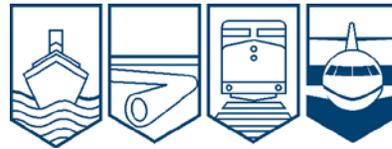


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A12P0136



COLLISION AVEC LE RELIEF

**PIPER PA-30, TWIN COMANCHE, C-GLGJ
18 NM À L'OUEST DE KELOWNA (COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 13 AOÛT 2012**

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but d'améliorer la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête aéronautique

Collision avec le relief

Piper PA-30, Twin Comanche, C-GLGJ
18 nm à l'ouest de Kelowna (Colombie-Britannique)
le 13 août 2012

Rapport numéro A12P0136

Résumé

Un Piper PA-30 Twin Comanche (numéro de série 30-300, immatriculé C-GLGJ) privé quitte l'aéroport de Penticton, en Colombie-Britannique à 14 h 32, heure avancée du Pacifique, de clarté, suivant un plan de vol selon les règles de vol à vue, en direction de Boundary Bay avec à son bord 1 pilote et 3 passagers. L'avion vole en direction nord sur une distance d'environ 20 milles marins, en survolant le lac Okanagan, avant de virer à l'ouest dans une vallée. Ce virage est effectué environ 14 milles marins plus loin que prévu en raison d'un taux de montée plus faible que prévu. À 14 h 54, le pilote d'un avion de ligne survolant la région capte le signal d'une radiobalise de repérage d'urgence et le transmet au centre de contrôle régional (CCR), qui, à son tour, le transmet au Centre conjoint de coordination de sauvetage. L'épave de l'avion est localisée approximativement 2 heures et demie plus tard dans une zone boisée à proximité du site de la mine Brenda, à environ 18 milles marins à l'ouest de Kelowna. Il n'y a pas eu d'incendie. Les 4 occupants ont été grièvement blessés; l'un d'eux est mort sur les lieux et un deuxième est décédé à l'hôpital 2 jours plus tard.

This report is also available in English.

Renseignements de base

Déroulement du vol

La première des deux étapes du vol commençait à Boundary Bay (CZBB), en Colombie-Britannique, où le pilote a fait remplir le réservoir principal, le réservoir auxiliaire et les réservoirs d'extrémité de l'appareil C-GLGJ. Le plein de carburant consiste en 90 gallons impériaux ou 636 livres, ce qui donne à l'avion une autonomie d'environ 6 heures. L'avion a quitté Boundary Bay à 12 h 30¹ en direction de l'aéroport de Penticton (CYYF), en Colombie-Britannique, selon les règles de vol à vue (VFR) avec à son bord le pilote et un passager. Il est arrivé à Penticton, situé à environ 140 milles marins (nm) à l'est de Boundary Bay, à 13 h 43, soit après un vol de 1,2 heure.

L'avion est demeuré au sol à Penticton pendant 49 minutes au cours desquelles le pilote a téléphoné au centre d'information de vol (FIC) de Kamloops afin de déposer un plan de vol VFR pour le retour. Selon le plan de vol, l'itinéraire prévoyait relier Penticton à Boundary Bay en passant par Princeton et Hope. En tenant compte de la composante de vent de face, le vol de retour devait prendre environ 1,4 heure. L'agent du centre d'information de vol a alors affirmé avoir récemment reçu un rapport de pilote faisant état d'une visibilité de 2 ¼ nm et de brume dans la région de Princeton, et a demandé au pilote en cause s'il avait rencontré de la brume dans cette zone durant le vol vers Penticton. Le pilote a confirmé que cela avait été le cas.

Deux autres personnes sont montées à bord de l'avion avec leurs bagages. Juste avant le départ, le pilote a communiqué avec la station d'information de vol (FSS) de Penticton et a fait part de son intention de décoller de la piste 34 et de monter à 5000 pieds au-dessus du niveau de la mer avant de virer à l'ouest en direction de Boundary Bay. Après le décollage de l'aéroport de Penticton, le pilote a constaté que le taux de montée de l'avion était beaucoup plus faible qu'il avait été deux jours plus tôt lorsqu'il avait quitté Penticton avec seulement deux personnes à bord. Par conséquent, le pilote n'a pas viré à l'ouest au point indiqué sur la route VFR publiée, c'est-à-dire à environ 6 nm au nord de Penticton (soit l'itinéraire emprunté durant le vol précédent de Penticton à Boundary Bay), mais a plutôt volé sur une distance d'environ 20 nm vers le nord avant de virer à l'ouest près de Peachland (figure 1).

On ne sait pas à quelle altitude l'appareil C-GLGJ volait lorsque le virage à l'ouest a été amorcé en direction d'un relief montagneux en pente ascendante, mais l'avion n'a pas été vu sur le radar. Le radar avait repéré dans ce secteur des avions qui volaient à une altitude aussi basse que 4000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Après avoir viré à l'ouest, l'avion a remonté la vallée de Trepanier Creek en suivant la route 97C (également connue sous le nom « Okanagan Connector ») sur une distance d'environ 10 nm avant de s'écraser à 4595 pieds au-dessus du niveau de la mer dans une zone boisée plane sur la digue de résidus de la mine Brenda.

Un automobiliste circulant sur la route 97C a déclaré avoir vu l'avion en cause à environ 2 nm du lieu de l'accident plus bas dans la vallée alors qu'il montait lentement vers la digue de résidus et qu'il volait à peu près à la même altitude que celle du lieu de l'accident.

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée du Pacifique (temps universel coordonné moins 7 heures).

L'automobiliste a également signalé que la visibilité était mauvaise dans la région en raison de la présence de fumée.

L'équipage d'un avion de ligne survolant le lieu de l'accident a reçu le signal de 121,5 MHz d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT) qu'il a transmis au Centre de contrôle régional (CCR) de Vancouver. Le CCR a alors informé le Centre conjoint de coordination de sauvetage de Victoria qui a dépêché sur place des membres du personnel de recherche et sauvetage; ceux-ci ont été parachutés sur les lieux de l'accident à 17 h 31. Ils ont constaté le décès d'un des occupants sur place. Les trois autres occupants, qui étaient grièvement blessés, ont été transportés par hélicoptère à l'hôpital où un second occupant est décédé plus tard.

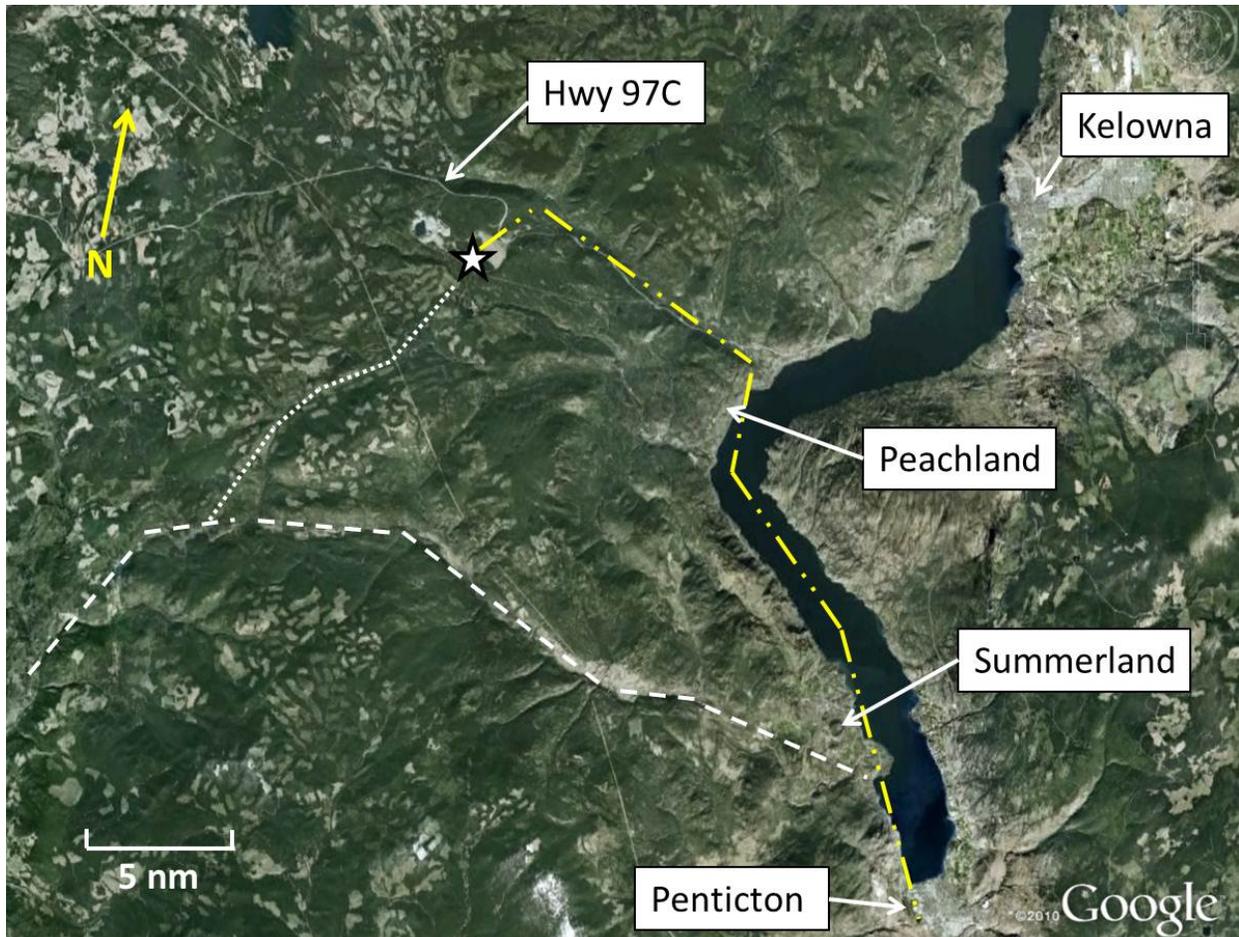


Figure 1. Carte montrant la trajectoire probable le long du lac et jusqu'au lieu de l'accident (ligne en traits et en points), l'itinéraire VFR publié à l'ouest du lac (ligne en tirets) et la route à basse altitude qui relie les deux (ligne pointillée).

Lieu de l'accident

L'avion s'est écrasé dans une zone boisée plane sur la digue de résidus de la mine Brenda, à environ 0,7 nm au sud-ouest de la route 97C (photo 1) à une altitude de 4595 pieds au-dessus du niveau de la mer. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une route VFR publiée, la route 97C longe la vallée de Trepanier Creek et est souvent suivie par les pilotes lorsqu'ils volent vers l'ouest à partir de la vallée de l'Okanagan. La mine Brenda est située à environ 10 nm au nord de la route VFR publiée qui relie Summerland à Princeton, et la vallée qui se trouve au sud-ouest de la mine et

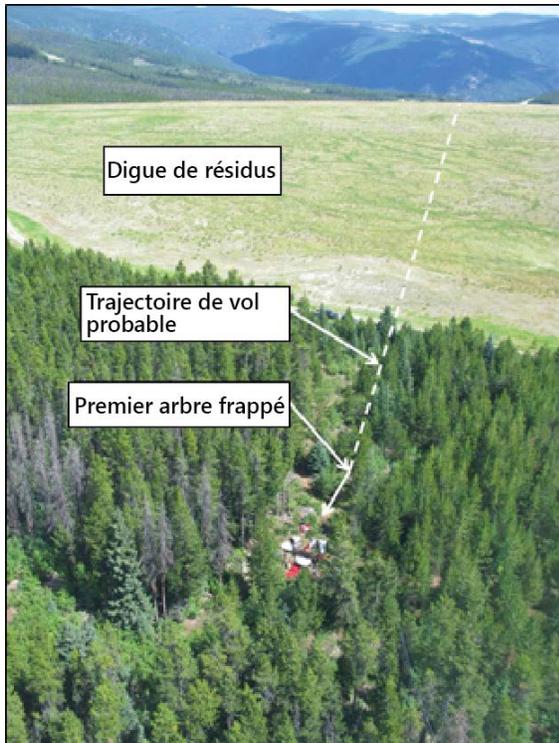


Photo 1. Photo montrant le lieu de l'accident et la trajectoire de vol probable avant l'impact avec le premier arbre.

qui rejoint la route VFR publiée est un choix logique comme trajectoire à basse altitude entre les deux localités (figure 1).

Le relief qui précède la zone boisée du lieu de l'accident est une surface plane, couverte d'herbe, au sommet de la digue de résidus de la mine (photo 1). Selon les traces laissées par l'avion au moment de heurter les arbres, cet avion a probablement volé au-dessus du sol gazonné et dégagé sur une distance d'environ 1600 pieds, puis a survolé la zone boisée sur 200 pieds avant d'entrer en contact avec le premier arbre. Les arbres situés immédiatement après le lieu de l'accident ainsi que ceux situés à droite de celui-ci étaient environ deux fois plus grands (~70 pieds) que les arbres que l'avion a survolés (~35 pieds) et frappés. Une trajectoire parallèle à la même altitude, mais à environ 1000 pieds plus à gauche, aurait donné au-dessus d'un relief suffisamment bas pour que l'appareil puisse éviter les arbres et continuer vers Princeton.

Après avoir heurté le premier de 5 petits arbres, l'avion a parcouru environ 75 pieds avant de s'immobiliser. Selon les dommages subis par le

bord d'attaque des ailes, l'avion a percuté les arbres à un angle d'inclinaison d'environ 45 degrés, vers la droite. L'impact avec les arbres et le sol a arraché les 6 pieds extérieurs des deux ailes et a brisé le fuselage en trois morceaux, bien que l'avion soit demeuré en position horizontale. Les volets et le train d'atterrissage ont été retrouvés en position complètement rentrée. Les deux hélices ont subi des dommages sur le bord d'attaque et de légères égratignures, de même que des déformations importantes en flexion.

Cinq des six bouchons de réservoir de carburant de style thermos² étaient en place sur leurs goulots de remplissage respectifs (le bouchon du réservoir d'extrémité de droite n'a pas été retrouvé). Les deux réservoirs d'extrémité ainsi que le réservoir principal et le réservoir auxiliaire de l'aile droite ont été percés; environ 40 gallons impériaux d'essence aviation se sont déversés sur les lieux de l'accident. Le boîtier de la batterie, situé dans la partie arrière du fuselage, s'est détaché de son support. Par conséquent, le câble positif de la batterie s'est détaché du solénoïde principal isolant ainsi la batterie de l'appareil. Il n'y a pas eu d'incendie.

Plus de 140 livres de bagages (dont des emballages, des sacs, un matelas pneumatique, un ordinateur portable, de la nourriture, etc.) et de l'équipement d'aéronef (notamment des journaux de bord, des casques d'écoute, des cales de roues, un timon de remorque, une couverture d'avion, des sangles d'arrimage des bagages, des produits de nettoyage, une trousse

² Les bouchons du réservoir principal et du réservoir auxiliaire avaient été fabriqués par Moeller Mfg. Co. Un autocollant apposé sur les bouchons des principaux réservoirs de carburant indique qu'il s'agit de pièces approuvées par la FAA et la PMA et vendues par l'entreprise Webco Aircraft.

de survie, des trousse de premiers soins, de l'huile de rechange, des bouteilles d'eau, etc.) ont été récupérés sur l'épave.

Les 4 occupants portaient leur ceinture de sécurité. L'appareil, fabriqué en 1964, n'était pas doté de baudriers³, et n'était pas tenu de l'être par la réglementation. Les 4 occupants ont subi des blessures graves à la tête; elles ont été mortelles pour deux d'entre eux. Les survivants ne se souviennent pas des dernières minutes du vol avant l'écrasement.

La radiobalise de repérage d'urgence (ELT) s'est déclenchée automatiquement lors de l'impact et a transmis le signal jusqu'à ce que le personnel de sauvetage l'éteigne manuellement.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques rapportées à l'aéroport de Penticton (altitude de 1130 pieds au-dessus du niveau de la mer) à 14 h, soit une demi-heure avant le départ de l'appareil C-GLGJ, étaient les suivantes : vent 360° vrai (V) soufflant à 9 nœuds, visibilité de 15 milles terrestres, quelques nuages à 18 000 pieds au-dessus du sol, nuages fragmentés à 25 000 pieds au-dessus du sol, température de 32 °C, point de rosée de 10 °C et calage altimétrique de 29,89 pouces de mercure (po Hg). Cela correspond à une altitude-densité d'environ 3300 pieds au-dessus du niveau de la mer. Les seuls changements importants dans les conditions météorologiques rapportées une heure plus tard (à 15 h, soit environ 6 minutes après que le signal de la radiobalise de repérage d'urgence de l'avion ait été rapporté) concernaient une augmentation de la température à 34 °C, une diminution du point de rosée à 7 °C, et une diminution de la pression barométrique à 29,88 po Hg). Cela correspond à une altitude-densité d'environ 3500 pieds au-dessus du niveau de la mer.

Les conditions météorologiques rapportées à 15 h à l'aéroport de Kelowna (CYLW, altitude de 1421 pieds au-dessus du niveau de la mer), qui se trouve à 31 nm au nord de Penticton, étaient les suivantes : visibilité de 9 milles terrestres dans la brume et altitude-densité de 3 700 pieds. La visibilité rapportée à cet endroit était de 2 ¼ milles terrestres dans la brume à 13 h 02 et de 6 milles terrestres dans la brume à 14 h.

Une visibilité réduite en raison de la fumée produite par un feu de forêt a été signalée à 14 h à plusieurs aéroports à l'ouest de Penticton et Kelowna, y compris Princeton (visibilité de 3 milles terrestres), Merritt (visibilité de 9 milles terrestres) et Hope (visibilité de 9 milles terrestres). Les automobilistes circulant sur la route 97C près de la mine Brenda ont signalé une mauvaise visibilité en raison de la fumée immédiatement avant et après l'accident.

À 14 h, une station météorologique du service forestier de la Colombie-Britannique située à 1,5 nm à l'ouest et à 200 pieds au-dessus du lieu de l'accident a enregistré une température de 25,5 °C, une humidité relative de 12 %, et des vents de 4 nœuds à 286° vrai (V). Selon les calculs, l'altitude-densité était de plus de 7000 pieds au-dessus du niveau de la mer sur les lieux de l'accident.

³ Le RAC 605.24 (1) (Exigences relatives à la ceinture-baudrier) précise que chaque siège avant des petits avions construits avant le 18 juillet 1978 doit être muni d'une ceinture-baudrier. Le RAC 605.24 (3) précise que tous les sièges des avions comptant 9 sièges ou moins construits après le 12 décembre 1986 doivent être munis d'une ceinture-baudrier.

Pilote

Le pilote était titulaire d'une licence canadienne de pilote professionnel valide (avion) et son dossier médical était à jour; il était qualifié pour effectuer le type de vol en question. Le pilote avait à son actif environ 338 heures de vol au total; de ce nombre, il avait accumulé environ 106 heures aux commandes d'un aéronef multimoteur, dont environ 65 heures à bord de l'appareil en cause. Le pilote était également qualifié pour voler selon les règles de vol aux instruments (IFR) et était autorisé à piloter des hydravions. La durée totale de vol en compagnie d'un instructeur sur l'appareil C-GLGJ était de 6,9 heures et la sortie de ce type la plus récente avait duré 1,5 heure et avait eu lieu environ 5 mois avant l'accident.

Le pilote avait l'habitude de faire fonctionner les moteurs sans utiliser les turbocompresseurs afin de maintenir constante la pression d'admission, et de toujours remplir les réservoirs à pleine capacité avant un vol.

Le pilote avait fait l'aller-retour entre Boundary Bay et Penticton à bord de l'appareil C-GLGJ à au moins 2 occasions avant le vol en cause; le vol le plus récent avait eu lieu le 11 août 2012 (2 jours avant le vol en cause). À cette occasion, le pilote avait transporté 3 amis à Penticton, où il avait déposé 2 d'entre eux, et était revenu à Boundary Bay avec le troisième. Immédiatement avant que l'appareil C-GLGJ quitte Penticton pour ce vol, le spécialiste de la station d'information de vol (FSS) de CYYF a conseillé au pilote de monter jusqu'à 5000 pieds au-dessus du niveau de la mer avant de virer à l'ouest en direction du relief ascendant. Cette recommandation est introuvable dans les sources habituelles de planification de vol VFR, notamment la carte de navigation VFR ou le Supplément de vol – Canada. La seule source d'information qui en fait mention, mise à part la recommandation informelle faite de vive voix par le spécialiste de la FSS, est un placard affiché à l'aéroport de Penticton situé sur le mur côté piste, près de la porte du kiosque d'informations destinées aux pilotes. Cette porte n'est pas nécessairement utilisée par un pilote qui se rend côté aérogare, et aucun panneau n'était affiché au kiosque d'informations destinées aux pilotes.

Aéronef

L'avion a été fabriqué aux États-Unis par Piper Aircraft Corporation. À l'origine, il était équipé de moteurs atmosphériques, mais avait été doté de moteurs à turbocompresseur normalisés⁴ Lycoming IO-320-B1A et de réservoirs aux extrémités des ailes en 1968, conformément à un certificat de type supplémentaire. En mars 1980, l'avion a été importé au Canada où il a changé de propriétaire 4 fois avant juillet 2009.

L'avion était équipé d'un récepteur Garmin GNS 430 et d'un système de commandes automatiques de vol Century 2000. Il n'a pas été possible de déterminer quelles aides à la navigation étaient en fonction au moment de l'accident. Toutefois, le curseur de cap et l'aiguille de l'indicateur d'écart de route de l'indicateur de situation horizontale étaient tous deux réglés pour une trajectoire directe entre la mine Brenda et Hope. Le pilote avait l'habitude de ne pas activer le pilote automatique relié au récepteur GNS jusqu'à l'atteinte de l'altitude de croisière.

⁴ Le turbocompresseur a pour but de produire au maximum la pression atmosphérique du niveau de la mer, afin de compenser la perte de puissance causée par une diminution de la pression d'air à haute altitude (manuel d'utilisation du Piper PA-30, droits d'auteur 1990, Douglas L. Killough)

L'avion n'avait pas été équipé de ceintures-baudriers lors de sa fabrication. Toutefois, le 18 janvier 1995, la Piper Aircraft Corporation a publié le bulletin de service (BS) n° 980 recommandant l'installation de ceintures-baudriers sur plusieurs modèles d'avions Piper dont le PA-30. En raison d'une erreur typographique concernant l'admissibilité à cette modification des aéronefs par numéro de série, le BS n° 980 indique qu'une trousse d'installation de ceintures-baudriers n'est offerte que pour les sièges avant sur le type d'appareil en cause alors qu'en fait, il existe des trousse pour les sièges avant et arrière. Bien que Piper juge le BS n° 980 obligatoire, au Canada, les BS ne sont obligatoires que s'ils sont liés à une consigne de navigabilité (CN), ce qui n'est pas le cas pour ce BS.

Transports Canada indique que 17 CN⁵ relatives à des problèmes du circuit carburant s'adressaient à l'appareil C-GLGJ (4 d'entre elles ont été remplacées et ne sont plus en vigueur). Au moins 2 des CN en vigueur (79-12-08 et 83-10-01) concernent l'infiltration d'eau dans le circuit carburant. Des rapports d'accidents publiés par divers organismes responsables de mener des enquêtes sur les accidents d'avion⁶ indiquent que de l'eau est susceptible de s'infiltrer dans le circuit carburant du PA-30. Selon les rapports, un des endroits où l'eau peut s'infiltrer est le goulot de remplissage en raison de bouchons de réservoir mal ajustés.⁷ Des traces importantes de corrosion ont été observées sur les parties en acier du bouchon du réservoir de carburant auxiliaire droit. L'avion était normalement entreposé dans un hangar; toutefois, il était demeuré à l'extérieur pendant plusieurs mois dans des conditions d'humidité hivernale en 2011 et en 2012 en attendant la livraison de pièces et les travaux de maintenance.

Selon le manuel d'utilisation de l'aéronef, à sa masse brute maximale autorisée (3725 livres) et à une altitude de 3300 pieds (soit l'altitude-densité à Penticton au moment du décollage du vol en cause), le PA-30 Twin Comanche, muni de moteurs à turbocompresseur et fonctionnant à la puissance maximale de façon continue, a un taux de montée maximal d'environ 1250 pieds à la minute. Le manuel d'utilisation de l'aéronef du PA-30 muni de moteurs atmosphériques (non dotés de turbocompresseur) indique qu'à sa masse brute maximale autorisée (3600 livres) et à 3300 pieds d'altitude, le taux de montée maximal est également d'environ 1250 pieds à la minute. Les manuels d'utilisation ne précisent pas le taux de montée lorsque la puissance est réduite, comme il est recommandé de le faire au-dessus de 1000 pieds au-dessus du sol pour les deux modèles d'avions, mais il est raisonnable de supposer que le taux de montée est inférieur au taux obtenu lorsque la puissance maximale est exercée de manière continue. Le manuel d'utilisation fournit des renseignements sur la performance de l'appareil jusqu'à la masse brute maximale autorisée seulement, étant donné que l'avion ne doit pas être utilisé si sa masse est supérieur à cette valeur.

Il n'a pas été possible de déterminer le taux de montée réel de l'appareil C-GLGJ suivant son décollage de Penticton pour le vol en cause. Cependant, selon les données radars concernant l'étape de vol précédente (de Boundary Bay à Penticton), qui avait eu lieu environ 2 heures

⁵ Système Web d'information sur le maintien de la navigabilité (SWIMN) de Transports Canada.

⁶ Rapports CEN10FA122, MIA04FA064 et NYC00LA055 du National Transportation Safety Board (NTSB), rapports 2/2001 et 4/2003 de l'Air Accidents Investigation Branch (AAIB) du Royaume-Uni, et rapport AO-2010-023 de l'Australian Transport Safety Bureau (ATSB).

⁷ Transports Canada a publié l'avis de difficultés en service AV2009-05 pour répondre à la lettre d'information sur la sécurité 825-A08W0197-D1-L1 du BST. L'avis de Transports Canada porte sur les bouchons de carburant qui fuient et peut être consulté à l'adresse <http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/certification/maintien-avis-2009-05-435.htm>

avant l'accident, le taux de montée était d'environ 360 pieds à la minute. Le pilote avait l'habitude de prendre de l'altitude en conservant une pression d'admission de 25 pouces et un régime de 2500 tr/min. Pendant la montée lors de ce vol, l'avion volait à la vitesse offrant le meilleur taux de montée, était d'environ 400 livres plus léger que durant le vol en cause, et l'altitude-densité était d'environ 2700 pieds plus faible que durant le vol en cause.

Effets de l'altitude-densité sur les performances des aéronefs

La densité de l'air diminue avec une augmentation de l'altitude et de la température.⁸ Par conséquent, à température et à altitude élevées, les performances aérodynamiques et les performances du moteur de l'avion peuvent diminuer considérablement en raison des facteurs suivants :

- la puissance du moteur diminue parce que le mélange air-carburant est plus riche en carburant;
- l'hélice exerce une poussée moindre parce que les pales, qui ont un profil aérodynamique, sont moins efficaces lorsque l'air est moins dense;
- les ailes offrent une portance réduite parce que l'air moins dense exerce une force moindre sur leur surface portante.

L'altitude-pression correspond à l'affichage de l'altimètre lorsque celui-ci est réglé à la pression atmosphérique standard (29,92 pouce de mercure). L'altitude-densité est l'altitude-pression corrigée en fonction de la température lorsque la température extérieure réelle mesurée est différente de celle utilisée dans la définition des conditions atmosphériques types de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).⁹

Les moteurs à combustion interne combinent l'air et le carburant pour produire de la puissance. S'il y a moins d'air, une quantité moindre de carburant peut être utilisée et moins de puissance est produite. La puissance des moteurs d'avion et les données de performance de vol sont déterminées en fonction d'une atmosphère type. Toute modification à cet égard se traduit par un changement de la puissance produite par les moteurs et de la performance de l'appareil.

Pour compenser cette perte de puissance aux altitudes-densités plus élevées, de nombreux moteurs sont dotés d'un système de suralimentation qui comprime l'air admis dans le moteur, afin d'augmenter la quantité d'air consacré à la combustion. Ce système permet donc au moteur de produire sa puissance maximale à des altitudes-densités plus élevées. Le système de suralimentation utilisé sur l'avion en cause était alimenté par une turbine installée dans le système d'échappement qui entraînait un turbocompresseur monté dans le collecteur d'admission du moteur. À tout moment, lorsque le pilote constate une réduction de la pression d'admission en raison de l'altitude-densité, une soupape peut être ouverte afin de permettre à une plus grande quantité de gaz d'échappement d'alimenter le turbocompresseur, afin

⁸ Les renseignements fournis dans les 3 premiers paragraphes ont été extraits du document intitulé « *From the Ground Up* », édition Millennium (Ottawa : Aviation Publishers, 2004).

⁹ Les conditions atmosphériques types de l'OACI sont établies en fonction d'une pression atmosphérique mesurée au niveau de la mer (29,92 po Hg), d'une température de 15 °C au niveau de la mer, et d'un taux de diminution de la température en fonction de l'altitude (gradient adiabatique) de 1,98 °C par tranche de 1000 pieds.

d'augmenter la puissance du moteur. Pour ouvrir cette soupape, il suffit de tourner un bouton de commande permettant un réglage fin du turbocompresseur.

Registre de maintenance et carnet de vol

Les 4 derniers vols effectués par l'appareil C-GLGJ avant le vol en cause n'ont pas été consignés¹⁰ dans un carnet de vol. En outre, bien que les inscriptions dans le registre de maintenance indiquent qu'une quantité normale de travaux de maintenance (prévus et imprévus) ont été réalisés sur l'appareil depuis son importation au Canada, seules 5 déficiences ont été consignées au cours des 32 années entre le moment de son importation et l'accident.¹¹ Aucune des 5 déficiences consignées ne concerne le circuit carburant ou les moteurs, mais plusieurs inscriptions dans le registre de maintenance (dont certaines ont été faites durant les inspections régulières) montrent que des réparations ont été effectuées à la fois sur le circuit de carburant et sur les moteurs.

Une recherche dans la base de données du BST a révélé que le 5 juin 2005, un pilote aux commandes de l'appareil C-GLGJ entre Victoria et Abbotsford a rapporté au centre de contrôle de la circulation aérienne (ATC) qu'un des moteurs avait sursauté et avait eu des ratées pendant un certain temps avant que le problème se règle de lui-même.¹² Aucune trace de l'événement n'a été trouvée dans les carnets de vol de l'avion. Toutefois, une inscription dans le carnet de vol faite le 30 octobre 2005 (un peu plus de 8 heures de vol plus tard), montre que les deux servodistributeurs de régulation de carburant de gauche et de droite et les diviseurs de débit de carburant avaient été déposés et expédiés aux fins d'essais et de réparation.

Selon des notes trouvées dans l'épave de l'avion et écrites le 11 septembre 2011 suivant un vol entre Qualicum Beach et Boundary Bay, le moteur droit avait un débit excessif de carburant, en plus de subir des vibrations, et il était nécessaire d'actionner le palonnier à gauche de manière inhabituelle au décollage. Les notes indiquent également que la température des gaz d'échappement du moteur droit a chuté à environ 700 °F, tandis que la température des gaz d'échappement du moteur gauche est demeurée à environ 1 400 °F.¹³ Ces problèmes ne sont pas consignés dans les carnets de vol. Toutefois, lors de l'inspection annuelle la plus récente (réalisée le 29 février 2012, environ 0,3 heure de vol après le vol du 11 septembre 2011, soit 18 heures de vol avant l'accident), le réservoir souple principal droit a été remplacé, la corrosion du filtre à l'entrée du servodistributeur de régulation de carburant du moteur droit a été enlevée, et les buses d'injecteurs de carburant du cylindre numéro 3 du moteur droit ont été nettoyées.

¹⁰ Selon le point 4 de l'annexe I du RAC 605.94, chaque vol doit être inscrit dans le carnet de route chaque jour ou après chaque vol.

¹¹ Selon le point 9 de l'annexe I du RAC 605.94, les détails sur toute déficience d'une pièce ou d'un équipement de l'aéronef doivent être inscrits dans le carnet de route le plus tôt possible après la constatation de la déficience, mais au plus tard avant le prochain vol.

¹² Rapport du laboratoire du BST A05P0131

¹³ Le rapport d'accident MIA04FA064 du NTSB a révélé que la température des gaz d'échappement d'un des moteurs du PA-30 en cause a chuté de 1 400 °F à 700 °F immédiatement avant l'accident. L'avion avait connu, par le passé, plusieurs problèmes d'obstruction de la buse de carburant; de l'eau et de la corrosion avaient été retrouvées dans le circuit carburant lors de l'inspection effectuée après l'écrasement.

La photo 2, prise lors d'un vol effectué le 23 mars 2012 (12 heures de vol avant l'accident), montre que l'indicateur du débit de carburant du moteur droit affiche un débit plus élevé de 45 % que celui du moteur gauche, même si le réglage de la manette des gaz et la pression d'admission sont identiques pour les deux moteurs. Aucun problème n'a été rapporté dans les carnets de vol. Selon la description des systèmes fournie dans le manuel d'utilisation : « [traduction] Il est important de souligner que si les indicateurs montrent une augmentation ou une valeur excessive du débit de carburant, il est probable qu'il y ait une obstruction des conduites ou des buses des injecteurs ». La jauge du débit de carburant, exprimé en gallons par heure, ne permet pas de mesurer directement le débit de carburant; il s'agit plutôt d'une mesure de la pression du carburant acheminé aux injecteurs. Si une buse devient partiellement ou complètement obstruée, la pression de carburant dans les autres buses augmente (et la jauge indique une augmentation du débit de carburant), même si le débit de carburant total du moteur n'augmente pas. Le cylindre dont la buse est obstruée reçoit alors un mélange plus pauvre, tandis que les autres cylindres reçoivent un mélange plus riche. Les vibrations du moteur augmentent et, bien que la température des gaz d'échappement varie en fonction du mélange air-carburant dans chaque cylindre, elle sera nettement inférieure à la normale pour un cylindre dont la buse de carburant est très obstruée. La puissance du moteur est également réduite. Toutefois, sur les moteurs équipés d'hélices à vitesse constante (comme l'avion en cause), les indicateurs du régime et de la pression d'admission affichent des valeurs proches de la normale.



Photo 2. Photo de l'indicateur de débit de carburant prise le 23 mars 2012

Une inscription dans le registre de maintenance faite le 13 juillet 2012 (soit environ 5 heures de vol avant l'accident, après un autre vol entre Qualicum Beach et Boundary Bay) montre que des travaux de maintenance imprévus ont été effectués sur le moteur droit, dont un entretien des bougies d'allumage, un essai des câbles des bougies et un essai des deux moteurs au sol afin de vérifier les magnétos. Aucune déféctuosité n'a été inscrite dans le carnet de vol, ce qui aurait

permis de comprendre la raison des travaux de maintenance, et les données consignées par l'organisme de maintenance indiquent l'absence de toute défectuosité.

Masse et centrage

Le pilote n'a pas effectué de calculs de masse et centrage pour le vol en cause, ni pour l'étape précédente. Le carnet de vol ne contenait pas les renseignements de masse et de centrage à vide nécessaires¹⁴ pour que le pilote puisse calculer la masse et le centrage une fois l'appareil chargé. Aucune autre information sur la masse et le centrage n'a été trouvée dans l'avion.

La section portant sur la masse et le centrage du manuel d'utilisation conservé à bord de l'avion, stipule entre autres ce qui suit : [traduction]

Pour que l'appareil affiche les performances et les caractéristiques de vol prévues, son poids et son centre de gravité doivent respecter les limites de fonctionnement approuvées. Bien que l'avion offre une certaine marge de manœuvre quant au chargement, il ne peut pas être piloté avec, à son bord, le nombre maximum de passagers adultes, les réservoirs remplis au maximum de leur capacité et le maximum de bagages. Cette marge de manœuvre s'accompagne d'une certaine responsabilité. Le non-respect des limites de chargement a des conséquences, quels que soient les avions. Un avion surchargé n'offre pas une aussi bonne performance, et n'est pas aussi sûr, qu'un avion chargé correctement. Plus le chargement d'un avion est lourd, tout en respectant les limites approuvées, moins bonne est sa performance à l'égard du taux de montée, et plus la vitesse de décrochage est élevée.

L'enquête a révélé que l'avion a quitté Penticton avec à son bord environ 150 livres de plus que la masse brute maximale autorisée et qu'au moment de l'accident, sa masse était d'environ 110 livres de plus que la masse brute maximale autorisée. Le centrage de l'avion est demeuré dans les limites permises.

Démontage du moteur

Les deux moteurs ont été démontés et inspectés après l'accident. Selon les constatations faites, les deux moteurs fonctionnaient au moment de l'impact, mais il a été impossible de déterminer leur régime. Les soupapes de décharge des turbocompresseurs des deux moteurs étaient en position ouverte (position de dérivation), ce qui signifie que les turbocompresseurs n'étaient pas utilisés.

Aucune anomalie n'a été décelée sur le moteur gauche. Les bougies de 3 des cylindres du moteur droit présentaient une accumulation de carbone (indiquant probablement un mélange riche), tandis que les bougies du cylindre numéro 2 ne présentaient presque aucune accumulation de carbone. Une obstruction partielle causée par ce qui s'est révélé être de la rouille (rapport LP242/2012 du Laboratoire de la Direction générale de l'ingénierie du BST) a été décelée dans une des buses de carburant (injecteur) du moteur droit. Il a été déterminé que cette buse avait un débit d'environ le 1/3 de celui des trois autres injecteurs de carburant sur ce moteur. Une quantité importante de rouille a été détectée sur les pièces en acier du diviseur de débit de carburant et autour de celles-ci, immédiatement en amont des buses.

¹⁴ Selon le point 2 de l'annexe I du RAC 605.94, le carnet de route doit préciser la masse à vide et le centre de gravité à vide de l'avion, ainsi que toute modification apportée à la masse à vide et au centre de gravité à vide.

Prise de décisions du pilote

Le document TP 13897 de Transports Canada, intitulé « *Prise de décisions du pilote* »¹⁵, fait état des points suivants :

Le pilotage est un processus continu de prise de décision qui met en jeu le pilote, l'aéronef, l'environnement dans lequel le vol a lieu, l'opération aérienne elle-même et la situation de vol...

... Les élèves-pilotes se voient imposer des restrictions pendant leur formation, et les plans de leçon ainsi que la surveillance de l'instructeur permettent de doser le degré d'exposition aux risques. Toutefois, dès qu'ils ont obtenu leur licence, les contraintes ne sont pas aussi fortes qu'auparavant et les élèves-pilotes peuvent faire face à des risques plus élevés. Ils évolueront dans des conditions météorologiques qu'ils n'ont peut-être jamais rencontrées auparavant, piloteront des aéronefs plus perfectionnés et entreprendront des voyages qui, en plus d'être complexes, seront plus longs. Ils seront amenés à évoluer à la verticale de terrains tout à fait différents des terrains qu'ils avaient survolés au cours de leur formation. Bref, ils accumuleront de l'expérience, mais, au tout début, ils ne pourront peut-être pas reconnaître certains dangers et ne posséderont pas un ensemble de modèles de comportements fondés sur les règles qui soient aussi riches que ceux des pilotes les plus chevronnés. En raison de ce manque d'expérience, ils ne seront pas aussi bien préparés pour faire face à d'éventuelles situations.

Enregistreurs de bord

L'avion en cause était dépourvu d'enregistreurs de bord, comme l'enregistreur de la parole dans le poste de pilotage et l'enregistreur de données de vol; la réglementation n'en exigeait pas. En outre, il n'était doté d'aucun autre appareil comme un système de suivi de vol, un récepteur GPS portatif ou un appareil photo dans le poste de pilotage.

Rapports du laboratoire du BST

L'enquête a donné lieu aux rapports de laboratoire suivants :

- LP152/2012 - GNS Analysis (analyse du récepteur GNS);
- LP242/2012 - Fuel nozzle blockage analysis (analyse de l'obstruction de la buse de carburant).

¹⁵ Transports Canada, TP 13897 – *Prise de décisions du pilote* - PDP

Analyse

Performance de l'aéronef

L'augmentation de l'altitude-densité de 3300 pieds au décollage à plus de 7000 pieds au lieu de l'accident a entraîné une réduction de la puissance du moteur et des performances aérodynamiques. Plus particulièrement, la décision du pilote de ne pas utiliser le turbocompresseur a fait en sorte que les moteurs se sont comportés comme des moteurs atmosphériques, c'est-à-dire que leur performance diminuait au fur et à mesure que l'avion prenait de l'altitude.

Le pilote n'a pas calculé la masse et le centrage pour le vol en cause ni pour l'étape de vol précédente. Cette lacune s'explique probablement, en partie, par le fait que l'information nécessaire au calcul n'était pas accessible au pilote, dans le carnet de route ou ailleurs dans l'avion. Durant l'étape de vol qui a précédé le vol en cause, l'appareil C-GLGJ a décollé de Boundary Bay avec les réservoirs de carburant remplis au maximum de leur capacité (autonomie d'environ 6 heures), une quantité beaucoup plus élevée que celle requise pour exécuter les 2 étapes de vol prévues (environ 2,6 heures de vol au total). Sur le vol en cause, une fois que les passagers supplémentaires et leurs bagages ont été embarqués à Penticton, la masse de l'avion excédait sa masse brute maximale autorisée d'environ 150 livres. Aucune mesure n'a été prise pour réduire le poids de l'avion et cet excès de poids a contribué à réduire le taux de montée.

La buse de l'injecteur de carburant partiellement obstruée a empêché le moteur droit de produire autant de puissance que le moteur gauche. Il a été impossible de déterminer avec exactitude la mesure dans laquelle la puissance a été réduite, mais le taux de montée de l'avion, le jour de l'accident, était beaucoup plus faible que les valeurs énoncées dans le manuel d'utilisation. L'indicateur de débit de carburant a montré que le débit de carburant du moteur droit était plus élevé que celui du moteur gauche alors qu'en réalité c'est le contraire qui s'est produit. En raison de cette indication erronée, même si les indicateurs de régime et de pression d'admission étaient normaux, il est probable que le pilote n'a pas reconnu le problème ou les conséquences.

L'altitude-densité élevée, l'excès de poids de l'avion, le fait de ne pas utiliser les turbocompresseurs et la puissance réduite du moteur droit ont tous contribué à la réduction du taux de montée.

Déroulement probable des événements menant à l'accident

Le pilote avait remarqué, après le décollage de Penticton, que le taux de montée de l'avion était plus faible que prévu, et il savait qu'il était recommandé de grimper jusqu'à une altitude de 5000 pieds avant de virer à l'ouest en direction du relief élevé; malgré cela, il a effectué le virage à l'ouest à une altitude inférieure. Le pilote a poursuivi son vol au-dessus de la vallée vers une zone où le relief était plus élevé, dans un avion aux performances réduites.

Le pilote a décidé d'effectuer le vol tout en étant conscient que la visibilité vers l'ouest (l'itinéraire prévu) était réduite en raison de la fumée. Il est presque certain que la visibilité était réduite aux environs de la mine Brenda.

Ni l'un ni l'autre des survivants ne se rappelle les derniers moments du vol, et personne d'autre n'a été témoin de l'accident; en outre, il n'y avait aucun appareil d'enregistrement de bord. La dernière fois que l'avion a été aperçu par un témoin, il se trouvait à environ 2 nm du lieu de l'accident; il montait lentement et était à peu près à la même altitude que celle du lieu de l'accident. Il n'a pas été possible de déterminer pourquoi le pilote a choisi cette trajectoire de vol, au lieu d'une trajectoire légèrement sur sa gauche qui lui aurait permis de survoler un relief plus bas et dégagé, mais il est probable qu'en raison de la visibilité réduite, il ne s'est pas rendu compte qu'il existait une route plus sûre.

Vu le petit nombre d'arbres endommagés, la faible distance parcourue après le premier impact et l'intégrité relative de l'épave, l'avion volait probablement à faible vitesse au moment de l'accident. Les dommages subis par les arbres et les bords d'attaque des ailes indiquent que l'avion descendait avec une inclinaison de 45° vers la droite quand il a heurté les arbres. Si l'avion avait conservé cette assiette pendant plus de quelques secondes, il est probable que sa vitesse au moment de l'impact aurait été plus élevée. Il est donc probable que l'avion survolait les arbres à une altitude relativement basse alors que la visibilité était réduite juste avant l'impact. En raison de la basse altitude au-dessus du relief, la marge de manœuvre était insuffisante et l'avion est descendu dans les arbres.

Prise de décisions du pilote

Le pilote avait obtenu une licence de pilote professionnel et possédait plusieurs annotations, mais avait relativement peu d'expérience. En outre, même si l'avion en cause était assez perfectionné (bimoteur à turbocompresseur, train escamotable et pilote automatique), il s'agissait d'un appareil à propriétaire et exploitant privé, ce qui signifie que le pilote n'avait pas accès au soutien organisationnel dont bénéficie un élève ou un pilote volant pour un exploitant commercial. Ce soutien comprend des ressources comme l'expérience des collègues, l'appui d'un copilote ou d'un instructeur, la supervision de la direction, l'entraînement périodique et les programmes de maintenance de la compagnie.

Il est probable que le pilote avait déjà été exposé à chacun des facteurs qui ont contribué au faible taux de montée de l'avion, notamment une altitude-densité élevée, un excès de poids brut et un moteur fonctionnant à puissance réduite, mais il est peu probable qu'avant le vol en cause le pilote les ait tous rencontrés en même temps. Comme en fait foi le document TP 13897, le pilotage est un processus continu de prise de décision. Le processus est enclenché avant le vol, lorsque le pilote dresse son plan en vue de réaliser un vol en toute sécurité, et se poursuit tout au long du vol au cours duquel le pilote assure un suivi afin de déterminer si le plan est exécuté comme prévu. Si ce n'est pas le cas, le pilote doit être en mesure de réviser le plan au besoin, et souvent rapidement. Si le pilote ne reconnaît pas une situation qui nécessite de revoir le plan, ou s'il n'a pas de plan de rechange, le risque augmente.

Carnets de vol

Le pilote en cause (et les pilotes qui ont utilisé l'appareil C-GLGJ avant lui) n'écrivait pas tous les problèmes de l'avion dans les carnets de vol. En plus d'être contraire aux RAC, cette façon de faire empêche les pilotes et les responsables de la maintenance de reconnaître les tendances, de comprendre l'importance des problèmes et de savoir quels correctifs ont été apportés (qu'ils aient réglé le problème ou non). Cette enquête a révélé que le problème d'obstruction de la buse de carburant s'était manifesté en septembre 2011, puis à nouveau en novembre 2011, mais qu'il existait probablement déjà dès 2005, soit sept ans avant l'accident. Parce que les symptômes

récurrents (indication de débit de carburant élevé, vibrations excessives, température des gaz d'échappement inhabituelle et nécessité d'actionner le palonnier à gauche au décollage) n'ont pas été correctement consignés, les personnes concernées n'ont pas pu diagnostiquer et corriger le problème (infiltration d'eau dans les réservoirs de carburant causant de la rouille dans le circuit carburant) comme il se doit.

Autre

La déconnexion de la batterie du réseau électrique de l'appareil au moment de l'accident a éliminé le risque qu'un arc électrique se produise (l'une des principales sources d'incendie après impact). Malgré la grande quantité d'essence aviation répandue, il n'y a pas eu d'incendie après impact.

L'avion n'était pas équipé de ceintures-baudriers et n'était pas tenu de l'être par la réglementation. Les propriétaires de l'avion n'étaient pas au courant qu'il existait une trousse d'installation de ceintures-baudriers recommandée par l'avionneur. Les 4 occupants ont subi de graves blessures à la tête. La gravité des blessures subies par les occupants aurait probablement été moindre s'ils avaient eu une ceinture-baudrier.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. L'altitude-densité élevée, l'excès de poids de l'avion, le fait de ne pas utiliser les turbocompresseurs et la puissance réduite du moteur droit ont tous contribué à la réduction du taux de montée.
2. Le pilote a poursuivi le vol en direction d'une zone de relief plus élevé, et l'avion n'a pas pu grimper assez rapidement pour franchir ce relief.
3. L'avion est entré en collision avec le relief, alors qu'il se trouvait probablement dans une zone à visibilité réduite.

Faits établis quant aux risques

1. Les occupants sont exposés à un risque accru de blessures si l'avion n'est pas équipé de ceintures-baudriers
2. Si les activités de maintenance ne sont pas correctement consignées, il n'est pas possible de diagnostiquer et de corriger correctement les défauts.

Autres faits établis

1. La déconnexion de la batterie au moment de l'accident a éliminé une source d'inflammation, ce qui a peut-être réduit le risque d'incendie après impact.

Mesures de sécurité

Mesures de sécurité prises

Transports Canada et NAV CANADA

NAV CANADA a publié une mise à jour du Supplément de vol – Canada pour les aéroports de Penticton, d’Oliver et d’Osoyoos dans la vallée de l’Okanagan. L’avertissement suivant a été ajouté aux sections de mise en garde concernant ces aéroports.

En raison de l’élévation du relief, nous recommandons aux pilotes se dirigeant vers l’est ou l’ouest sous VFR d’atteindre une altitude minimale de 5000 pieds (asl) avant de quitter la vallée de l’Okanagan. [traduction]

La prochaine édition de la carte aéronautique VNC de NAV CANADA pour Vancouver comprend la nouvelle route VFR proposée par Transports Canada entre Princeton, la mine Brenda et la route 97C en direction du lac Okanagan. La mise en garde suivante l’accompagne [traduction]:

-ATTENTION-
LE RELIEF LE LONG DE LA ROUTE
VFR EN PROVENANCE DE LA
VALLÉE COMPORTE DE FORTES
PENTES S’ÉLEVANT JUSQU’ À
4500 PIEDS ASL À MOINS DE 10 NM
DU LAC OKANAGAN

La publication de la prochaine édition (n° 25) est prévue pour le mois d’août 2013.

Aéroport de Penticton

Un nouveau placard (figure 2) qui a été installé à l’aéroport de Penticton conseille aux pilotes de monter jusqu’à 5000 pieds avant de virer à l’ouest ou à l’est lorsqu’ils quittent la vallée de l’Okanagan.

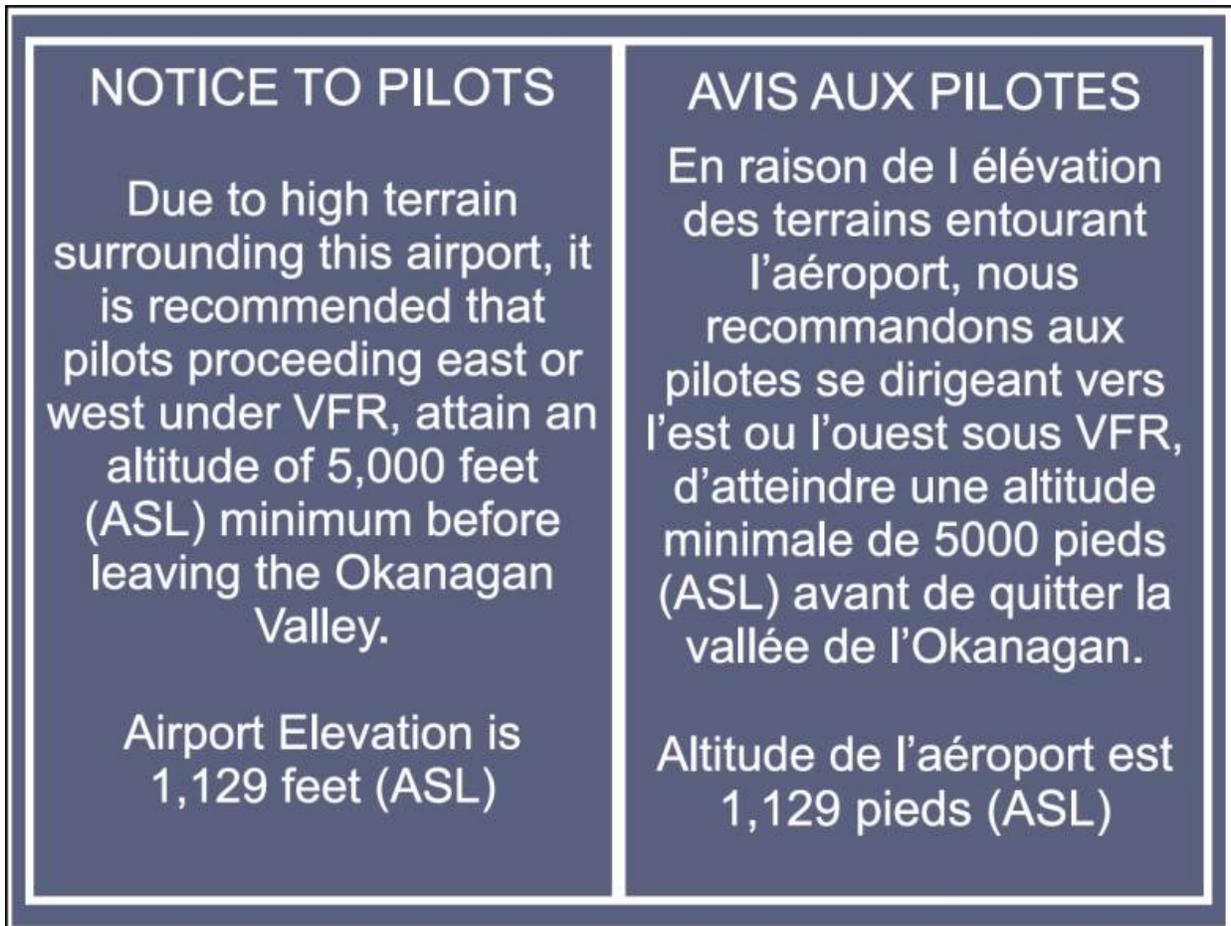


Figure 2. Placard modifié, aéroport de Penticton

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 19 septembre 2013. Il est paru officiellement le 27 novembre 2013.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également la Liste de surveillance qui décrit les problèmes de sécurité dans les transports présentant les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a établi que les mesures prises jusqu'à présent sont inadéquates, et que tant l'industrie que les organismes de réglementation doivent prendre de nouvelles mesures concrètes pour éliminer ces risques.