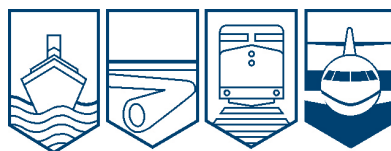


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A10C0060



PANNE D'ALIMENTATION EN CARBURANT ET
ATTERRISSAGE FORCÉ
DU BEECH 95-55 C-FBJA
EXPLOITÉ PAR VENTURE AIR
À 3 MILLES MARINS À L'EST DE PIKWITONEI (MANITOBA)
LE 13 MAI 2010

Canada

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

Rapport d'enquête aéronautique

Panne d'alimentation en carburant et atterrissage forcé

du Beech 95-55 C-FBJA

exploité par Venture Air

à 3 nm à l'est de Pikwitonei (Manitoba)

le 13 mai 2010

Rapport numéro A10C0060

Sommaire

Le Beech 95-55 (immatriculation C-FBJA, numéro de série TC-71) exploité par Venture Air quitte Thicket Portage pour effectuer un vol à vue à destination de Thompson (Manitoba), situé à environ 29 milles marins (nm) au nord. Peu après le décollage, le pilote utilise son téléphone cellulaire pour contacter le centre d'information de vol de Winnipeg. Il leur signale que son avion a un problème de nature électrique et que le vol devrait arriver à Thompson dans 12 minutes, sans radio ni transpondeur. Il n'y a aucune autre communication avec l'occupant de l'aéronef. Environ 30 minutes après l'appel téléphonique, une série de signaux d'urgence émanant d'un système de repérage que le pilote a avec lui sont captés. Un hélicoptère est envoyé sur les lieux indiqués par le système de repérage. L'avion est localisé à environ 3 nm à l'est de Pikwitonei, quelques 25 nm au nord-est de Thicket Portage et 27 nm au sud-est de Thompson. Le pilote, qui est le seul occupant, est légèrement blessé. L'impact avec les arbres et le relief a détruit l'avion, mais la radiobalise de repérage d'urgence ne s'est pas mise en marche. Aucun incendie ne s'est déclaré après l'impact. L'accident s'est produit de jour, à 9 h 50 heure avancée du Centre.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Conditions météorologiques et avis aux navigants (NOTAM)

La station météorologique la plus proche de la trajectoire de vol est située à Thompson (Manitoba). Les conditions météorologiques à Thomson au moment de l'accident étaient comme suit : vent du 150 degrés vrai (V) à 3 nœuds, visibilité de 15 milles terrestres, nuages épars à 10 000 pieds au-dessus du sol (agl), nuages fragmentés à 13 000 pieds agl, nuages fragmentés à 25 000 pieds agl, température 12 °C, point de rosée 5 °C et calage altimétrique de 29,89 pouces de mercure (po Hg). Des conditions semblables appropriées pour le vol à vue (VFR) ont été présentes pendant tout le vol.

Un avis aux navigants (NOTAM) était en vigueur pour Pikwitonei de 8 h à 17 h¹ exigeant que chaque pilote communique par radio ou par téléphone, pour donner un préavis de 10 minutes afin de permettre aux véhicules de maintenance de dégager la piste.

Qualifications du pilote

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote professionnel (LPP) valide pour aéronef terrestre monomoteur et multimoteur et son certificat médical était valide. Il a obtenu sa LPP en 2002, mais avait ensuite été assigné à des fonctions au sol. Avant d'entrer au service de Venture Air, en 2010, le pilote volait juste assez pour maintenir sa LPP. Au cours des 12 mois qui ont précédé le début de sa formation sur le Beech 95-55, il avait volé un total de 2,3 heures.

La formation que le pilote a reçue dans le cadre de son emploi avec Venture Air était conforme aux exigences de la norme 723 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) et le contrôle de compétence pilote (CCP) a été effectué le 13 avril 2010 sur le même aéronef avec lequel il a eu l'accident. Bien que la norme 723 du RAC ne l'exigeait pas, l'exploitant avait dispensé au pilote une formation d'introduction à la compagnie à l'aide d'un programme d'enseignement assisté par ordinateur. Les dossiers de la compagnie indiquent que le pilote a satisfait aux exigences des articles 703.88 et 401.05 du RAC pour être désigné commandant de bord et transporter des passagers.

Peu de temps après le CCP, le pilote a commencé les vols commerciaux avec des passagers à bord, le 11 mai 2010. Le 13 mai 2010, jour de l'accident, le pilote totalisait environ 277 heures de vol, dont 45 heures sur un avion multimoteur et environ 12 heures sur un avion du même type et 5 heures dans l'avion en cause.

Déroulement du vol

Le matin de l'accident, le pilote était bien reposé et a d'abord effectué un vol aller-retour de Thompson à South Indian Lake. Avant ce premier vol, le pilote avait vérifié visuellement les niveaux de carburant et il avait estimé que les réservoirs auxiliaires étaient un peu plus qu'à moitié pleins et que les réservoirs principaux étaient à moitié pleins. Après le vol du matin à

¹ Les heures sont exprimées selon l'heure avancée du Centre (temps universel coordonné moins 5 heures).

South Indian Lake, le pilote a décollé de Thompson avec 2 passagers à bord pour un vol à destination de Thicket Portage. Au retour, le pilote était seul à bord. Tous les vols avaient été effectués selon les règles de vol à vue (VFR). Une carte de la région est jointe en annexe A.

À Thicket Portage, les 2 moteurs ont été coupés avant que les passagers ne débarquent de l'avion, puis redémarrés pour le vol de retour vers Thompson. Dans le cadre des vérifications avant le démarrage, les interrupteurs de batterie et de l'alternateur avaient été mis sur ON. Pendant le démarrage, les moteurs ont tourné plus lentement que la normale. Pendant la vérification pré-décollage, le pilote n'a pas réglé le gyroscope directionnel pneumatique qui est situé sur le tableau de bord du côté du copilote. Cet emplacement rend difficile toute manipulation du sélecteur de cap et l'observation de l'affichage. Les sélecteurs de réservoirs avaient été laissés sur les réservoirs principaux.

À 9 h 26 l'aéronef a décollé de la piste 29, alors que le train d'atterrissage a été rentré et les moteurs réglés à la puissance de montée. Presque immédiatement, la radio, le système de positionnement mondial (GPS) et le transpondeur ont cessé de fonctionner. Un examen des informations radar enregistrées par Thompson a révélé que le transpondeur de l'avion avait cessé d'émettre à peine 2 minutes après le décollage. Le pilote a effectué un virage à droite en montée afin de suivre la trajectoire de 355 degrés en direction de Thompson. Une vérification visuelle du train d'atterrissage au moyen d'un miroir monté sur la nacelle moteur a révélé que celui-ci n'était que partiellement rentré.

À 9 h 29, le pilote a contacté le centre d'information de vol (FIC) de Winnipeg à l'aide de son téléphone cellulaire. Il lui a indiqué qu'il était parti de Thicket Portage, qu'il volait à 4500 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl) et que, selon ses estimations, il devrait arriver à Thompson dans 12 minutes. Il a ajouté qu'il était sans radio (NORDO) ni transpondeur, mais n'a pas mentionné le problème de train d'atterrissage.

Après le départ, bien que l'indicateur de situation horizontale (HSI) électrique ne fonctionnait pas, le pilote s'en est servi pour essayer d'établir la route à suivre pour se rendre à Thompson. Une carte de la région se trouvait dans le poste de pilotage, mais le pilote ne s'en est pas servi pour vérifier les traits caractéristiques du terrain et confirmer qu'il était sur la bonne route, et il s'est perdu. Le gyroscope directionnel pneumatique n'ayant pas été réglé, le pilote a essayé d'utiliser le compas magnétique de secours, mais il a eu de la difficulté à le faire et il était toujours incertain de sa position. Une odeur de feu électrique et la présence de fumée dans le poste de pilotage l'ont amené à mettre tous les interrupteurs électriques hors tension.

Lorsqu'il a reconnu la voie ferrée qui joint Thicket Portage à Pikwitonei, le pilote a décidé de la suivre en direction nord-est jusqu'à Pikwitonei avant de se diriger vers Thompson. Préoccupé par la fumée et les risques d'incendie, le pilote a jugé que cette route était plus sécuritaire au cas où un atterrissage forcé deviendrait nécessaire. Il pensait avoir suffisamment de carburant pour la nouvelle route. Le pilote a mis sous tension l'interrupteur principal de la batterie, et les alternateurs étant hors tension, il a commandé la sortie du train d'atterrissage. Le train d'atterrissage est effectivement sorti, mais le pilote n'a pas vu de voyant vert indiquant que le train d'atterrissage était sorti et a continué à s'en inquiéter. Le train est demeuré sorti pendant tout le reste du vol.

Peu avant d'atteindre Pikwitonei, les alternateurs ont été mis sous tension. Le pilote a observé que l'indication de l'ampèremètre de gauche était élevée alors que celle de l'ampèremètre de droite était plus basse. Il a mis l'interrupteur avionique principal sous tension. L'examen des

données radar enregistrées de Thompson a révélé que le transpondeur de l'aéronef a été activé à 9 h 42, à environ 5 milles à l'ouest de Pikwitonei et près de 15 minutes après le début de la situation d'urgence. Le dernier élément de la liste des vérifications en cas de fumée ou d'incendie du système électrique recommande d'atterrir à l'aéroport approprié le plus proche.

À l'approche de Pikwitonei, le pilote, préoccupé par la fumée, a pris la décision d'atterrir, mais sans savoir que la piste risquait d'être bloquée comme le mentionnait le NOTAM publié. Le pilote s'est intentionnellement placé à 6 milles en parcours vent arrière en vue d'une longue approche directe. Le pilote a fait battre les ailes pour tenter de verrouiller le train d'atterrissage, puis il a amorcé un virage de base. Pendant le virage, le moteur de droite s'est arrêté. Après avoir confirmé ce fait, le pilote a sélectionné le réservoir de carburant auxiliaire droit. Pendant le diagnostic de panne du moteur droit, le moteur gauche s'est arrêté. Le pilote n'a pas mis les moteurs en drapeau, car il espérait que les moteurs en rotation libre allaient redémarrer. Selon les indications du radar, l'avion a entamé un virage à droite puis a disparu de l'écran du radar à 9 h 46, à environ 3 à 4 milles à l'est de Pikwitonei, environ 20 minutes après le décollage.

L'avion qui volait en direction nord-ouest s'est écrasé dans une région boisée à environ 3 nm à l'est de Pikwitonei. La force d'impact élevée a plongé le pilote dans un état d'inconscience momentanée, mais ce dernier n'a été que légèrement blessé. Lorsque le pilote a repris ses esprits, il a remarqué une fuite de carburant provenant de l'aile droite fracturée. Devant le risque d'incendie, le pilote a évacué l'aéronef en emportant l'extincteur d'incendie et s'est éloigné à une distance sécuritaire. Peu de temps après, le pilote est revenu vers l'épave pour activer la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) au moyen du commutateur à distance situé sur le tableau de bord de l'avion et pour retirer la balise portative de localisation personnelle par satellite SPOT™ de la cabine². À 10 h 12, le pilote a déclenché le bouton 911 de l'appareil en question, ce qui a avisé la compagnie (par l'entremise du centre d'intervention SPOT) de l'accident. À 10 h 57, le Centre conjoint de coordination des opérations de sauvetage (CCCOS) de Trenton (Ontario), du ministère de la Défense nationale, a reçu le signal de la radiobalise, et il a lancé des recherches. Un aéronef de recherche et sauvetage, qui se trouvait dans la région au moment de l'accident, a pu localiser l'endroit grâce au signal qu'émettait la radiobalise et aux coordonnées du SPOT 911. Un hélicoptère civil local a été mandaté pour amener les sauveteurs jusqu'au lieu de l'accident. Le pilote a été recueilli à 11 h 35 et transporté à l'hôpital de Thompson pour y recevoir des soins médicaux.

Examen du lieu de l'accident

Les enquêteurs du BST ont procédé sur place à l'examen de l'aéronef. L'appareil a heurté le sol selon un angle de descente peu prononcé et avec l'aile gauche très basse. Au contact du sol, l'aéronef a continué à rouler vers la gauche jusqu'à être en position inversée au moment de pénétrer dans les arbres. Les 2 ailes se sont brisées au niveau extérieur du fuseau moteur, la queue s'est brisée en avant de la dérive, le moteur gauche a été arraché de l'appareil et le moteur droit s'est défait de ses points d'attache. Les hélices tournaient à pas fin et ne montraient aucun signe d'une rotation d'une vitesse supérieure au fonctionnement en moulinet. Les interrupteurs des magnétos moteur ont été testés et malgré le fait que les moteurs aient été déplacés, le câblage était intact et fonctionnait correctement. Les 3 trains d'atterrissage étaient sortis, mais les dommages causés par l'accident n'ont pas permis de déterminer s'ils étaient verrouillés en place. Les volets étaient rentrés. On a examiné tout le câblage et les éléments

² SPOT Inc© est un système transmetteur de données de positionnement mondial (GPS) qui transmet sa position, généralement une fois toutes les 10 minutes.

électriques du poste de pilotage et du compartiment à bagages de nez pour voir s'il y avait des traces de surchauffe ou des odeurs de feux électriques; rien n'a été détecté et tous les disjoncteurs étaient fermés. Les courroies d'entraînement d'alternateur étaient intactes et tendues correctement. La partie de la cabine en avant de la cloison de la cabine arrière était intacte et n'avait subi que de minimes compressions verticales. L'issue d'évacuation sur l'aile gauche était ouverte. La radiobalise de repérage d'urgence était restée fixée à son support et au faisceau de câbles à l'intérieur de la partie arrière du fuselage. Les 2 batteries ont été extraites de l'épave et examinées. Aucune odeur indicatrice de surchauffe de batterie n'a été décelée.

Les 4 bouchons de réservoirs étaient bien en place et il n'y avait aucune tâche de carburant ni aucun signe de fuite. Aucune odeur de carburant n'a été décelée autour de l'épave. Les 2 ailes étaient fracturées au niveau des bouchons de col de remplissage de réservoir auxiliaire. Les parois des 2 réservoirs souples avaient été déchirées et on a remarqué une petite quantité de carburant dans les plis du réservoir souple auxiliaire de droite. On a ouvert les bouchons des principaux réservoirs carburant alors que les ailes étaient en position inversée à la suite de l'impact. Aucun carburant ne s'est écoulé de la zone des bouchons de réservoir principal, mais l'intégrité des réservoirs carburant principaux n'a pas pu être confirmée. Les filtres carburant des 2 moteurs ont été examinés et les crépines étaient propres et exemptes de toutes traces de contamination. Les conduites carburant des 2 moteurs étaient intactes et ne montraient aucun signe de fuite. On a débranché les conduites de carburant allant du dispositif de dosage de carburant au collecteur et seule une petite quantité de carburant résiduel a été récupérée. Les moteurs étaient dans une telle position que tout résidu de carburant dans les conduites n'aurait pas pu s'en échapper.

Il a fallu plusieurs semaines pour récupérer l'aéronef et le transporter à la base de l'exploitant afin de l'examiner en détail à cause des conditions sur les lieux de l'accident et des difficultés que présentait le transport de l'épave. L'aéronef ainsi que son système électrique ont été branchés au groupe électrogène de piste et mis sous tension, tout a fonctionné normalement sans aucun signe ni odeur de feu électrique. Le moteur du train d'atterrissage a été retiré puis démonté afin d'être examiné. On y a décelé une forte odeur de feu électrique et il y avait des signes évidents de surchauffe sur l'armature. Une fois réassemblé, le moteur fonctionnait normalement. Les 2 alternateurs de l'aéronef, les régulateurs de tension, le relais de mise en parallèle des alternateurs, l'avionique et le relais principal de batterie, la radiobalise de repérage d'urgence et le système radio de l'aéronef ont été retirés pour une évaluation et des essais plus poussés.

Système électrique de l'aéronef

Les composants du système électrique de l'aéronef étaient alimentés par des barres bus de 28 volts (V) de courant continu (c. c.)³ provenant de 3 sources d'alimentation différentes : 2 accumulateurs au plomb de 12 V, 25 ampères (A) reliés en série, et les alternateurs de 40 A de gauche et de droite entraînés par le moteur. Chacune des 3 sources d'alimentation électrique était capable d'alimenter les barres bus électriques de façon indépendante, dans les limites des contraintes de la charge électrique appliquée. Les batteries étaient connectées aux barres bus au moyen d'un interrupteur principal et d'un relais batterie. La connexion entre les alternateurs et les barres bus se faisait au moyen d'interrupteurs à levier et de régulateurs de tension réglés à $28,25 \pm 0,25$ V. Un relais directionnel de courant dans le régulateur de tension assurait la connexion et la déconnexion de l'alternateur aux barres bus en fonction des réglages internes. Si

³ Toutes les tensions sont exprimées en courant continu (c. c.).

La tension de l'alternateur était inférieure à celle des barres bus, l'alternateur était déconnecté. La charge électrique entre les 2 alternateurs était équilibrée par un système de relais de mise en parallèle qui réduisait la tension de sortie du régulateur de tension supérieure et augmentait la tension du régulateur de tension inférieure.

Deux ampèremètres montés sur le tableau de bord, derrière le secteur de manette, indiquaient le débit de l'alternateur (par opposition aux ampèremètres de type charge-décharge) (voir photo 1). Les indications de l'ampèremètre augmentent ou diminuent en proportion directe de la charge électrique appliquée. La graduation commence à 0 A et va jusqu'à 40 A. Comme les positions du 0 et du 40 ne sont pas alignées avec la graduation, une indication de zéro pourrait être mal interprétée comme étant 10 A.



Photo 1. Indications de l'ampèremètre de l'aéronef immatriculé C-FBJA quand les alternateurs sont sur OFF.

Antécédents de maintenance de l'avion

L'aéronef en question a été construit en 1961 et a subi de nombreuses modifications. Un système de navigation et de communication Garmin a été installé, il comprend un affichage principal GNS-530A et un poste de commande ainsi qu'un transpondeur GTX-330. Les données contenues dans la mémoire du GPS ont été téléchargées et d'après celles-ci la dernière position de l'aéronef se trouvait au seuil de la piste 29 à Thicket Portage.

Le panneau de bord monobloc est une des modifications apportées après la fabrication et comprend un panneau annonceur segmenté situé sous l'écran anti-éblouissement, directement en face du pilote. Deux des segments du panneau sont utilisés pour afficher en lumière orange les mots *Left generator* (alternateur gauche) et *Right generator* (alternateur droit) en cas de défaillance d'un des alternateurs. Ces voyants étaient contrôlés à travers un ensemble de relais connectés au circuit de mise en parallèle de l'alternateur. La tension d'induit de l'alternateur présente à chaque cosse du circuit de mise en parallèle alimente le relais de celle-ci et éteint le voyant. Cela se produit indépendamment du fonctionnement du relais directionnel du régulateur de tension. Le fait que le voyant de l'alternateur soit éteint ne signifie pas pour autant que l'alternateur est connecté aux barres bus, mais simplement que l'alternateur transmet la tension au relais de mise en parallèle. L'affichage de l'ampèremètre permet de confirmer que le relais directionnel de courant du régulateur de tension relie la sortie de l'alternateur aux barres bus. Les voyants de l'alternateur ont été testés, ce qui a révélé que lorsqu'ils sont allumés, ils ne sont pas très visibles. De plus, une réduction de la tension cause une baisse considérable de l'intensité des voyants.

L'aéronef a fait l'objet d'une inspection aux 100 heures le 30 mars 2010, environ 7 heures de vol avant l'accident. Une des batteries principales de l'aéronef a été remplacée. La deuxième batterie a été jugée comme étant dans un état plus ou moins bon, mais utilisable. Lorsque les batteries sont connectées en série, une batterie en moins bon état peut diminuer considérablement la tension fournie par l'ensemble des batteries, puisqu'elle a tendance à agir

comme une résistance et que la bonne batterie tente de recharger celle qui est plus faible⁴. En 2007, l'avion avait eu un épisode de surtension, à peu près 300 heures de vol avant l'accident. Le régulateur de tension de droite avait été remplacé et les 2 régulateurs, équilibrés. En dehors du remplacement d'une courroie d'entraînement effectué en 2008, aucun problème de système de recharge n'a été rapporté depuis 2007.

Examen et essai des composants

Les alternateurs, les régulateurs de tension et le relais de mise en parallèle de l'aéronef ont été soumis à des essais au banc. Le relais de mise en parallèle fonctionnait normalement. On a fait fonctionner les alternateurs avec un régulateur de tension d'essai et l'alternateur gauche fonctionnait normalement. La tension de sortie de l'alternateur de droite était basse, soit de 22 V à 24 V. L'induit de l'alternateur de droite a été examiné et on a relevé des traces d'amorçage d'arc et d'usure anormale. Les dommages sur l'induit pourraient avoir été causés par la situation de surchauffe qui s'est produite 300 heures de vol plus tôt. Les alternateurs ont ensuite été soumis à l'essai avec leur régulateur de tension respectif. Les tensions d'accrochage et de décrochage⁵ du relais directionnel du régulateur de tension de gauche étaient réglées à 28,8 V et 25,8 V respectivement. Pour l'alternateur de gauche, ces mêmes tensions avaient été réglées à 24,9 V, soit bien en dessous du $28,25 \pm 0,25$ V normalement exigé et en dessous de la tension de décrochage de l'alternateur et du relais directionnel du régulateur de tension de gauche. Le régulateur de tension de droite n'a pas fonctionné à cause d'un circuit ouvert dans le bobinage shunt et donc n'a pas pu être testé.

L'avionique et les relais principaux ont été soumis à des essais et fonctionnaient correctement. Les relais s'ouvraient avec une tension allant de 3 V à 4 V et se fermaient à une tension d'environ 11 V. La radio et les systèmes de navigation ont également été testés et fonctionnaient normalement jusqu'à environ 8 V, avant de se mettre hors tension.

Radiobalise de repérage d'urgence

La radiobalise de repérage d'urgence (ELT) ne s'est pas déclenchée pendant l'accident, elle a donc été envoyée au laboratoire du BST pour y être examinée et testée. Il s'agissait du modèle ME406, numéro de pièce 453-6603, fabriquée par Artex Aircraft Supplies Inc. et approuvée pour l'aéronef en question. L'ELT avait été à nouveau certifiée le 10 février 2010 et une étiquette indiquait que la batterie devait être remplacée en mars 2015. L'interrupteur sur l'ELT a été allumé et la radiobalise a émis un signal puissant sur les 2 fréquences. On a procédé à la vérification des fréquences 121,5 MHz et 406 MHz, les 2 fréquences étaient conformes aux spécifications.

L'ELT est équipée d'un mécanisme de déclenchement uniaxe qui se déclenche lorsque l'appareil détecte une force d'accélération supérieure à 4,5 pieds par seconde (2,3 g) le long de son axe longitudinal. Le mécanisme de déclenchement est monté sur l'extrémité d'un tube interne. Une boule à l'intérieur du tube est poussée vers l'extrémité du tube par les forces d'accélération puis

⁴ L'épave de l'aéronef a été laissée sur place pendant plusieurs semaines avant de pouvoir être récupérée. Quand on est venu pour récupérer l'épave, les batteries avaient été prises par des inconnus. Il n'a donc pas été possible de les examiner ou de les tester.

⁵ La tension à laquelle l'alternateur est branché et débranché aux barres bus.

revient ou rebondit le long du tube quand l'accélération cesse, jusqu'à ce qu'il y ait un contact avec le mécanisme de déclenchement.

Des essais ont été effectués afin de vérifier le fonctionnement du système de détection d'un écrasement. Un accéléromètre à semi-conducteur a été installé sur le boîtier de l'ELT. La radiobalise a été secouée manuellement, le long de son axe longitudinal (dans la direction indiquée par la flèche) afin de simuler un arrêt soudain. Un oscilloscope a enregistré les données de l'accéléromètre et la tension à travers le mécanisme de déclenchement. L'essai a été répété plusieurs fois et le mécanisme de déclenchement a fonctionné à l'intérieur de la plage prescrite. On a également effectué plusieurs essais en introduisant diverses valeurs d'accélération et des angles variés en direction opposée à l'axe longitudinal du tube. Dans certains cas, le mécanisme de déclenchement s'est déclenché et dans d'autres non. On a remarqué qu'à fur et à mesure que l'angle de la force s'écartait de l'axe longitudinal du tube, on pouvait entendre la boule heurter l'extrémité du tube, mais sans rebondir contre le mécanisme de déclenchement. Dans de tels cas, l'ELT ne s'est pas déclenchée. Le fabricant a proposé un mécanisme temporaire de déclenchement de l'ELT, à axes multiples et conçu pour fonctionner quel que soit l'angle d'impact. La réglementation n'exige pas l'installation d'une ELT multiaxiale sur les aéronefs à voilure fixe.

Circuit de carburant de l'aéronef

Le circuit de carburant comprenait 4 réservoirs indépendants d'une capacité totale de 136 gallons US de carburant utilisable. Chaque aile comportait un réservoir carburant principal d'une capacité de 37 gallons US de carburant utilisable et un réservoir auxiliaire d'une capacité de 31 gallons US de carburant utilisable. Les indicateurs de quantité carburant étaient du type logomètre, conçus pour minimiser les erreurs causées par la fluctuation de la tension dans le système électrique.

Selon la consigne de navigabilité 72-11-02 une bande jaune doit être marquée sur l'indicateur de quantité de carburant partant de l'indication zéro jusqu'à celle qui indique $\frac{1}{4}$ du plein. Le manuel d'utilisation du pilote (POH), Section II, 2-8 mentionne également cette marque et indique qu'aucun décollage ne doit être effectué si la quantité de carburant est dans cette plage. Ces marques étaient absentes des indicateurs de quantité carburant de l'aéronef accidenté, pourtant les dossiers indiquent que les directives de la consigne de navigabilité 72-11-02 avaient été appliquées. Il n'y avait pas de logo Beechcraft sur l'indicateur de quantité carburant.

Selon le manuel d'utilisation du pilote et la liste des vérifications, le décollage et l'atterrissage doivent être effectués à l'aide des principaux réservoirs de carburant qui doivent chacun contenir au moins 13 gallons. Les décollages en virage ou les décollages immédiatement après un roulage avec virage rapide sont interdits à cause des possibilités de mise à l'air de la conduite d'alimentation carburant. Le carburant du réservoir auxiliaire devrait être utilisé pendant le vol de croisière afin qu'il reste une quantité suffisante de carburant dans les réservoirs principaux pour respecter l'exigence relative aux 13 gallons disponibles pour l'atterrissage et le décollage.

Le dernier plein de l'aéronef avait été effectué le 13 avril 2010, l'avion avait donc à son bord une quantité totale de carburant de 136 gallons US (816 livres). Après cet avitaillement en carburant il y a eu 7 entrées dans le carnet de route d'aéronef pour un total de 3,6 heures de vol. La dernière entrée date du 12 mai 2010 et indiquait qu'au moment du départ l'aéronef avait à son bord 350 livres de carburant. Il n'y avait aucune entrée concernant le vol effectué le matin du

jour de l'accident. Les résultats des calculs de carburant du BST pour les 7 vols correspondent étroitement à ceux qui ont été entrés dans le carnet de route pour les 7 vols et indiquaient que le 13 mai 2010, la quantité totale de carburant à bord au moment du premier décollage était de 290 livres. Toutefois, pour ce même vol, le pilote avait vérifié visuellement la quantité de carburant dans les réservoirs et indiqué à la compagnie qu'il y avait 480 livres de carburant à bord, quantité qui a été inscrite dans le formulaire de suivi des vols de l'entreprise. D'après les calculs effectués par le BST, au départ de Thicket Portage, il y avait à bord de l'aéronef une quantité suffisante de carburant pour le vol avec une réserve de 30 minutes. Le BST a également calculé la quantité de carburant qui restait dans les réservoirs principaux après chaque vol et, selon ces calculs, les réservoirs principaux auraient été à sec à peu près au moment où les moteurs se sont arrêtés, à proximité de Pikwitonei.

Ceintures de sécurité dans l'avion

Le siège du pilote était équipé d'un système de retenue constitué d'une ceinture abdominale et de bretelles passées à travers la boucle de l'enrouleur à inertie située au plafond. Le pilote avait mis sa ceinture abdominale et les bretelles.

Suivi des vols par la compagnie

La compagnie utilisait le système de suivi par satellite SPOT pour assurer le suivi des vols et aux fins de repérage. Selon la politique de la compagnie, le pilote devait activer le système SPOT et le mettre en mode « enregistrement présence » avant le décollage afin d'indiquer que le vol était en cours. Il devait ensuite déclencher le mode « suivi des progrès » qui permettrait de suivre le vol, à intervalle de 10 minutes à partir d'une page Web accessible à l'exploitant. À 7 h 13, juste avant le décollage pour le premier vol de la journée de Thompson à South Indian Lake, le pilote a activé le mode « enregistrement présence », mais il n'a pas activé le mode « suivi des progrès », il n'était donc pas possible de suivre les progrès du vol.

État de saturation des tâches

Une surcharge de travail et une multitude de tâches à effectuer dans un temps limité peuvent amener un pilote à un état de saturation. Dans des situations de forte charge de travail, les pilotes qui ont peu d'expérience sont particulièrement vulnérables. Afin d'aider les pilotes à garder leur sang-froid, on leur enseigne un mantra à se répéter : « piloter, naviguer et communiquer ». Ce mantra rappelle au pilote que la priorité est de maintenir l'avion en vol et d'en garder la maîtrise. Dès que le pilote maîtrise bien l'avion et ses systèmes, il doit concentrer son attention sur la navigation, puis sur la communication. Un état de saturation peut amener à se tromper de priorité lors de l'exécution des tâches et à se concentrer sur une tâche à l'exclusion de toute autre. L'utilisation efficace des listes de vérification et de bonnes habitudes de vérification par recoupements peuvent aider les pilotes à surmonter l'état de saturation. Il incombe à la direction de la compagnie de s'assurer que des listes de vérification et des procédures sont disponibles et que les pilotes sont formés et compétents quant à leur utilisation.

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

LP 073/2010 NVM *Recovery ELT, LAMPS* (Récupération de la mémoire non volatil, de l'ELT et des voyants)

On peut obtenir ce rapport en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

Analyse

Il y a eu une première indication d'une panne d'alimentation électrique immédiatement après le décollage, lorsque le train d'atterrissage entraîné électriquement n'est pas complètement rentré et qu'aucun des systèmes avioniques n'était plus alimenté. Le transpondeur avait cessé d'émettre des signaux et l'avion n'était plus suivi par radar.

Le fait que toutes ces pannes électriques se soient produites simultanément indique qu'elles sont probablement dues à une faible tension dans les barres bus causée par une défaillance des 2 alternateurs combinée à une baisse de tension de la batterie. Le régulateur de la tension de l'alternateur de gauche avait été réglé à une valeur trop basse pour que l'alternateur de gauche puisse alimenter les barres bus tout seul. Le régulateur de la tension de l'alternateur de droite ne fonctionnait pas à cause d'un circuit ouvert dans le bobinage shunt. Il est probable qu'avant la panne électrique, le régulateur de tension de droite fonctionnait correctement et augmentait la tension de l'alternateur gauche à travers le relais de mise en parallèle pour le maintenir en ligne. Ainsi, les 2 alternateurs dépendaient du fonctionnement du régulateur de tension de droite pour alimenter les barres bus. Il n'a pas été possible de déterminer à quel moment le régulateur de tension de droite a cessé de fonctionner, mais il est clair que cette panne a causé une chute de la tension de l'alternateur gauche à son niveau de réglage initial de 24,9 V. Le relais directionnel du régulateur de gauche était réglé à 25,8 V et a sans doute déconnecté l'alternateur gauche des barres bus.

À Thicket Portage, le fait qu'au moment du démarrage les moteurs ont tourné plus lentement que la normale est peut-être une indication que le régulateur de tension de droite était déjà tombé en panne et que les batteries commençaient à se décharger. Si la batterie était faible, le voyant lumineux indiquant une panne de l'alternateur de droite serait très affaibli et donc ne serait pas très visible. L'alternateur de gauche continuerait d'alimenter le relais de mise en parallèle et le voyant indiquant une panne de l'alternateur gauche s'éteindrait. Toutefois, puisqu'aucun des alternateurs ne serait connecté aux barres bus, l'ampèremètre indiquerait zéro. La graduation de l'ampèremètre peut induire en erreur puisque même en l'absence de courant, l'appareil peut être lu comme indiquant 10 A. Il est également probable que la batterie était déjà affaiblie puisqu'une des batteries avait été jugée plus ou moins bonne, mais utilisable lors de l'inspection aux 100 heures. La disparité des batteries aurait nui à leur efficacité combinée puisqu'elles étaient connectées en série.

La rentrée du train d'atterrissage après le décollage aurait imposé une contrainte électrique sur la batterie déjà affaiblie ce qui, à la suite de la chute de tension, a pu causer la panne du moteur du train d'atterrissage. Le courant électrique passant à travers le moteur stationnaire du train d'atterrissage aurait continué à vider les batteries et causé une surchauffe de l'armature, d'où la présence de la fumée et de l'odeur. Quand la tension de la batterie est descendue en dessous de

8 V, la radio, le transpondeur et les appareils de navigation ont été mis hors circuit et l'avion a disparu de l'écran radar.

Quand le pilote a réglé l'interrupteur général à la position arrêt, la fumée et l'odeur ont disparu puisque le moteur du train d'atterrissage n'était plus alimenté en électricité. Lorsqu'il a remis l'interrupteur général sous tension et fait sortir le train d'atterrissage, celui-ci est sorti puisque, la gravité aidant, une force moins importante est nécessaire pour sortir le train d'atterrissage. Les tentatives du pilote de rétablir le fonctionnement de l'alternateur ont peut-être brièvement fait fonctionner l'alternateur gauche, mais sa tension de sortie n'étant que de 24,9 V, il est peu probable qu'il soit resté connecté aux barres bus très longtemps. Le signal du transpondeur de l'aéronef ayant été capté sur le radar aux environs de Pikwitonei, il est probable que la puissance résiduelle de la batterie ait été suffisante pour fermer le système avionique et le relais batterie principal et pour alimenter le transpondeur.

La première réaction du pilote à la suite de la panne électrique a été de communiquer au lieu de piloter d'abord puis de diagnostiquer la panne et ensuite de naviguer. Son appel au moyen de son téléphone cellulaire l'a distrait et il n'a pas procédé de façon systématique pour déterminer l'étendue du problème électrique et prendre des mesures correctives. Le gyroscope directionnel n'ayant pas été réglé et aucun trait caractéristique du terrain n'ayant été choisi avant le décollage pour confirmer la route à suivre, la méthode de navigation du pilote dépendait entièrement du cap indiqué par l'indicateur de situation horizontale (HSI). Le pilote n'ayant pas réalisé tout de suite que le problème électrique causait une défaillance de l'HSI, il s'est perdu. Lorsque la fumée et les vapeurs ont envahi le poste de pilotage, il a perdu toute conscience de la situation et n'a pas choisi sa meilleure option, qui était de retourner immédiatement à Thicket Portage, tout en passant en revue la liste des vérifications de l'avion en cas de feu électrique ou de présence de fumée.

Incertain quant à sa position exacte, le pilote était en plus confronté à une panne électrique, une défaillance du train d'atterrissage et la possibilité d'un feu. Les actions du pilote indiquent qu'il était en état de saturation. À l'exception de son utilisation du compas magnétique de secours pour confirmer l'orientation de la voie ferrée, il n'a pas tenu compte des priorités à suivre. Il ne s'est pas préoccupé de la gestion du carburant et les réservoirs auxiliaires n'ont pas été sélectionnés pour le vol de croisière. L'attention du pilote était concentrée sur la défaillance de train d'atterrissage dont il s'était pourtant occupé avant d'accomplir les étapes figurant sur la liste des vérifications d'urgence en cas d'incendie électrique ou de fumée. D'après les indications de la cible du transpondeur sur l'écran du radar des environs de Pikwitonei, il s'est écoulé 15 minutes avant que les éléments de la liste ne soient vérifiés. Le train d'atterrissage continuait de préoccuper le pilote qui a prolongé sa trajectoire d'approche et a effectué des battements d'ailes dans le but de s'assurer que le train d'atterrissage était bien sorti et verrouillé en place. Concentré sur cette activité, il ne s'est pas préoccupé de la situation en carburant de l'avion.

Les moteurs se sont arrêtés peu après l'exécution des battements d'ailes pour verrouiller le train d'atterrissage en place. Une panne de carburant était probablement à l'origine de l'arrêt de l'alimentation et du moteur de droite, le réservoir de droite s'étant vidé. Le moteur gauche s'est arrêté presque immédiatement après le moteur droit. Il s'agit peut-être aussi d'une panne de carburant si les moteurs ont consommé la même quantité de carburant depuis le dernier plein. Il est toutefois plus probable que le moteur s'est arrêté à cause d'une panne d'alimentation, étant donné que le faible niveau de carburant dans le réservoir a permis à de l'air d'entrer dans la conduite d'alimentation du moteur lors des mouvements de lacets de l'avion causés par des

poussées asymétriques. La décision de ne pas mettre l'hélice du moteur droit en drapeau aurait causé une augmentation de la traînée et des forces s'exerçant en lacet, ce qui aurait éloigné le carburant de l'orifice de la conduite d'alimentation du bord intérieur du réservoir de gauche. Le train d'atterrissage étant déjà sorti, la décision du pilote de ne mettre aucune des hélices en drapeau a donné lieu à une accélération de la vitesse de descente verticale, rendant difficile tout maîtrise de l'atterrissage forcé par le pilote.

Le pilote avait suivi une formation offerte par la compagnie et réussi sa vérification de compétence pilote (PPC), en plus de suivre une formation supplémentaire d'introduction à la compagnie à l'aide d'un programme d'enseignement assisté par ordinateur. Cependant, le pilote n'avait pas beaucoup d'expérience récente. Au cours des 12 mois qui ont précédé l'accident, il n'avait volé qu'environ 14 heures, et ce, incluant la formation donnée par la compagnie. Il était donc à risque de tomber dans un état de saturation. La formation étant principalement axée sur la réussite d'un PPC sur le Beech 95-55 et du programme d'enseignement assisté par ordinateur, le pilote a eu peu d'occasions de rafraîchir les compétences et les techniques apprises lors de la formation pour la licence de pilote privé et la formation de pilote professionnel. Par conséquent, confronté à une situation d'urgence exceptionnelle et critique peu après avoir décollé de Thicket Portage, le pilote s'est rapidement trouvé dans un état de saturation et s'est révélé incapable de gérer la situation d'urgence d'une manière efficace.

Il est probable que l'interrupteur à inertie uniaxe (interrupteur g) n'était pas orienté de manière à être en ligne avec la force d'impact de l'écrasement. C'est pourquoi la radiobalise de repérage d'urgence ne s'est pas déclenchée au moment de l'impact. Étant donné que le pilote n'avait pas déclenché le système SPOT de suivi par satellite, la localisation et le sauvetage du pilote auraient été retardés s'il n'avait pas pu déclencher l'ELT et appuyer sur le bouton SPOT 911. Le fait que le pilote portait sa ceinture abdominale et les bretelles de sécurité lui a épargné les blessures graves qu'un accident d'une telle gravité aurait pu causer.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Il y a probablement eu une défaillance du système électrique à cause de la faible tension des barres bus causée par la défaillance du régulateur de tension de droite et la faible sortie de tension du régulateur de gauche.
2. Le pilote a été distrait par sa communication téléphonique avec le centre d'information de vol et il n'a pas respecté l'ordre de priorité établi pour gérer une panne électrique et des systèmes de navigation. Il s'est donc perdu.
3. L'état de saturation du pilote dû à son manque d'expérience et son niveau de compétence actuel a nui à sa capacité de réagir de façon efficace à une urgence à multiples facettes. Il ne s'est donc pas préoccupé de la situation du carburant et les moteurs se sont arrêtés à cause d'une panne d'alimentation et de l'exposition à l'air de la conduite d'alimentation en carburant.

Faits établis quant aux risques

1. Le pilote n'a pas déclenché la balise portative de localisation personnelle par satellite SPOT et la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) ne s'est pas déclenchée, en dépit de la sévérité de l'impact avec le relief, ce qui aurait pu retarder le sauvetage du pilote.
2. L'indicateur de quantité carburant n'était pas marqué d'une bande jaune comme l'exige le règlement. L'absence de cette bande augmentait les risques de décollage avec un niveau de carburant insuffisant. En effet, cette bande constitue un avertissement visuel d'une quantité de carburant insuffisante.
3. L'interrupteur à inertie uniaxe (interrupteur g) de l'ELT de l'aéronef, bien qu'approuvé et en état de fonctionnement, ne s'est pas déclenché pendant l'accident, en dépit de la sévérité de l'impact avec le relief, ce qui aurait pu retarder le sauvetage du pilote.

Autre fait établi

1. Il n'y a pas eu de blessures graves grâce à l'utilisation de la ceinture abdominale et des bretelles de sécurité.

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 16 février 2011.

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 des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.

Annexe A – Carte de la région

