



RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A12Q0029



FUMÉE DANS LA CABINE

BEEHCRAFT B100, C-FLKS
PASCAN AVIATION INC.
AÉROPORT MONTRÉAL/SAINT-HUBERT (QUÉBEC)
LE 21 FÉVRIER 2012

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 A12Q0029

Fumée dans la cabine

Beechcraft B100, C-FLKS

Pascan Aviation Inc.

aéroport Montréal/Saint-Hubert (Québec)

le 21 février 2012

Résumé

Le Beechcraft B100 (immatriculé C-FLKS, numéro de série BE123) exploité par Pascan Aviation Inc. décolle de l'aéroport Montréal/Saint-Hubert (Québec) à 9 h 7, heure normale de l'Est, en tant que vol numéro PSC123, soit un vol nolisé vers Bagotville (Québec), avec 2 passagers et 2 membres d'équipage de conduite à bord. Durant la montée initiale, à 15 400 pieds au-dessus du niveau de la mer, l'équipage remarque la présence d'une très légère fumée dans la cabine. À 9 h 28, l'équipage déclare une situation d'urgence et demande l'autorisation de retourner à l'aéroport Montréal/Saint-Hubert. L'aéronef atterrit à 9 h 51 sur la piste 24R en présence des services d'urgence. Il n'y a ni blessures ni incendie.

This report is also available in English.

Table des matières

1.0	Renseignements de base	1
1.1	Déroulement du vol.....	1
1.2	Tués et blessés.....	3
1.3	Dommmages à l'aéronef.....	3
1.4	Autres dommages.....	4
1.5	Renseignements sur le personnel	4
1.6	Renseignements sur l'aéronef	4
1.6.1	Généralités	4
1.6.2	Inhalateurs protecteurs	4
1.6.3	Système de ventilation	6
1.6.4	Tableau de commande du système de ventilation du C-FLKS	7
1.6.5	Message d'avertissement dans le manuel de maintenance de Hawker Beechcraft.....	8
1.6.6	Système de boudins de dégivrage pneumatiques.....	9
1.7	Renseignements météorologiques.....	9
1.8	Aides à la navigation	9
1.9	Communications	9
1.10	Renseignements sur l'aérodrome	9
1.11	Enregistreurs de vol.....	9
1.12	Renseignements sur l'épave et sur l'impact.....	10
1.13	Renseignements médicaux et pathologiques.....	10
1.14	Incendie	10
1.15	Questions relatives à la survie des occupants.....	10
1.16	Essais et recherches.....	10
1.16.1	Examen et mise à l'essai des gaines d'air chaud	10
1.16.2	Mise à l'essai du thermocontact et du ventilateur.....	11
1.16.3	Essais effectués au sol sur le circuit de prélèvement d'air	11
1.17	Renseignements sur les organismes et la gestion.....	12
1.17.1	Généralités	12
1.17.2	Procédure d'urgence en cas de présence de fumée ou de vapeurs dans la cabine.....	13
1.17.3	Programme d'inspection de maintenance de Pascan Aviation Inc.....	14
1.18	Renseignements supplémentaires	15
1.18.1	Certification des matériaux et de l'exécution du travail	15
1.19	Techniques d'enquête utiles ou efficaces.....	15
2.0	Analyse.....	16
2.1	Généralités	16
2.2	Anomalies du système de ventilation.....	16

2.3	Mesures prises par l'équipage.....	17
3.0	<i>Faits établis</i>	19
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	19
3.2	Faits établis quant aux risques	19
3.3	Autres faits établis.....	20
4.0	<i>Mesures de sécurité</i>	21
4.1	Mesures de sécurité prises	21
4.1.1	Pascan Aviation Inc.	21
	<i>Annexes</i>	22
	Annexe A – Liste des rapports du Laboratoire du BST.....	22
	Annexe B – Schéma du système de ventilation	23
	Annexe C – Procédure en situation d'urgence – fumée ou vapeurs dans la cabine ...	24

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

Le jour où s'est produit l'événement, l'équipage de conduite s'est présenté au travail vers 8 h¹ pour préparer l'aéronef en vue de la première étape d'un vol en 3 étapes. Alors que l'aéronef roulait en vue du décollage, les passagers ont informé les pilotes qu'il faisait trop froid dans la cabine. L'équipage a réglé le commutateur du réchauffeur électrique (ELEC HEAT) à la position de chauffage maximum au sol (GND MAX). Quelques minutes plus tard, la température de la cabine a atteint un niveau confortable et l'équipage a éteint le réchauffeur électrique avant le décollage.

À 9 h 7, l'aéronef décolle de la piste 24R de l'aéroport Montréal/Saint-Hubert (CYHU) et vire à droite (au nord-est) vers Bagotville (Québec). Le commandant de bord était le pilote aux commandes (PF), tandis que le copilote était le pilote non aux commandes (PNF). Durant la montée, il s'est mis à faire trop chaud dans la cabine. L'équipage a donc fait passer le sélecteur de mode de température cabine (CABIN TEMP-INCR) de la position centrale à celle du bas. Comme la température de la cabine demeurait élevée, l'équipage a alors réglé le sélecteur de mode de température cabine (CABIN TEMP MODE) de la position AUTO à la position d'arrêt (OFF); il a aussi réglé le commutateur du ventilateur à la position élevée (HIGH) pour rafraîchir la cabine.

À environ 27 milles marins (nm) au nord de l'aéroport CYHU, l'équipage a remarqué la présence d'une très légère fumée, à peine visible à la lumière du soleil. Aucune odeur n'était perceptible.

À 9 h 18, à l'altitude de 15 400 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl), l'équipage a demandé au contrôle de la circulation aérienne (ATC) l'autorisation de se mettre en palier à 17 000 pieds asl. L'équipage a amorcé la liste de vérifications en cas d'urgence à appliquer lorsqu'il y a présence de fumée ou de vapeurs dans la cabine, mais les 2 pilotes ont choisi de ne pas mettre leur masque à oxygène. Croyant que le circuit de prélèvement d'air était la source de la fumée, l'équipage de conduite a momentanément interrompu la liste de vérifications pour communiquer avec le service de maintenance de la compagnie.

À 9 h 20, l'équipage a mis l'appareil en palier à 17 000 pieds asl, à environ 35 nm de l'aéroport CYHU et à 35 nm de l'aéroport de Trois-Rivières (CYRQ) (Québec). Comme la cabine de l'aéronef était pressurisée, l'équipage a demandé l'autorisation de descendre.

À 9000 pieds asl, l'équipage a réglé les 2 interrupteurs de vanne de prélèvement d'air à la position ENVIR OFF² et la fumée a alors commencé à se dissiper.

À 9 h 28, l'équipage a déclaré une situation d'urgence à l'ATC et demandé l'autorisation de retourner à l'aéroport CYHU. L'avion se trouvait alors à 68 nm de CYHU et à environ 14 nm au nord de CYRQ. Lorsque l'altitude-pression de la cabine a atteint 8000 pieds asl, l'équipage a utilisé l'interrupteur vide-vite de la cabine pour dépressuriser l'appareil. La fumée résiduelle a alors complètement disparu.

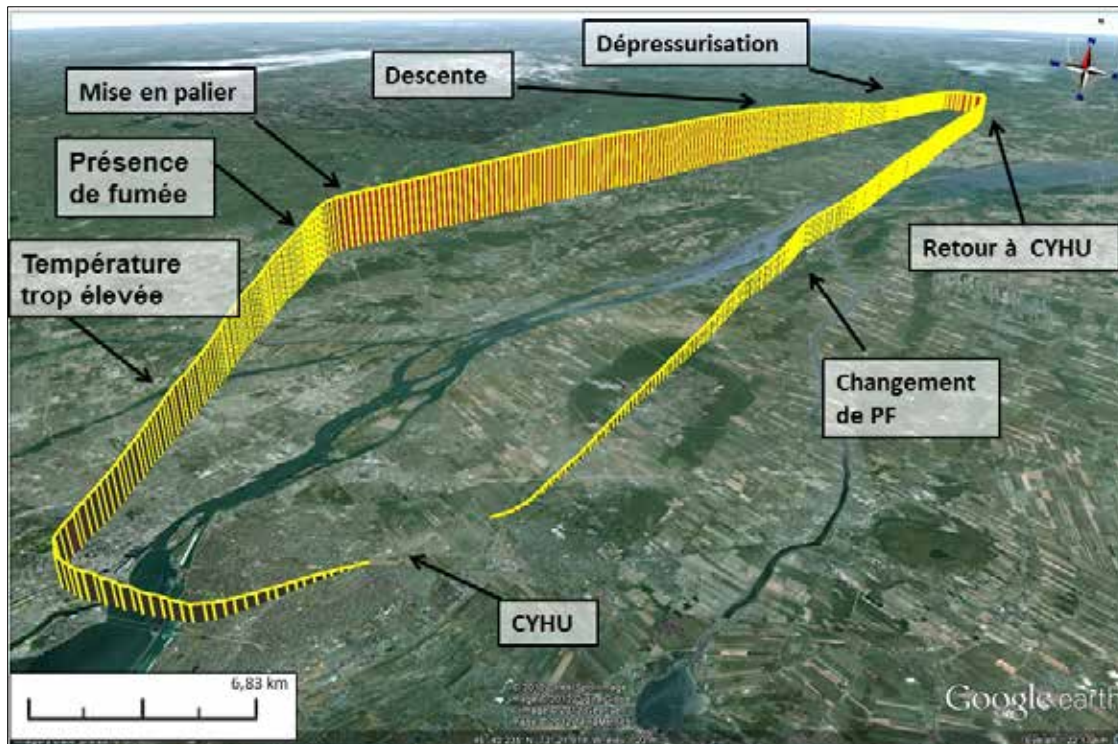
¹ Les heures sont exprimées en heure normale de l'Est (temps universel coordonné moins 5 heures).

² Fermeture de l'électrovanne située sur le régulateur de débit, ce qui interrompt l'arrivée d'air de prélèvement.

À 9 h 33, l'équipage a informé l'ATC que l'onduleur n° 2 ne fonctionnait pas. Une minute plus tard, le bouton du microphone du copilote a cessé de fonctionner. En raison de la nature électrique du problème, l'ATC a informé l'équipage qu'en cas de perte de communication, PSC123 était autorisé à effectuer une approche de la piste 24R de l'aéroport CYHU. L'équipage a appliqué la liste de vérifications en cas de panne d'un ondulateur et sélectionné l'ondulateur n° 1, lequel fonctionnait normalement. Comme le copilote ne pouvait pas utiliser son microphone, les membres d'équipage ont échangé leurs rôles, de sorte que le copilote a assumé les tâches du PF et le commandant de bord celles du PNF.

L'équipage a effectué une approche à vue, et l'appareil a atterri sans incident à 9 h 51. Des membres des services de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronefs (SLIA) de CYHU ont suivi l'aéronef durant la course à l'atterrissage. Comme il n'y avait plus de fumée visible, l'équipage a fait rouler et a garé l'appareil loin des installations de la compagnie, toujours escorté par l'équipe des SLIA. La figure 1 montre la trajectoire de vol de l'aéronef.

Figure 1. Trajectoire de vol fondée sur des données radar



1.2 Tués et blessés

Tableau 1. Tués et blessés

	Équipage	Passagers	Autres	Total
Tués	0	0	-	0
Blessés graves	0	0	-	0
Blessés légers/indemnes	2	2	-	4
Total	2	2	-	4

1.3 Dommages à l'aéronef

Trois tronçons de gaine d'air chaud dans lesquels circule de l'air de prélèvement, se trouvant sous le plancher du côté droit de la cabine principale, ont été trouvés fondus, écrasés et perforés (photo 1). Un tube étanche de dégivreur servant à acheminer de l'air jusqu'aux boudins de dégivrage avait lui aussi fondu et était écrasé. L'onduleur n° 2, situé sous le plancher de la cabine du côté droit et contigu aux gaines d'air chaud, avait surchauffé, et son système de protection s'était déconnecté du circuit durant l'événement; il n'y avait aucuns dommages visibles.

Photo 1. Gaines d'air chaud endommagées, dans l'état dans lequel elles ont été trouvées à bord de l'aéronef en cause dans l'événement.



1.4 *Autres dommages*

Sans objet.

1.5 *Renseignements sur le personnel*

L'équipage de conduite possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Le commandant de bord avait accumulé quelque 3100 heures de vol au total, dont environ 1200 heures en tant que commandant de bord avec le Beechcraft B100. Sa dernière vérification de compétence pilote (PPC) sur le B100 avait eu lieu en septembre 2011 et elle était valide jusqu'au 1^{er} octobre 2012.

Le copilote avait accumulé quelque 1900 heures de vol au total, dont 150 heures en tant que copilote avec le Beechcraft B100. Sa dernière PPC sur le B100 avait eu lieu en décembre 2011 et elle était valide jusqu'au 1^{er} janvier 2013.

1.6 *Renseignements sur l'aéronef*

1.6.1 *Généralités*

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

Le 10 février 2012, soit 11 jours avant l'événement, on avait inscrit une anomalie dans le carnet de vol de l'aéronef en cause dans l'événement : le voyant d'alarme³ d'air de prélèvement de droite s'était allumé pendant le décollage. Une enquête effectuée par le service de maintenance de la compagnie a révélé qu'une conduite d'air de prélèvement s'était débranchée dans la cabine arrière, du côté droit. Le débranchement fait chuter la pression à l'intérieur du tube, ce qui déclenche le voyant d'alarme. Le 17 février 2012, on a indiqué dans le carnet de vol une autre anomalie, soit que le dispositif de prélèvement de droite faisait défaut lorsqu'on utilisait les boudins de dégivrage. On a constaté qu'une conduite d'air de prélèvement était endommagée; elle a été remplacée et l'aéronef a été remis en service. Il n'y avait aucune inscription dans le carnet de vol indiquant si les autres composants contigus à la conduite d'air de prélèvement (comme les gaines d'air chaud) avaient été vérifiés ou non.

1.6.2 *Inhalateurs protecteurs*

Selon l'article 703.67 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) :

- (1) Il est interdit à l'exploitant aérien d'utiliser un aéronef pressurisé à moins que ne soit mis à la portée de la main, à chaque poste de membre d'équipage de conduite, un inhalateur protecteur ayant une réserve d'un

³ Cette alarme informe l'équipage de la présence d'une fuite d'air chaud dans la conduite de droite, fuite qu'il est possible d'isoler du circuit de l'aéronef au moyen de mesures appropriées indiquées dans la liste de vérifications.

mélange de gaz respiratoire⁴ de 15 minutes à une altitude-pression de 8 000 pieds.

- (2) L'inhalateur protecteur visé au paragraphe (1) peut être utilisé pour satisfaire aux exigences de l'article 605.31 relatives à l'oxygène pour les membres d'équipage⁵.

Les exigences opérationnelles des parties VI et VII du RAC exigent un inhalateur protecteur pour 2 rôles différents :

1. Utilisation d'un inhalateur protecteur fixe ou portatif par les membres de l'équipage de conduite au poste qui leur a été assigné dans le poste de pilotage – l'inhalateur est facile d'accès pour utilisation immédiate.
2. Utilisation d'un inhalateur protecteur portatif par tous les membres d'équipage lorsqu'ils enquêtent sur un incendie ou luttent contre un incendie partout dans l'aéronef.

Les masques C78 et C89 des *Technical Standard Orders* [normes techniques conjointes] (TSO) sont conçus pour respecter la norme d'alimentation en oxygène et permettent de communiquer; l'inhalateur protecteur C99 des TSO respecte les normes C78 et C89 des TSO et inclut aussi des fonctionnalités de protection contre la fumée. Le masque peut être combiné à des lunettes de sécurité certifiées (permettant la circulation d'air frais) ou consister en un masque complet. Il permet aussi de communiquer et est fixe.

L'inhalateur protecteur C116 des TSO est un dispositif portatif (capuchon) et est muni de son propre générateur d'oxygène. Il ne permet pas de communiquer, car il est conçu pour être portatif.

L'aéronef en cause dans l'événement (C-FLKS) est équipé de masques à oxygène bucco-nasaux qui recouvrent uniquement la bouche et le nez, et fournissent un débit d'oxygène continu. Les masques sont équipés d'un sac de respiration à circuit fermé qui aide à recycler une partie de l'air expiré, économisant de ce fait l'oxygène. Ils comprennent aussi des perforations qui permettent à l'air ambiant de pénétrer dans le filtre. Ce type de masque ajoute de l'oxygène à l'air de la cabine qui entre par ces trous, ce qui réduit la concentration de la fumée ou des toxines que respirent les membres de l'équipage de conduite. Ces masques respectent le certificat de type de l'aéronef, mais ne satisfont toutefois pas aux exigences du RAC.

Afin de respecter l'exigence du paragraphe 703.67(1) du RAC et la définition d'un inhalateur protecteur prévue au RAC, la compagnie aérienne a placé des lunettes antifumée dans ses Beechcraft en tant qu'équipement supplémentaire. Ces lunettes ne sont toutefois pas combinées aux masques existants et n'offrent pas de circulation d'air frais à l'équipage.

Pour respecter les exigences de l'article 551.03 du RAC, « l'installation de l'équipement doit être conforme aux normes pertinentes de la base de certification de l'aéronef⁶ ». Le catalogue illustré

⁴ *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), définition de la sous-partie 101 – Appareil conçu de façon à couvrir les yeux, le nez et la bouche, ou à couvrir le nez et la bouche dans les cas où un appareil accessoire assure la protection des yeux, et à protéger le porteur des effets de la fumée, du gaz carbonique ou de tout autre gaz nocif.

⁵ *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), article 703.67 – Inhalateur protecteur.

⁶ *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), article 551.03 – Normes d'installation de l'équipement.

de pièces (CIP) du Beechcraft ne mentionne aucun inhalateur protecteur qui respecte la réglementation en vigueur au Canada. C'est pourquoi les exploitants ne sont pas autorisés à installer des inhalateurs protecteurs approuvés dans leurs aéronefs. Il faudrait élaborer un certificat de type supplémentaire (STC) englobant l'installation d'inhalateurs protecteurs approuvés, le faire accepter et le mettre à la disposition des propriétaires de Beechcraft avant que les dispositifs puissent être installés légalement au Canada.

Une évaluation des risques effectuée par Transports Canada (TC)⁷ en 2011 mentionne que malgré l'exigence relative aux inhalateurs protecteurs, la plupart des exploitants régis par la sous-partie 703 du RAC ne font pas installer cet équipement. L'évaluation a permis de déterminer que le niveau de risque lié à l'exploitation d'un aéronef sans inhalateur protecteur était de moyen à élevé. En réaction à ce risque, TC a conclu qu'une instruction visant le personnel ou une circulaire d'information était requise, et que l'article 703.67 du RAC devait être appliqué. Au moment de la rédaction du présent rapport, aucune instruction visant le personnel ni circulaire d'information n'avait été publiée par TC.

1.6.3 Système de ventilation

L'air requis pour la mise en pression, le refroidissement, le chauffage et le dégivrage de surface s'obtient en prélevant de l'air de l'étage de compresseur (P3) de chaque moteur (annexe B). La chaleur extraite de l'air de prélèvement peut être soit conservée pour le chauffage de la cabine, soit dissipée à des fins de refroidissement lorsque l'air traverse le plan central du fuselage.

Un régulateur de débit monté sur le côté avant de la cloison pare-feu dans chaque nacelle moteur régule le mélange de l'air prélevé du moteur et de l'air ambiant provenant du manche d'entrée d'air du capot, pour produire un débit d'air total de 14 livres par minute. L'air provenant de chaque régulateur de débit est acheminé à travers la cloison coupe-feu le long du côté intérieur de chaque nacelle moteur et à l'intérieur du plan central à l'avant du longeron principal.

La capacité horaire totale du système de chauffage à air de prélèvement est de 45 000 BTU⁸. Lorsque la température est extrêmement basse ou que le réglage de puissance est bas, il est possible d'obtenir du chauffage supplémentaire d'un réchauffeur électrique contenant 8 éléments d'une puissance de 1000 watts chacun. La capacité maximale du réchauffeur électrique est de 27 300 BTU durant l'opération au sol, lorsque tous les éléments chauffants fonctionnent. Une fois en vol, on dispose de 4 éléments, d'une capacité totale de 13 650 BTU.

Une vanne de dérivation, contiguë à l'échangeur de chaleur, permet à l'air chaud de contourner l'échangeur et d'entrer dans les gaines d'air chaud de la cabine pour chauffer celle-ci par temps froid. La conduite d'air de prélèvement part du té et va vers l'avant en longeant le côté droit du fuselage jusqu'à un plénum situé juste à l'arrière du réchauffeur électrique, sous le plancher du compartiment de nez. Une gaine d'air chaud provenant du côté arrière du plénum du réchauffeur se prolonge vers l'arrière en passant sous le poste du siège droit de la cabine et distribue l'air chauffé par les orifices de sortie dans le plancher, de chaque côté de la cabine (annexe B).

⁷ Transports Canada, *Processus de gestion des risques pour les activités de Sécurité aérienne*, document d'Instruction visant le personnel (IP) n° QUA-008.

⁸ Unité thermique britannique, c'est-à-dire la quantité de chaleur requise pour élever la température de 1 livre d'eau à l'état liquide de 1 °F (0,56 °C) à pression constante.

Les canalisations d'air de prélèvement ne sont pas isolées et elles se trouvent à moins de 0,5 pouce de la gaine d'air chaud, à quelques pouces du tube de dégivreur.

1.6.4 Tableau de commande du système de ventilation du C-FLKS

Un tableau de commande du système de ventilation, situé du côté du copilote dans le poste de pilotage, permet la régulation automatique ou manuelle (photo 2). Le tableau comprend le commutateur du ventilateur (VENT BLOWER), le commutateur du réchauffeur électrique (ELEC HEAT), le bouton sélecteur de température cabine (CABIN TEMP), le bouton sélecteur de mode de température cabine (CABIN TEMP MODE), les 2 interrupteurs de vanne de prélèvement d'air (BLEED AIR VALVE) et la commande de régulation de température manuelle (MANUAL TEMP).

Photo 2. Tableau de commande du système de ventilation



Les 2 interrupteurs de vanne de prélèvement d'air (BLEED AIR VALVE) (gauche et droite) portent les mentions OPEN (en haut), ENVIR OFF (au centre) et INSTR & ENVIR OFF (en bas). Il s'agit d'interrupteurs à cran d'arrêt à 3 positions. Ils actionnent une électrovanne dans les régulateurs de débit des moteurs pour amener de l'air (air de prélèvement) comprimé et chaud des moteurs à la cabine.

Le commutateur du ventilateur (VENT BLOWER) porte les mentions HIGH (en haut), LO (au centre) et AUTO (en bas). Les positions HIGH et LO permettent le fonctionnement à 2 vitesses en mode manuel. Dans la position AUTO, le ventilateur tourne continuellement à basse vitesse

à moins que le commutateur du réchauffeur électrique (ELEC HEAT) ait été réglé à la position de marche (ON), auquel cas le commutateur du ventilateur passe automatiquement à la position HIGH.

Le commutateur du réchauffeur électrique (ELEC HEAT) a 3 positions : GND MAX (en haut), NORM (au centre) et OFF (en bas). Le dispositif consiste en une électrovanne maintenue dans la position GND MAX lorsque l'aéronef est au sol; il descend automatiquement à la position NORM au moment du décollage et de l'ouverture du contacteur d'interdiction du train d'atterrissage⁹, ce qui permet d'obtenir un maximum de chaleur des 8 éléments du réchauffeur électrique pour le réchauffage initial de la cabine. Quand le commutateur est placé dans la position NORM pour le chauffage, seuls 4 éléments sont utilisés. Dans cette position, les 4 éléments fonctionnent automatiquement et conjointement avec le thermostat de la cabine pour ajouter au chauffage à air de prélèvement. Dans la position OFF, le commutateur coupe tout le chauffage électrique. La cabine est alors chauffée uniquement par le système à air de prélèvement.

Le bouton sélecteur de température cabine (CABIN TEMP), surmonté de la mention INCR et entouré d'une flèche indicatrice, permet de réguler le niveau de température en mode automatique. Conjointement avec le réglage du régulateur, un capteur de température dans la cabine envoie une commande de chauffage ou de refroidissement au régulateur de température selon le conditionnement d'air souhaité dans le poste de pilotage et la cabine.

Le bouton sélecteur de mode de température cabine (CABIN TEMP MODE) porte les mentions MAN HEAT, MAN COOL, OFF et AUTO. Dans la position MAN HEAT ou MAN COOL, la régulation de la température de la cabine s'effectue manuellement au moyen de la commande de régulation de température manuelle (MANUAL TEMP). En mode AUTO, la température est choisie au moyen du régulateur de température cabine. En mode automatique, les électrovannes fonctionnent automatiquement et sont commandées par le régulateur de température.

La commande de régulation de température manuelle (MANUAL TEMP) est à ressort et porte les mentions MANUAL TEMP INCR (au-dessus) et DECR (au-dessous). Ce dispositif commande les électrovannes de dérivation qui se trouvent en aval des échangeurs de chaleur situés dans les sections centrales de voilure. En mode manuel, on commande l'ouverture des électrovannes manuellement en poussant brièvement la commande de régulation vers la position INCR ou DECR jusqu'à ce que l'électrovanne atteigne la position correspondant à la température souhaitée¹⁰. De l'air de prélèvement contourne alors chaque échangeur de chaleur.

1.6.5 Message d'avertissement dans le manuel de maintenance de Hawker Beechcraft

Un message d'avertissement, à la page 1 de la section 21-40-00 du manuel de maintenance de Hawker Beechcraft¹¹, informe le personnel de maintenance que les conduites d'air de prélèvement doivent être posées à au moins 0,5 pouce de tout câblage électrique à l'arrière de l'échangeur de chaleur et qu'il doit y avoir un espace d'au moins 2 pouces entre les conduites

⁹ Train rentré et verrouillé

¹⁰ En mode manuel, il est possible de régler les électrovannes de dérivation en position complètement fermée, ce qui introduirait de l'air de prélèvement assez chaud pour endommager les gaines d'air.

¹¹ Raytheon Aircraft, *Beech King Air 100 Series Maintenance Manual*, P/N 100-590038-17A29 (révisé le 15 novembre 2002), chapitre 21-40-00, page 1.

d'air de prélèvement non isolées et tout câblage électrique à l'avant de l'échangeur de chaleur. Il est possible de réduire cette distance minimale à 0,5 pouce lorsque les conduites d'air de prélèvement sont enveloppées d'un isolant pour fours industriels.

1.6.6 Système de boudins de dégivrage pneumatiques

Des boudins de dégivrage pneumatiques sur les ailes ainsi que sur les plans fixes horizontal et vertical de l'empennage empêchent l'accumulation de glace durant le vol. On utilise de l'air sous pression pour gonfler les boudins et on fait le vide pour les dégonfler. On fait circuler une pression d'air de prélèvement et un vide régulés dans les boudins pneumatiques pour créer le cycle de gonflage-dégonflage. Des tubes étanches en copolymère d'acétate de vinyle-éthylène (CAV/E) servent à cette fin. Ils passent sous le plancher de la cabine, du côté droit, à quelques pouces des conduites d'air de prélèvement non isolées et des gaines d'air chaud.

1.7 Renseignements météorologiques

Les conditions météorologiques relatives à la route et à la destination prévues étaient des conditions de vol à vue. Rien n'indique que les conditions météorologiques aient joué un rôle dans le présent incident.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Communications

Sans objet.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11 Enregistreurs de vol

L'aéronef n'était pas équipé d'un enregistreur de données de vol, et la réglementation n'exigeait pas qu'il en soit équipé.

TC a fait part de son intention de modifier le RAC de manière à exiger que le Beech 100 et les autres aéronefs semblables soient équipés d'un enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR). Au moment de la rédaction du présent rapport, le RAC n'avait pas été modifié.

Dans l'événement en cause, l'absence d'un CVR signifiait qu'il était plus difficile de déterminer la nature des activités et des communications entre les pilotes au cours de l'incident. En conséquence, des renseignements essentiels pouvant aider les enquêteurs n'étaient pas disponibles.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Sans objet.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Sans objet.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Sans objet.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Examen et mise à l'essai des gaines d'air chaud

Plusieurs gaines d'air chaud de l'aéronef en cause dans l'incident ont été envoyées au Laboratoire du BST en vue d'un examen plus poussé visant à déterminer la cause des dommages. L'exploitant a aussi fourni une nouvelle gaine d'air chaud (50-554244-71 rév. D) à des fins de comparaison. Le constructeur, Beechcraft, a indiqué que les gaines d'air chaud étaient faites d'une feuille en polycarbonate Lexan 90434¹² d'une épaisseur nominale de 0,06 pouce. On a mesuré l'épaisseur des parties intactes de la gaine d'air chaud en cause; les résultats obtenus respectaient l'exigence du constructeur relative à l'épaisseur.

On a procédé à un essai de surchauffe pour obtenir une estimation des conditions qui causeraient les dommages thermiques observés sur les gaines d'air chaud en cause dans l'événement. Les résultats de l'essai montrent que la pièce en polycarbonate Lexan 90434 commence à fléchir à environ 145 °C (293 °F) et qu'elle fléchit considérablement à 150 °C (302 °F). Quand aucune charge externe n'est appliquée, la pièce ne fléchit pas à ces températures, mais on observe une certaine déformation causée par le gauchissement. Lorsqu'on a augmenté la température d'essai à 185 °C (365 °F), il y a eu formation de bulles sur la gaine d'air chaud et, à 200 °C (392 °F), l'éprouvette est devenue blanche, ce qui ressemblait à l'état observé des parties endommagées des gaines d'air chaud en cause dans l'événement. Des résultats comparables ont été obtenus à l'aide d'éprouvettes de gaine d'air chaud de comparaison.

Il n'a pas été possible d'obtenir la spécification de matériau relative à la qualité du CAV/E utilisée pour le tube de dégivreur. Cependant, le point de fusion mentionné pour la résine de CAV/E contenant 18 % d'acétate de vinyle, soit la matière qui permet d'obtenir la meilleure équivalence, variait de 73 °C à 88 °C selon la qualité.

¹² Marque de commerce de SABIC Innovative Plastics IP BV.

1.16.2 Mise à l'essai du thermocontact et du ventilateur

Le thermocontact (numéro de pièce 50-364531-5), qu'on appelle aussi interrupteur de protection contre la surchauffe, protège le système de chauffage électrique. On a récupéré le thermocontact de l'aéronef en cause dans l'événement et on l'a ensuite examiné pour en déterminer l'état de fonctionnement. Le thermocontact a pour fonction d'ouvrir le circuit et de mettre le réchauffeur électrique hors tension chaque fois que la température dans le plénum atteint 104 °C (220 °F). Lorsque le thermocontact est déclenché, le réchauffeur électrique reste désactivé jusqu'à ce que le thermocontact referme le circuit. Les résultats de l'essai ont montré que le thermocontact en cause dans l'événement ouvrait à 101 °C (214 °F), ce qui indiquait qu'il était en bon état de service.

La mise à l'essai du thermocontact différentiel du ventilateur a montré que le dispositif n'était pas en bon état de service et qu'il demeurerait toujours dans sa position fermée, habituelle. En position fermée, le thermocontact différentiel du ventilateur permet à la totalité des 8 éléments du réchauffeur électrique de fonctionner. Lorsque les 8 éléments fonctionnent en même temps sans que de l'air soit soufflé à travers le réchauffeur, la température augmente jusqu'au déclenchement du thermocontact. Lorsque le thermocontact est en bon état de service et que le système fonctionne conformément à la logique de commande, la température ne devrait pas dépasser le point de déclenchement de 104 °C (220 °F) du thermocontact, même lorsque le thermocontact différentiel du ventilateur n'est pas en bon état de service, comme on l'a déterminé au cours de la mise à l'essai.

Photo 3. Gaine d'air chaud, tube étanche de dégivreur et conduite de prélèvement d'air sous le plancher du côté droit pendant les essais



1.16.3 Essais effectués au sol sur le circuit de prélèvement d'air

On a effectué des essais sur le circuit de régulation de la température de l'aéronef en cause dans l'événement pour déterminer les températures auxquelles certains composants choisis sont exposés dans diverses conditions de fonctionnement. Les essais ont eu lieu le 25 septembre 2012 aux installations de l'exploitant. On a enlevé les sièges, la moquette, et les panneaux de revêtement de plancher du côté droit de la cabine pour pouvoir accéder aux composants connexes (photo 3).

Puisque les essais ont été effectués au sol, il n'a pas été possible d'examiner les effets des changements de pression atmosphérique et de température extérieure auxquels les gaines d'air chaud sont exposées durant un vol à haute altitude une fois que l'aéronef est pressurisé. Il n'a pas non plus été possible d'examiner les effets de la charge des moteurs. Par conséquent, tous ces effets sont inconnus.

On a procédé aux essais suivants :

- mesure de la température de l'air de prélèvement dans la nacelle moteur;
- mesure de la température dans une gaine d'air chaud, le thermocontact ayant été enlevé¹³,
- mesure de la température sur la conduite d'air de prélèvement non isolée;
- mesure de la température dans la gaine d'air chaud, le thermocontact étant en place.

Lorsque le moteur tournait au plein régime de tours par minute (T/M), la température maximum enregistrée sur la sonde thermométrique, qui était fixée à une conduite d'air de prélèvement dans la nacelle moteur gauche, était de 116 °C. L'air dynamique provenant de l'hélice et du moteur avait une incidence sur cette indication de température.

On a enlevé le thermocontact du dessus du plénum du réchauffeur au point de jonction de la conduite d'air de prélèvement afin de reproduire la température maximum obtenue avec un système de chauffage électrique non protégé. Avec le moteur tournant à plein régime de T/M, une sonde fixée à la conduite d'air de prélèvement non isolée dans la cabine a enregistré une température de 148 °C.

Avec le thermocontact en place et le moteur tournant à plein régime de T/M, la température maximum enregistrée était de 105 °C, ce qui suggère que le thermocontact fonctionnait comme prévu. À cette température enregistrée, il était presque impossible que la chaleur cause des dommages.

Il se peut que les conditions de fonctionnement durant l'essai ne représentent pas entièrement les conditions qui existent lorsque l'aéronef est en altitude, comme cela a été le cas durant l'événement en cause. De plus, les essais ont été effectués avec des gaines d'air chaud neuves : on ne sait donc pas quel serait l'effet produit, le cas échéant, par des restrictions créées par l'écrasement du réseau de gaines. L'enquête n'a pas permis d'établir avec certitude la façon dont les gaines d'air chaud ont été endommagées et le moment auquel elles l'ont été.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 Généralités

Pascan Aviation Inc. est titulaire d'un certificat valide d'exploitation d'aéronefs sous le régime des sous-parties 2 et 3 de la partie VII du RAC. Le présent vol a été exploité sous le régime de la sous-partie 3 du RAC. Au moment de l'événement, la compagnie aérienne exploitait une flotte composée des aéronefs suivants : 4 B100, 11 aéronefs Jetstream 31 de British Aerospace, 2 Piper PA-31 Navajo et 4 aéronefs Pilatus PC-12.

Le programme de formation de la compagnie comprend une formation technique au sol ainsi que des formations au pilotage initiale et annuelle. Durant ces séances de formation, de nombreux sujets concernant les pilotes et le personnel de soutien des opérations aériennes sont traités, notamment les procédures normales et anormales ainsi que les procédures d'urgence.

1.17.2 Procédure d'urgence en cas de présence de fumée ou de vapeurs dans la cabine

La formation au pilotage d'un aéronef Beechcraft de la compagnie aérienne a lieu à bord de l'avion et non sur un simulateur. Il est donc impossible de simuler différentes conditions de fumée dans la cabine. En conséquence, pour évaluer et interpréter la meilleure façon de réagir à la présence de fumée ou de vapeurs dans le poste de pilotage ou la cabine, les pilotes doivent s'en remettre à leur jugement en se fondant sur leur expérience passée et sur les propos échangés à ce sujet pendant la formation. En outre, durant la formation sur le B100, les membres d'équipage ont mentionné qu'il était difficile de mettre un masque à oxygène; de plus, une fois qu'on l'a mis, le masque est encombrant et comporte des trous qui laissent passer l'air de la cabine.

La liste de vérifications en cas d'urgence SMOKE OR FUMES IN CABIN, à appliquer lorsqu'il y a présence de fumée ou de vapeurs dans la cabine (annexe C) commence par une note indiquant que toutes les odeurs doivent être considérées comme toxiques, et cette note est suivie des éléments à mémoriser suivants :

[traduction]

1. Masque à oxygène/Lunettes antifumée..... METTRE
2. ÉquipageÉTABLIR LA COMMUNICATION¹⁴

La procédure présente ensuite les mesures à prendre immédiatement lorsque la fumée est épaisse. En présence de fumée légère dans la cabine, la procédure offre les conseils suivants quant à la façon de déterminer la source de la fumée :

[traduction]

Essayer de déterminer la source de la fumée ou des vapeurs. La fumée associée à une panne électrique est habituellement grise ou brun clair et elle irrite le nez et les yeux. La fumée produite par une panne du système de ventilation est généralement blanche et beaucoup moins irritante pour le nez et les yeux¹⁵.

Quand l'équipage détermine que la fumée provient du système de ventilation, il faut prendre les mesures suivantes :

[traduction]

1. Mode de température de la cabine..... ARRÊT
2. Ventilateur ÉLEVÉ
3. Vanne d'air de prélèvement de gauche..... FERMÉE

Si la fumée persiste (prévoir assez de temps pour l'évacuation de la fumée) :

4. Vanne d'air de prélèvement de gauche..... OUVERTE
5. Vanne d'air de prélèvement de droite..... FERMÉE

¹⁴ Pascan Aviation Inc., *Standard Operating Procedures*, chapitre 13 – EMERGENCY CHECKLIST (King Air B100), révision n° 4 (13 avril 2005).

¹⁵ *Ibid.*

Si la fumée persiste : exécuter la procédure en cas de fumée épaisse¹⁶.

L'équipage n'a pas exécuté les 2 premiers éléments à mémoriser de la procédure, et les pilotes n'ont donc pas mis de masque à oxygène ni de lunettes antifumée. L'équipage a jugé que la fumée était très légère, et la procédure n'exige pas, en tel cas, qu'on atterrisse le plus tôt possible. L'équipage a ensuite établi que la fumée provenait du circuit d'air de prélèvement, et a déterminé qu'il s'agissait de fumée provenant du système de ventilation selon la procédure en situation d'urgence.

Les membres de l'équipage de conduite ont exécuté les 2 premiers éléments de la section de la procédure qui concerne la fumée provenant du système de ventilation; ils n'ont toutefois pas fermé le circuit d'air de prélèvement de gauche. Ils ont interrompu la procédure pour descendre à 9000 pieds asl; une fois l'aéronef rendu à cette altitude, l'équipage de conduite a fermé les 2 circuits d'air de prélèvement simultanément, et la fumée s'est dissipée.

1.17.3 Programme d'inspection de maintenance de Pascan Aviation Inc.

Pascan Aviation Inc. utilise un programme d'inspection à 4 phases pour ses aéronefs de la série B100. Chaque phase est exécutée toutes les 200 heures de vol. Le programme d'inspection au complet doit être exécuté en moins de 24 mois civils. L'exploitant a importé l'aéronef des États-Unis au printemps de 2011. Au moment de l'importation, la compagnie a exécuté les 4 phases du programme d'inspection. Elle n'a pas pu fournir les fiches d'inspection aux responsables de l'enquête.

Le programme utilisé par Pascan Aviation Inc. a été modifié par Beechcraft le 1^{er} août 2011 aux termes de la révision numéro A30. Cette révision englobe le chapitre 26¹⁷ de l'*Air Transport Association* (ATA) et inclut la section E (compartiment du pilote) ainsi que la section F (section de la cabine). Parmi les exigences relatives aux phases d'inspection, la phase 3 contient les instructions mentionnées ci-après relativement à l'inspection des gaines d'air chaud isolées¹⁸.

[traduction]

- a. Inspecter les gaines pour vérifier leur état et la sécurité de l'installation.
- b. Vérifier les gaines pour établir la présence d'indices de fuites thermiques et/ou de dégradation, tels que la décoloration de l'isolant des gaines, ou encore de la structure ou des composants adjacents.
- c. Procéder à l'inspection des gaines en y touchant, en vérifiant s'il y a détérioration thermique ou déformation des gaines et en s'assurant que les joints sont étanches¹⁹.

¹⁶ *Ibid.*

¹⁷ Les numéros de chapitre de l'ATA fournissent une norme de référencement commune pour tous les documents relatifs aux aéronefs commerciaux.

¹⁸ Les conduites d'air de prélèvement sont recouvertes d'un isolant pour fours industriels de 2 pouces d'épaisseur maintenu en place par du ruban uni en aluminium autoadhésif.

¹⁹ Hawker Beechcraft Corporation, *King Air 100 Series Maintenance Manual*, (1^{er} août 2011), page 206.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Certification des matériaux et de l'exécution du travail

Le Beechcraft B100 a été certifié par la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis en vertu des *Federal Aviation Regulations* (FAR), partie 23 (amendement 23-3). L'article 23.603 des FAR prévoit ce qui suit :

[traduction]

- (a) L'adaptation et la durabilité des matériaux utilisés dans la structure doivent :
 - (1) être établies par l'expérience ou des essais;
 - (2) respecter des spécifications approuvées qui garantissent qu'elles offrent la résistance et les autres propriétés supposées dans les données de conception;
 - (3) l'exécution du travail doit être de haute qualité²⁰.

1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

Sans objet.

²⁰ Federal Aviation Administration (FAA) *Code of Federal Regulations*, titre 14, article 23.603, amendement 23-3.

2.0 Analyse

2.1 Généralités

La section analyse du rapport traite des anomalies du système de ventilation qui ont entraîné la détection de la présence de fumée dans la cabine de l'aéronef, ainsi que de certains aspects de la réaction de l'équipage de conduite.

2.2 Anomalies du système de ventilation

D'après les dommages thermiques observés, il est évident que les gaines d'air chaud ont été exposées à une plage de températures allant de 185 °C à 200 °C, ce qui excède les limites du système de protection contre la surchauffe. L'enquête n'a toutefois pas permis de déterminer quel composant du système de ventilation a pu faire défaut, et n'a pas non plus permis d'établir le moment où la déformation, la fusion, le bullage et la perforation des gaines d'air chaud ont eu lieu. C'est probablement la chaleur qui s'échappait des gaines d'air chaud perforées qui a causé l'apparition d'une légère fumée dans le poste de pilotage et la cabine.

Si les gaines d'air chaud étaient endommagées avant l'importation de l'aéronef en 2011, les dommages auraient dû être découverts durant l'exécution du programme complet d'inspection par phases. Afin de vérifier les gaines d'air correctement, le personnel d'entretien doit les toucher : autrement, puisque les gaines sont recouvertes d'isolant, il pourrait être difficile de déceler toute détérioration ou déformation thermique. Cependant, les enquêteurs n'ont pu obtenir les fiches d'inspection. Compte tenu du fait que des dommages semblables ont été constatés sur les gaines d'air des 3 autres aéronefs B100 de la compagnie, il est raisonnable de croire que les inspections des gaines d'air prévues dans le programme d'inspection de maintenance n'ont pas été effectuées.

L'examen du thermocontact qui protège le système de chauffage électrique a révélé que le dispositif fonctionnait normalement. De plus, lorsque le thermocontact était enlevé de sorte qu'il n'y avait alors aucun système de régulation des limites de température, la température mesurée à l'intérieur de la gaine d'air chaud n'était pas assez élevée pour causer une flexion, même lorsque la commande du système de chauffage à air de prélèvement ou électrique était réglée à la position de chaleur maximum. Une défaillance de cet interrupteur dans le passé ne pourrait donc pas avoir été la cause des dommages thermiques observés sur les gaines d'air. Il n'a pas été possible d'examiner les effets des changements de pression atmosphérique et de température extérieure auxquels ces gaines d'air chaud sont exposées durant un vol à haute altitude (aéronef pressurisé) ni les effets de la charge du moteur; ces effets sont par conséquent inconnus.

La température la plus élevée observée sur la conduite d'air de prélèvement non isolée durant les essais effectués au sol, le thermocontact étant enlevé, était de 148 °C. Les conduites d'air de prélèvement passent sous le côté droit du plancher de la cabine et sont très proches des gaines d'air chaud, qui commencent à fléchir à 145 °C. En conséquence, dans certains cas, il se peut que l'intégrité des gaines d'air chaud soit modifiée par l'air chaud associé à leur proximité immédiate de la conduite d'air de prélèvement non isolée.

Compte tenu du fait que le système de ventilation de l'aéronef avait connu certains problèmes au moins 11 jours avant l'événement, il est probable que l'un des composants défectueux mentionnés plus haut, ou une combinaison de ces composants, ait pu commencer à avoir une incidence sur l'intégrité des gaines d'air chaud durant cette période. Par ailleurs, en mode manuel, il est possible de régler les électrovannes de dérivation en position complètement fermée, ce qui introduirait de l'air de prélèvement assez chaud pour endommager les gaines d'air. Il est donc possible, si l'on a utilisé le mode manuel avec les électrovannes de dérivation en position complètement fermée dans le passé, que de l'air de prélèvement assez chaud pour causer les dommages observés sur les gaines d'air de l'appareil en cause et de 3 autres appareils ait été introduit.

Tous les composants du système de chauffage et du circuit de prélèvement d'air doivent être capables de résister aux températures de fonctionnement les plus élevées rencontrées durant toute condition de vol. L'enquête a permis de déterminer que le polycarbonate Lexan 90434 utilisé par le fabricant des gaines d'air chaud de l'aéronef en cause dans l'événement ne résistait pas aux températures les plus élevées auxquelles les gaines peuvent être exposées. Sur certains avions Beechcraft examinés dans le cadre de l'enquête, toutes les gaines d'air chaud étaient phénoliques, tandis que sur d'autres, comme les 4 aéronefs Beech B100 exploités par Pascan Aviation Inc., les gaines d'air chaud étaient en polycarbonate Lexan 90434 et donc plus susceptibles d'être endommagées par une exposition à la chaleur environnementale. En conséquence, il se peut que le polycarbonate Lexan 90434 utilisé en l'espèce ne soit pas un matériau approprié à cet usage.

La température de point de fusion maximale mentionnée dans le cas du matériau du tube de dégivreur était de 88 °C. Comme le tube est placé à proximité de la conduite d'air de prélèvement non isolée et de la gaine d'air chaud perforée, la température environnante était plus élevée que celle que peut supporter le matériau. Dans le présent cas, le tube de dégivreur s'est complètement écrasé, et a rendu inopérant le système de dégivrage de l'empennage. Comme l'aéronef ne volait pas dans des conditions de givrage, le risque associé au manque de capacité de dégivrage était très faible. Néanmoins, la sécurité du vol aurait été affectée en présence de conditions de givrage.

2.3 Mesures prises par l'équipage

Lorsqu'il a remarqué la présence d'une légère fumée dans la cabine, l'équipage de conduite a demandé d'arrêter la montée à 17 000 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl) et amorcé la liste de vérifications en situation d'urgence pertinente. Une fois en palier, l'aéronef se trouvait à la même distance, soit 35 milles marins (nm), de l'aéroport Montréal/Saint-Hubert (CYHU) et de l'aéroport de Trois-Rivières (CYRQ). Étant donné la faible concentration de fumée et le fait qu'aucune odeur n'était perceptible, les membres de l'équipage de conduite ont choisi de ne pas mettre de masque à oxygène et de lunettes de sécurité antifumée, même si c'est ce que prévoyait la liste de vérifications en situation d'urgence au point SMOKE OR FUMES IN CABIN [Fumée ou vapeurs dans la cabine]. L'équipage a pris cette décision parce qu'il croyait que cet équipement n'offrirait pas beaucoup de protection contre la fumée, et qu'il ne lui serait par conséquent pas utile. Si les masques à oxygène et les lunettes de sécurité antifumée qui se trouvent à bord du Beechcraft B100 n'assurent pas une protection adéquate contre la fumée dans le poste de pilotage ou la cabine, le risque d'incapacité d'un pilote liée à l'inhalation de fumée est accru. Quoi qu'il en soit, comme ce genre de masque ajoute de l'oxygène à l'air respiré par l'équipage de conduite, le fait d'en mettre un réduit la concentration de fumée. De plus, le fait de mettre les lunettes antifumée réduit le risque d'irritation des yeux. Si le pilote

n'utilise pas d'inhalateur protecteur en présence de fumée dans la cabine, le risque qu'il soit frappé d'incapacité est accru.

Selon l'évaluation des risques effectuée par Transports Canada (TC) en 2011, la plupart des exploitants régis par la sous-partie 703 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) ne possèdent pas les inhalateurs protecteurs requis. Au moment de la rédaction du rapport, rien n'indiquait que TC avait pris des mesures pour appliquer l'article 703.67 du RAC. Si les exigences relatives aux inhalateurs protecteurs ne sont pas mises en œuvre, il existe pour les équipages et les passagers un risque accru de décès ou de blessure durant une situation d'urgence liée à la fumée.

L'équipage a correctement déterminé que la fumée émanait du circuit d'air de prélèvement, mais n'a pas exécuté les éléments relatifs à une légère fumée figurant dans la liste de vérifications publiée. L'équipage n'a pas essayé de déterminer quel côté du circuit d'air de prélèvement était touché en fermant les vannes de prélèvement d'air une à la fois et en prévoyant assez de temps pour l'évacuation de la fumée. Au lieu de cela, l'équipage de conduite a fermé les 2 vannes de prélèvement d'air, à la suite de quoi la fumée a fini par se dissiper. Quand les procédures de la liste de vérifications ne sont pas suivies durant une situation anormale ou d'urgence, les membres d'équipage et les passagers peuvent être exposés à un risque accru.

La déclaration d'une situation d'urgence au bon moment et la mention claire de la nature du problème permettent à un équipage de conduite d'obtenir la meilleure assistance possible durant une situation anormale ou d'urgence. La situation d'urgence a été déclarée 10 minutes après l'apparition de la fumée. Même si l'aéronef se trouvait alors à 14 nm de l'aéroport CYRQ, l'équipage a choisi de retourner à l'aéroport CYHU, qui se trouvait alors à 68 nm.

Cette décision était fondée en grande partie sur le fait que la fumée s'était dissipée, ce qui a amené les pilotes à croire que la source de la fumée avait été isolée. L'équipage a aussi été influencé par le fait que la liste de vérifications ne leur demandait pas d'atterrir le plus tôt possible en cas d'apparition d'une légère fumée. Finalement, l'équipage a aussi tenu compte du fait que la base de maintenance de la compagnie se trouvait à l'aéroport CYHU. La prolongation inutile d'un vol en situation anormale ou d'urgence peut accroître le risque pour l'équipage de conduite et les passagers à cause de la possibilité que des conséquences imprévues et indésirables soient associées à l'événement.

Bien que la fumée semblait s'être dissipée, il était impossible pour l'équipage de connaître l'importance de la situation qui en avait causé l'apparition. Même si la décision de retourner à l'aéroport CYHU n'a eu aucune conséquence négative dans l'événement en cause, elle a entraîné une plus longue exposition aux risques associés à une situation d'urgence dont les conséquences auraient pu être plus graves.

3.0 *Faits établis*

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

1. La chaleur produite par la conduite d'air de prélèvement non isolée a eu une incidence sur l'intégrité des gaines d'air et du tube de dégivreur à cause de la proximité de ceux-ci.
2. Les gaines d'air chaud ont été exposées à une température qui a causé des dommages thermiques.
3. Le matériau employé pour fabriquer les gaines d'air chaud ne résiste pas aux températures les plus élevées auxquelles ces gaines peuvent être exposées dans les conditions d'exploitation; il se peut par conséquent que le matériau ne soit pas approprié à cet usage.
4. C'est probablement l'air qui s'échappait des gaines d'air chaud perforées qui a causé l'apparition d'une légère fumée dans le poste de pilotage et la cabine.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Si le pilote n'utilise pas d'inhalateur protecteur en présence de fumée dans la cabine, le risque qu'il soit frappé d'incapacité est accru.
2. Quand les procédures de la liste de vérifications ne sont pas suivies durant une situation anormale ou d'urgence, les membres d'équipage et les passagers peuvent être exposés à un risque accru.
3. La prolongation inutile d'un vol en situation anormale ou d'urgence peut accroître le risque pour l'équipage de conduite et les passagers à cause de la possibilité que des conséquences imprévues et indésirables soient associées à l'événement.
4. Si les masques à oxygène et les lunettes de sécurité antifumée qui se trouvent à bord du Beechcraft B100 n'assurent pas une protection adéquate contre la fumée dans le poste de pilotage ou la cabine, le risque d'incapacité d'un pilote liée à l'inhalation de fumée est accru.
5. Si les enregistrements des conversations dans le poste de pilotage ne sont pas disponibles dans le cadre d'une enquête, cela peut empêcher que des manquements à la sécurité soient repérés et communiqués dans le but de rendre les transports plus sûrs.
6. Si les exigences relatives aux inhalateurs protecteurs ne sont pas mises en œuvre, il existe pour les équipages de conduite et les passagers un risque accru de décès ou de blessure durant une situation d'urgence liée à la fumée.

3.3 *Autres faits établis*

1. Le tube de dégivreur s'est affaissé complètement, ce qui a rendu inopérant le système de dégivrage de l'empennage.
2. Il est probable que les inspections des gaines d'air chaud n'ont pas été effectuées conformément au programme d'inspection de maintenance.
3. Il n'a pas été possible de déterminer si les dommages aux gaines d'air chaud avaient été causés durant l'événement en cause ou s'ils avaient été causés par la surchauffe répétée du système et/ou à une exposition à la chaleur environnementale.

4.0 Mesures de sécurité

4.1 Mesures de sécurité prises

4.1.1 Pascan Aviation Inc.

Pascan Aviation Inc. a rappelé à son personnel de maintenance qu'il devait inspecter soigneusement l'installation des gaines d'air chaud et des conduites d'air de prélèvement sous le plancher. En outre, la compagnie aérienne a rappelé aux équipages de conduite qu'ils devaient signaler tout problème se rapportant au système de chauffage et de prélèvement d'air.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet incident. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 31 juillet 2014. Il est paru officiellement le 23 septembre 2014.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports (www.bst-tsb.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

Annexes

Annexe A – Liste des rapports du Laboratoire du BST

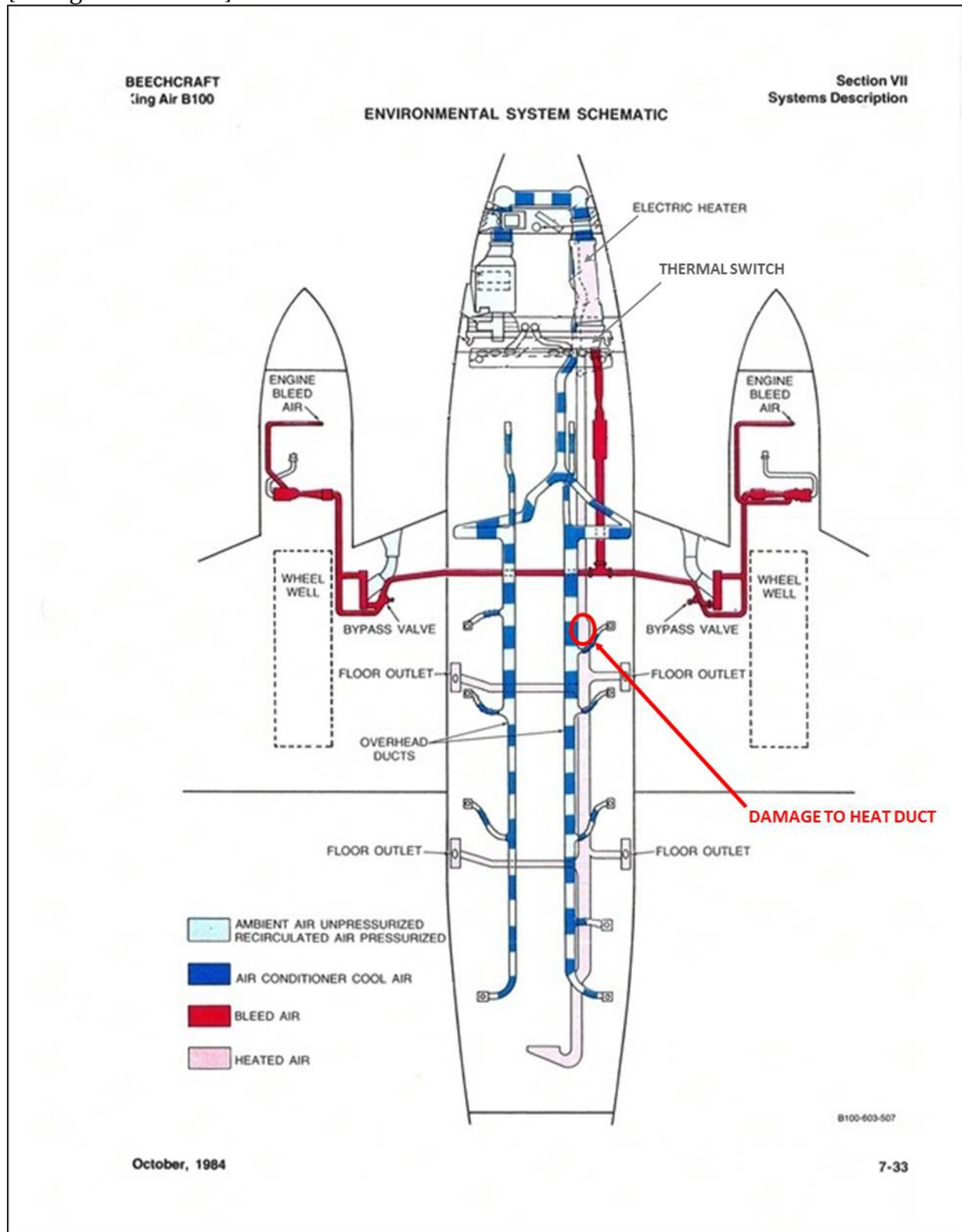
L'enquête a donné lieu au rapport de laboratoire suivant :

- LP033/2012 Examination of Aircraft Air Ducts [Examen de gaines d'air d'aéronef].

Ce rapport est disponible sur demande auprès du Bureau de la sécurité des transports du Canada.

Annexe B – Schéma du système de ventilation²¹

[en anglais seulement]



²¹ Beechcraft King Air B100 Pilot's Operating Manual, section VII - Systems Description.

Annexe C – Procédure en situation d'urgence – fumée ou vapeurs dans la cabine²²

[en anglais seulement]

EMERGENCY PROCEDURES
King Air B100

PASCAN
Aviation Inc.

#1 → **SMOKE OR FUMES IN CABIN**

All odors should be consider toxic.

#2 →

1. Oxygen Mask / Smoke Goggles.....DON
2. Crew.....ESTABLISH COMMUNICATION

IMMEDIATE HEAVY SMOKE

3. Cabin Pressure Switch.....DUMP
4. Emergency Dencent.....AS REQUIRED
5. Land.....AS SOON AS POSSIBLE

If time and conditions permits carry LIGHT SMOKE actions. Opening a storm window (after depressurizing) will facilitate smoke and fumes removal.

#3 → **LIGHT SMOKE**

Attempt to identify the source of smoke or fumes. Smoke associated with electrical failures is usually gray or tan in color and irritating to the nose and eyes. Smoke produced by environmental system failures is generally white and much less irritating to the nose and eyes.


PROCEDURE CONTINUE ON THE NEXT PAGE

E-29

²² Pascan Aviation Inc., *Standard Operating Procedures*, Chapter 13 – EMERGENCY CHECKLIST (King Air B100), Révision n° 4 (13 avril 2005).

Annexe C (suite)

EMERGENCY PROCEDURES
King Air B100



SMOKE OR FUMES IN CABIN (cont'd)

ELECTRICAL SMOKE

Action to be taken must consider existing conditions. Non-essential equipments should be turn off if item 1 cannot be done.

1. Gang Bar..... DOWN

WARNING

Cabin will depressurize and electrically driven instruments will become inoperative.

2. Reference instrument..... VACCUUM
3. All electrical switch..... OFF
4. Battery And Generators..... ON (one at a time)
5. Essential electrical equipement..... ON
(isolate faulty equipment)

If smoke ceases: Isolate defective equipment
If smoke persist: Conduct heavy smoke procedure

ENVIRONMENTAL SMOKE

1. Cabin Temperature Mode..... OFF
2. Vent Blower..... HIGH
3. Left Bleed Air Valve..... OFF

If smoke persist: (allow enough time for smoke purging)

4. Left Blood Air Valve..... OPEN
5. Right Bleed Air Valve..... OFF

If smoke persist: Conduot heavy smoke procedure

E-30

#4