 lb).

L'hélicoptère était exploité dans les limites de masse et de centrage et de centre de gravité.

### Résonance au sol

La résonance au sol (oscillation instable) est une vibration auto-induite que subissent les hélicoptères dotés de rotors articulés. Elle se produit généralement au sol pendant l'atterrissage ou le démarrage du rotor. Comme on l'explique dans le document *Helicopter Flying Handbook* de la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis [traduction] :

*La résonance au sol est un problème de conception mécanique que l'on retrouve dans les hélicoptères dont la cellule possède une fréquence naturelle qui peut être intensifiée par la présence d'un balourd du rotor. Le rotor déséquilibré vibre à la même fréquence de résonance que la structure de l'hélicoptère ou à un multiple de cette fréquence; il s'ensuit une augmentation de l'oscillation harmonique, parce que le moteur offre de la puissance au système, ce qui augmente la magnitude (ou l'amplitude) des vibrations [...].*

Si ce problème n'est pas corrigé, il peut s'aggraver et endommager la structure de l'hélicoptère.

Selon le document *Helicopter Flying Handbook* de la FAA, lorsque la résonance au sol se produit pendant que le moteur tourne à bas régime [traduction] :

*La seule mesure corrective [...] consiste à couper les gaz immédiatement et à réduire le pas collectif au minimum pour régler les pales à un petit pas. Si le régime moteur se trouve dans la plage d'exploitation normale, quitter le sol et laisser les pales se rétablir d'elles-mêmes à la phase adéquate.*

Le manuel de vol de l'hélicoptère AS 350 B2 ne contient pas de procédures à suivre en cas de résonance au sol.

### Tête de rotor principal

Les rotors fixes ou semi-articulés ne sont habituellement pas sujets à la résonance au sol, car ils ne comportent pas d'articulation de traînée. Les hélicoptères de série AS 350 sont munis d'une tête de rotor Starflex qui comporte de nombreux composants en matériau composite et pièces en élastomère (paliers de butée). La tête de rotor Starflex est articulée.

La tête de rotor principal a subi des dommages considérables pendant l'événement à l'étude. On a récupéré 2 des 3 adaptateurs de fréquence sur les lieux de l'accident. Un examen des composants de la tête de rotor n'a pas permis de constater de signes de défaillances préalables à l'impact.

### Patins d'atterrissage

Les patins d'atterrissage des hélicoptères de série AS 350 comportent les 2 systèmes d'amortissement des vibrations suivants :

- Des bandes d'acier souples : ces bandes d'acier accroissent la souplesse des patins d'atterrissage et ajustent leur fréquence naturelle de manière à réduire la résonance au sol.

- Amortisseurs : ces amortisseurs absorbent les vibrations et réduisent les oscillations instables.

L'aéronef en cause était doté de ces 2 systèmes.

Après l'accident, le 24 février 2018, l'exploitant a déposé les amortisseurs des patins d'atterrissage pour les inspecter et les mettre à l'essai dans l'atelier maison des composants de l'organisme de maintenance.

On a testé le fonctionnement des amortisseurs. L'amortisseur de gauche a réussi les essais, mais pas celui de droite. On a démonté et nettoyé l'amortisseur de droite, puis on l'a remonté avec de nouvelles garnitures et rondelles de soupape et de nouveaux joints d'étanchéité. Après le remontage, l'amortisseur de droite a subi de nouveaux essais, et on a constaté qu'il était en état de service.

### *Dépose et installation des pales du rotor principal*

Le 11 février 2018, soit 4 jours avant l'événement à l'étude, l'hélicoptère a passé la nuit dans un hangar. Un technicien d'entretien d'aéronefs a déposé les pales du rotor principal avec l'aide du pilote en cause.

Le matin du 12 février 2018, après avoir réinstallé les pales du rotor principal, le pilote en cause a effectué un point fixe et a ressenti des vibrations. Les niveaux de vibrations n'ont pas été vérifiés à l'aide de l'équipement d'analyse des vibrations qui était disponible dans le hangar d'entretien. L'alignement du bout des pales et l'équilibrage dynamique n'ont pas été vérifiés, même si le manuel d'entretien de l'aéronef, l'exigeait.

En vertu du *Règlement de l'aviation canadien* et des politiques de l'entreprise, les travaux de ce type doivent être consignés dans le carnet de route d'aéronef. Toutefois, la dépose et l'installation des pales du rotor ne l'ont pas été. L'enquête a permis de constater que l'organisme de maintenance effectuait couramment des travaux de ce type sans les consigner dans le carnet de route des aéronefs.

Avant l'événement à l'étude, le pilote avait piloté l'hélicoptère pendant 6 heures malgré les vibrations persistantes. Pendant cette période, aucune mesure n'a été prise pour vérifier ou corriger les vibrations, et aucune inscription n'a été ajoutée au carnet de route de l'aéronef.

Après l'accident, il n'a pas été possible de récupérer de l'information sur l'alignement et l'équilibrage du rotor avant l'accident, car le personnel d'entretien n'a pas consigné cette information.

### *Principaux messages de sécurité*

Au terme de l'enquête, on a mis en relief les messages de sécurité suivants :

- Lorsque l'on fait face à une résonance au sol potentielle, le succès du rétablissement dépend des mesures prises en fonction du régime du rotor principal.
- Il est important de consigner les activités d'entretien dans le carnet de bord des aéronefs et de respecter les procédures d'entretien, notamment lorsque l'on dépose et installe les pales d'un rotor principal.
- Le port d'un harnais avec sangle sous-abdominale et bretelles de sécurité et d'un casque joue un rôle essentiel pour prévenir les blessures pendant les accidents comportant un retournement, lesquels posent des risques accrus de blessures à la tête.

### *Mesures de sécurité prises*

Après l'événement à l'étude, les mesures de sécurité suivantes ont été prises :

- Le 26 juin 2018, la direction de la compagnie a envoyé un courriel à tous ses pilotes et techniciens d'entretien d'aéronefs pour leur rappeler qu'ils doivent consigner la dépose et l'installation des pales dans le carnet de route des aéronefs.
- Un cycle de vérification a été ajouté pour surveiller les occurrences de dépose et d'installation de pales.
- Dans le cadre de formations récentes, on a rappelé aux pilotes de la compagnie qu'ils doivent consigner les changements soudains de niveaux de vibrations dans le carnet de route des aéronefs. △

# Rapport final du BST A18W0054 — Perte de puissance moteur et atterrissage forcé

## Déroulement du vol

À 4 h 44, le 25 avril 2018, le Piper PA-31-350 Navajo Chieftain a décollé de l'aéroport de Medicine Hat (CYXH), (Alb.), pour effectuer un vol nolisé régulier à destination de l'aéroport international de Calgary (CYYC), (Alb.). L'aéronef avait à son bord 2 membres d'équipage de conduite et 4 passagers. L'aéronef avait été avitaillé avec 50,1 gal américains d'essence aviation (AVGAS) 100LL, et le plan de vol exploitation indiquait une charge définitive de carburant de 144 gal américains (864 lb). Ainsi, les réservoirs de carburant intérieurs étaient pleins (56 gal américains chacun), et les réservoirs extérieurs étaient remplis approximativement au tiers (16 gal américains chacun).

Après le départ, l'aéronef est monté à une altitude de croisière de 8000 pi ASL. L'équipage de conduite a exécuté la liste de vérification de croisière, qui comprenait le réglage des sélecteurs de réservoirs, des réservoirs de carburant intérieurs jusqu'aux réservoirs extérieurs.

Une descente a été amorcée à 5 h 35, lorsque l'aéronef se trouvait à quelque 20 NM au sud-est du seuil de la piste 35R à CYYC. Avant la descente, l'équipage de conduite avait exécuté la liste de vérification de descente normale. À 5 h 36, le contrôleur des arrivées a offert à l'équipage de conduite la possibilité d'atterrir sur la piste 35L, que l'équipage a acceptée. À 5 h 38, alors que l'aéronef se trouvait à environ 12 NM au sud de la piste 35R, le moteur droit a commencé à faire des sautes de régime. La commandante de bord a alors demandé au premier officier d'exécuter la liste de vérification de panne moteur en vol. Les éléments figurant dans la liste de vérification ont été vérifiés, à l'exception de la recherche de la cause et de la mise en drapeau de l'hélice. La vérification de la cause prescrit à l'équipage de conduite de vérifier le débit carburant, la quantité de carburant, la position du sélecteur de réservoir, la pression et la température d'huile, et les commutateurs de magnéto.



Figure 1. L'aéronef en cause, immobilisé sur la 36<sup>e</sup> Rue N.-E., à Calgary (Alb.)

Peu de temps après, l'équipage de conduite a communiqué avec le contrôleur des arrivées et a demandé l'autorisation d'atterrir sur la piste 35R, étant donné que la trajectoire de vol était plus directe. Le contrôleur des arrivées a autorisé l'aéronef à effectuer une approche visuelle de la piste 35R. À 5 h 39, l'équipage de conduite a communiqué avec le contrôleur des arrivées pour l'informer de la défaillance de la pompe carburant droite. Le contrôleur des arrivées a demandé à l'équipage de conduite s'il voulait que le service de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronefs se tienne prêt; l'équipage de conduite a décliné l'offre. Vers 5 h 40, le moteur gauche a commencé à faire des sautes de régime.

À 5 h 42, le contrôleur tour a pris en charge l'aéronef. Quelques instants plus tard, l'équipage de conduite a transmis un appel de détresse Mayday. Le contrôleur tour a autorisé l'aéronef à atterrir sur la piste 35R. Constatant que l'aéronef n'atteindrait pas l'aéroport, l'équipage de conduite a choisi une route convenable (36<sup>e</sup> Rue N.-E.) pour effectuer un atterrissage d'urgence.

À 5 h 43, l'équipage de conduite a lancé un second appel de détresse Mayday pour informer le contrôleur tour qu'il allait poser l'aéronef sur une route, puisqu'il n'atteindrait pas l'aéroport.

L'aéronef s'est posé sur la 36<sup>e</sup> Rue N.-E. en direction nord, juste au nord de l'intersection avec la promenade Marlborough N.-E. Peu de temps après le poser, l'aile droite de l'aéronef a percuté un lampadaire du côté droit de la route, arrachant du coup 4 pieds de l'extrémité de l'aile. L'aéronef a poursuivi sa course vers le nord, a franchi l'intersection de la promenade Marbank N.-E. avant de s'immobiliser juste au sud de la bretelle d'accès de la 16<sup>e</sup> Avenue N.-E. en direction est. (figure 1).

### Liste de vérification

L'exploitant aérien a élaboré des procédures d'utilisation normalisées (SOP) qui contiennent une liste de vérification des procédures normales pour le PA-31-350. On a comparé cette liste de vérification à celle du manuel *Pilots Operating Handbook* (POH) (manuel d'utilisation aéronef), que publie l'avionneur. L'enquête a permis de constater des différences entre les 2 documents. Notamment, la liste de vérification de descente dans le POH comprend une étape pour vérifier que les sélecteurs de réservoirs sont à la position « inboard » [intérieur]. Or, la liste de vérification des procédures normales de descente de l'exploitant aérien ne comprend pas cet élément. Plutôt, l'étape permettant de vérifier que les sélecteurs de réservoirs sont à la position « intérieur » fait partie de la liste de vérification avant atterrissage.

Le POH de l'avionneur comprend une mise en garde entre les procédures avant décollage et les procédures normales de décollage qui stipule, en partie, que [traduction] « Les réservoirs extérieurs servent uniquement au vol coordonné en palier et ne doivent jamais être utilisés pour le décollage ».

Dans la description du vol en croisière, le POH contient l'énoncé suivant [traduction] : « L'utilisation des réservoirs extérieurs durant les montées, les descentes ou le vol coordonné en palier prolongé pourrait entraîner une perte de puissance, malgré une quantité appréciable de carburant dans les réservoirs ». Ni l'un ni l'autre de ces énoncés ne figure dans la liste de vérification des procédures normales de l'exploitant aérien.

### Manuel de référence rapide

D'après les SOP de l'exploitant aérien pour le Piper Navajo [traduction] :

*Les présentes SOP suivent le modèle des SOP d'usage courant pour des aéronefs plus gros. Comme l'exploitant aérien est principalement une entreprise au niveau d'entrée de l'industrie, la complexité des SOP se veut une introduction et un outil d'apprentissage au type de SOP que les employés pourraient trouver dans des entreprises qui exploitent de plus gros aéronefs.*

Le manuel de référence rapide (QRH) fait partie du document SOP (chapitre 10). On a comparé le format et la mise en page du QRH à ceux d'autres manuels de ce type couramment utilisés dans le secteur. On a pu faire les observations suivantes :

- Les pages du manuel n'avaient pas d'onglets pour aider les équipages de conduite à trouver rapidement la section pertinente à consulter.

- La table des matières au début du QRH indiquait où trouver les mesures correctives relatives à des conditions d'exploitation précises. Toutefois, les numéros de pages imprimés sur les pages du QRH étaient en petits caractères et se trouvaient dans le coin inférieur gauche des pages, ce qui les rendait difficiles à repérer en cas d'urgence.

### **Procédure d'utilisation normalisée de gestion du carburant de l'exploitant aérien**

Les SOP de l'exploitant aérien ne comprennent aucun renseignement d'orientation relativement à la surveillance et à la gestion du carburant, et l'enquête a établi que la commandante de bord et le premier officier employaient des méthodes différentes pour gérer et surveiller la consommation de carburant durant le vol. La commandante de bord consultait le système mondial de positionnement pour navigation satellite (GPS), qui fournit des données de base pour la planification de carburant en fonction d'une quantité de carburant et d'un taux de consommation déterminés par l'utilisateur. Le GPS ne permet aucune saisie de données relatives à la consommation réelle de carburant et à la quantité réelle de carburant à bord de l'aéronef à un moment précis, ou encore dans quel réservoir. En outre, la commandante de bord se fiait à sa mémoire pour déterminer la quantité de carburant à bord et dans quel réservoir il se trouvait, ainsi que pour décider quand changer de réservoir.

Le premier officier, quant à lui, appauvissait le mélange de carburant des moteurs à 22 gal/h (par moteur) au moyen du débitmètre de carburant numérique et incorporait une observation des indicateurs de quantité carburant dans son balayage visuel normal des instruments.

Les membres d'équipage de conduite n'ont pas discuté de stratégies de gestion du carburant durant l'exposé avant vol.

### **Aéronef**

Le carburant du Navajo Chieftain est stocké dans des réservoirs carburant souples (2 dans chaque aile). Les réservoirs extérieurs contiennent chacun 40 gal américains de carburant, tandis que les réservoirs intérieurs ont une capacité de 56 gal américains chacun, pour un total de 192 gal. De cette quantité, 182 gal américains sont utilisables. Les commandes de gestion du carburant comprennent les sélecteurs de réservoir carburant, les robinets coupe-feu et les robinets d'intercommunication carburant. Durant l'exploitation normale, chaque moteur est alimenté en carburant par son circuit respectif.

Deux indicateurs de quantité de carburant électriques sont installés dans le tableau supérieur. L'indicateur de quantité carburant de droite indique la quantité de carburant dans le réservoir de droite (intérieur ou extérieur) et celui de gauche indique la quantité de carburant dans le réservoir de gauche (intérieur ou extérieur). Quand on sélectionne un réservoir de carburant, son niveau de carburant s'affiche.

L'aéronef compte 2 (gauche et droite) voyants rouges « FUEL BOOST INOP » montés dans un panneau annonceur installé dans la partie supérieure du tableau de bord central. Ces voyants d'alarme s'allument lorsque la pression de suralimentation carburant diminue sous la barre des 3 lb/po<sup>2</sup>. Il y a également 2 (gauche et droite) pompes à carburant d'appoint électriques, en cas de défaillance d'une pompe à carburant entraînée par le moteur.

### **Renseignements météorologiques**

On a jugé que les conditions météorologiques n'avaient pas contribué à l'événement à l'étude.

### **Renseignements sur le personnel**

Les dossiers indiquent que la commandante de bord et le premier officier possédaient les licences et les qualifications nécessaires au vol en vertu de la réglementation en vigueur.

### **Examen de l'aéronef**

L'aéronef a été remorqué à l'aéroport et garé dans un hangar en vue d'un examen après accident.

On a alimenté en électricité les circuits de l'aéronef à partir de la batterie, et noté les quantités indiquées par les indicateurs de quantité carburant. Les indicateurs des réservoirs carburant intérieurs de gauche et de droite

montraient que les 2 réservoirs étaient pleins environ aux  $\frac{3}{4}$ . Cela correspond à une quantité utilisable de carburant d'environ 40 gal américains dans chacun des réservoirs.

Quand on a déplacé les sélecteurs de réservoir carburant en position extérieur, les indicateurs montraient que le réservoir gauche était vide, et que le réservoir de droite était plein – en fait, l'aiguille dépassait le repère maximum. On pouvait voir par l'orifice de remplissage des dommages mécaniques au dispositif de transmission de quantité de carburant du réservoir extérieur. On a purgé le carburant des réservoirs carburant extérieurs. Le réservoir de carburant extérieur de gauche contenait 0,09 gal américain, et celui de droite, 0,05 gal américain. D'après le POH, la quantité de carburant inutilisable dans les réservoirs carburant extérieurs est de 2 gal américains par réservoir.

### **Messages de sécurité**

Comme le montre cet événement, en l'absence de SOP pour la gestion du carburant, une panne d'alimentation carburant peut se produire, même s'il reste assez de carburant dans les réservoirs pour effectuer le vol prévu. De plus, si les équipages de conduite n'exécutent pas chaque étape des procédures de la liste de vérification, ils risquent d'être incapables de corriger des situations d'urgence. Toutefois, dans l'événement en cause, lorsque l'équipage de conduite a constaté que l'aéronef ne pourrait gagner l'aéroport, son établissement des priorités pour sélectionner une zone d'atterrissage convenable et gérer le régime de l'aéronef lui a permis de réussir l'atterrissage d'urgence.

### **Mesures de sécurité prises**

À la suite de cet événement, l'exploitant aérien a apporté plusieurs modifications aux SOP, au QRH et à la liste de vérification des procédures normales pour le Piper Navajo, et les a présentées à Transports Canada. Ces changements comprennent :

- l'ajout d'une étape pour régler une minuterie lorsque l'on sélectionne les réservoirs carburant extérieurs;
- le déplacement de l'étape de transition des réservoirs extérieurs aux réservoirs intérieurs, de la liste de vérification avant atterrissage à la liste de vérification de descente dans la liste de vérification des procédures normales de la compagnie;
- l'ajout aux SOP de la compagnie de directives sur les procédures d'acceptation d'un changement de piste;
- l'ajout aux SOP de renseignements additionnels sur la procédure d'évacuation d'aéronef ;
- l'ajout aux SOP de procédures améliorées sur la préparation des passagers à un atterrissage d'urgence;
- l'ajout d'onglets aux pages du QRH pour faciliter la procédure d'identification;
- l'ajout aux SOP de renseignements additionnels sur les procédures en cas de moteur qui a des ratés, et l'ajout au QRH d'une liste de vérification en cas de moteur qui a des ratés.

De plus, le plan de formation pour nouveaux membres d'équipage de conduite ainsi que le plan d'intervention d'urgence de la compagnie ont été modifiés, et la compagnie a organisé un cours sur la gestion de la fatigue et les facteurs humains qui sera donné par un fournisseur du secteur. △