

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A03H0002

COLLISION AVEC LE RELIEF

DU CESSNA 208B CARAVAN C-FKAB
EXPLOITÉ PAR WASAYA AIRWAYS
À SUMMER BEAVER (ONTARIO)
LE 11 SEPTEMBRE 2003

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 aéro-nautique

Collision avec le relief

du Cessna 208B Caravan C-FKAB
exploité par Wasaya Airways
à Summer Beaver (Ontario)
le 11 septembre 2003

Rapport numéro A03H0002

Résumé

Le 11 septembre 2003 à 20 h 57, heure avancée de l'Est, le Cessna 208B Caravan (portant le numéro de série 208B0305 et immatriculé C-FKAB) assurant le vol 125 de la compagnie Wasaya Airways quitte Pickle Lake à destination de Summer Beaver (Ontario) pour effectuer un vol d'affrètement avec à son bord sept passagers et un membre d'équipage. L'appareil emprunte une trajectoire directe vers sa destination et évolue à une altitude de 3500 pieds au-dessus du niveau de la mer dans des conditions de vol à vue de nuit. À l'approche de Summer Beaver, l'appareil rejoint le circuit en vent arrière afin d'atterrir sur la piste 17. L'avion ne se posant pas, le personnel de Summer Beaver communique avec le régulateur de vol de Pickle Lake afin d'en savoir plus sur la situation de l'appareil en question. L'avion est déclaré manquant après une recherche infructueuse par radio effectuée par le personnel de régulation des vols de Pickle Lake. Le personnel de l'équipe de recherches et de sauvetage trouve l'épave dans une zone boisée située à trois milles marins au nord-ouest de Summer Beaver. L'appareil est presque entièrement consumé par l'incendie qui s'est déclaré après l'impact. Les huit personnes à bord ont été mortellement blessées.

This report is also available in English.

Table des matières

1.0	Renseignements de base	2
1.1	Déroulement du vol.....	2
1.2	Victimes.....	3
1.3	Renseignements sur le personnel	3
1.4	Renseignements sur l'aéronef	4
1.5	Renseignements météorologiques.....	5
1.6	Renseignements sur l'aérodrome	5
1.7	Enregistreurs de bord.....	5
1.8	Renseignements sur l'épave et sur l'impact.....	6
1.8.1	Généralités.....	6
1.8.2	Moteur et hélice	6
1.8.3	Commandes de vol.....	7
1.8.4	Instruments de vol	8
1.8.5	Dossiers de maintenance	8
1.9	Renseignements médicaux.....	9
1.10	Incendie	9
1.11	Questions relatives à la survie.....	9
1.12	Procédures d'utilisation et caractéristiques de pilotage de l'avion.....	9
1.13	Migration de la sauvagine	10
1.14	Opérations de la compagnie.....	10
1.15	Désorientation spatiale.....	11
1.16	Vérification de Transports Canada	12
2.0	Analyse	13
2.1	Généralités.....	13
2.2	Capacité du pilote à exécuter ses tâches.....	13
2.2.1	Incapacité médicale et fatigue	13
2.2.2	Désorientation spatiale.....	13

2.2.3	Dangers liés aux impacts d'oiseaux	14
2.3	Navigabilité de l'avion	14
2.3.1	Moteur et hélice	14
2.3.2	Commandes de vol	14
2.3.3	Défaillance structurale	15
2.3.4	Instruments de vol	15
2.4	Conditions météorologiques	15
3.0	Conclusions.....	16
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	16
3.2	Faits établis quant aux risques	16
3.3	Autres faits établis.....	16
4.0	Mesures de sécurité.....	17
4.1	Mesures prises	17
4.1.1	Instruments de vol	17
4.1.2	Exigences de maintenance relatives aux radiobalises de repérage d'urgence	17
4.1.3	Capacité en matière de suivi des vols.....	17
4.1.4	Équipage requis pour les vols de transport de passagers	17
5.0	Annexes	
	Annexe A – Liste des rapports de laboratoire.....	18
	Annexe B – Sigles et abréviations	19

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

Basée à Thunder Bay (Ontario)¹, la compagnie Wasaya Airways exploite quatre types d'aéronefs à partir de diverses bases situées dans le nord-ouest de la province. Les avions Cessna 208B Caravan de Wasaya Airways sont certifiés pour les opérations de taxi aérien en vertu de la sous-partie 703 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC)² et sont exploités à partir des bases de Red Lake (CYRL) et de Pickle Lake (CYPL).

Le 11 septembre 2003, le pilote en question se trouve en réserve. Il est rappelé au travail afin d'effectuer les deux derniers vols de la journée parce que les vents sont assez forts et que le gestionnaire de la base veut qu'un pilote plus expérimenté s'occupe des vols de la soirée. Le pilote se présente au travail à 17 h, heure avancée de l'Est³. Il effectue sa planification en vue d'un vol régulier de transport de fret à destination de Muskrat Dam et quitte Pickle Lake à 18 h 5. Lorsqu'il revient à Pickle Lake, à 20 h 32, l'avion est ravitaillé en carburant et reconfiguré pour un vol d'affrètement de transport de passagers à destination de Summer Beaver (CJV7).

Le vol 125 quitte Pickle Lake à 20 h 57, et son heure d'arrivée est fixée à 21 h 36. Il y a sept passagers et un pilote à bord. Le pilote se dirige vers Summer Beaver selon une trajectoire directe et il effectue le vol selon les règles de vol à vue (VFR) à une altitude de 3500 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl) dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC) de nuit.

Pendant qu'il est en route, le pilote discute à la radio avec un autre pilote de Caravan qui évolue lui aussi dans la région. Dix minutes avant d'atterrir à Summer Beaver, le pilote fait connaître ses intentions sur la fréquence 126,7 MHz et il allume l'éclairage d'aérodrome télécommandé d'aéronef (ARCAL) du terrain d'aviation. Des témoins au sol voient les phares de l'avion lorsque ce dernier rejoint la branche vent arrière du circuit d'aérodrome. Les feux de piste s'éteignent 15 minutes après avoir été allumés, mais l'appareil ne s'est pas posé. Le personnel de Summer Beaver communique avec le bureau de la régulation des vols de Pickle Lake afin de l'informer que le vol en question n'est pas arrivé. L'avion est déclaré manquant à 23 h 20 après une recherche infructueuse par radio effectuée par le personnel de la base de Pickle Lake. Le personnel de l'équipe de recherches et de sauvetage trouve l'épave à 1 h 52. Les huit personnes qui se trouvaient à bord ont été mortellement blessées. L'avion se trouve dans une zone boisée

¹ Tous les endroits mentionnés se situent dans la province de l'Ontario, sauf indication contraire.

² Voir l'annexe B pour la signification des sigles et des abréviations.

³ Toutes les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins quatre heures).

située à trois milles marins (nm) au nord-ouest de Summer Beaver (par 52° 43' 773" nord et 88° 37' 152" ouest, à une altitude de 835 pieds asl). L'accident s'est produit vers 21 h 30, pendant les heures d'obscurité. Il n'était pas possible de survivre à l'accident.

1.2 *Victimes*

	Équipage	Passagers	Tiers	Total
Tués	1	7	-	8
Blessés graves	-	-	-	-
Blessés légers / Indemnes	-	-	-	-
Total	1	7	-	8

1.3 *Renseignements sur le personnel*

Le pilote était à l'emploi de Wasaya Airways depuis mars 2001. Au début, il occupait le poste de copilote sur Caravan et sur Pilatus PC-12. En mai 2003, il était devenu commandant de bord sur Caravan. La dernière inscription faite dans le carnet de bord du pilote remontait au 8 août 2003. Les vols effectués par la suite n'avaient pas été inscrits dans son carnet. Le 8 août 2003, le pilote cumulait 132 heures de vol de nuit, dont 36 sur Caravan (31 heures en double commande et 5 heures à titre de commandant de bord). Un examen des carnets de bord de l'avion indique que le pilote avait effectué six autres heures de vol de nuit entre le 19 août et le 11 septembre et qu'il avait effectué plus de cinq décollages et atterrissages de nuit, conformément aux exigences à respecter pour pouvoir transporter des passagers. Le dernier vol de nuit effectué par le pilote remontait à la soirée précédant l'accident. Le nombre total d'heures de vol du pilote a été calculé à partir de son carnet de vol personnel, des données de la compagnie et du carnet de bord de l'avion. Le tableau suivant résume les renseignements sur le personnel.

	Commandant de bord
Âge	25
Licence	Pilote professionnel
Date d'expiration du certificat de validation	janvier 2004
Heures de vol totales	2351
Heures de vol sur type	946
Heures de vol dans les 90 derniers jours	344
Heures de vol sur type dans les 90 derniers jours	344
Heures de service avant l'événement	5
Heures libres avant la prise de service	16

1.4 Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	Cessna
Type et modèle	208B, Grand Caravan 1
Année de construction	1992
Numéro de série	208B0305
Certificat de navigabilité (permis de vol)	19 juin 1992
Heures totales de vol cellule	16 770
Moteur	PT6A-114A
Hélice / rotor (nombre)	McCaughey tripale à vitesse constante (1)
Masse maximale autorisée au décollage	8750 livres
Types de carburant recommandés	Jet A, Jet A-1, Jet B
Type de carburant utilisé	Jet A

Rien n'indique que le pilote a effectué les calculs de masse et de centrage avant le vol, contrairement à ce qu'exige l'article 703.37 du RAC, puisqu'aucun formulaire exigé par la réglementation n'a été laissé à cet effet à Pickle Lake. Cependant, les calculs de masse et de centrage effectués par l'équipe d'enquête à partir des données sur les passagers et le fret indiquent que la masse et le centre de gravité se trouvaient bien en deçà des

limites de cet avion au décollage et pendant le vol. De plus, la liste nominative des passagers qui devait être remplie ne l'avait pas été. Cette situation a fait en sorte qu'il a été difficile au début de déterminer avec certitude qui se trouvait à bord de l'avion au moment de l'impact.

L'examen de l'épave a permis de confirmer que tous les passagers étaient assis derrière la cloison du poste de pilotage et que personne n'occupait le siège du copilote.

1.5 Renseignements météorologiques

Le jour de l'accident, les prévisions régionales pour le nord-ouest de l'Ontario indiquaient une bande d'activités convectives s'étendant de Kenora à la baie d'Hudson. On prévoyait que cette situation allait donner lieu à des couches de nuages fragmentés entre 3000 et 19 000 pieds, à de nombreux altocumulus castellanus noyés dans la masse nuageuse et à une visibilité de quatre à six milles terrestres (sm) dans des averses de pluie et de la brume. Des orages étaient prévus dans la moitié sud de ce système météorologique entre Kenora et Pickle Lake. De la turbulence mécanique modérée était prévue dans toute la région entre 0 et 3000 pieds au-dessus du sol (agl). Les prévisions d'aérodrome pour Pickle Lake faisaient état d'un léger vent d'ouest, d'une visibilité supérieure à 6 sm et d'un plafond de 3000 pieds. Les conditions météorologiques à Pickle Lake au moment du départ étaient les suivantes : léger vent d'ouest, visibilité de 12 sm, température de 21 °C, plafond de 3000 pieds avec cumulus bourgeonnants. Au moment de l'accident, les conditions météorologiques à Pickle Lake étaient les suivantes : vent de l'ouest à 7 noeuds, visibilité de 12 sm dans de faibles averses de pluie et plafond de 2500 pieds avec cumulus bourgeonnants.

Summer Beaver ne possède pas de station météo. Cependant, les pilotes qui évoluaient dans les environs au moment de l'accident ont signalé de forts vents provenant du sud-ouest, de la turbulence mécanique modérée sans cisaillement du vent et une visibilité supérieure à 10 nm. Selon les observations, il y a eu une légère averse de pluie à l'aérodrome environ 20 minutes après l'accident, mais il ne pleuvait pas au moment de l'accident.

1.6 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome de Summer Beaver est exploité par le gouvernement de l'Ontario. L'unique piste, qui est faite de gravier, mesure 3500 pieds de longueur sur 100 pieds de largeur, elle est orientée au 173/353°M, et son altitude est de 832 pieds asl. L'aérodrome est équipé de feux de seuil de piste et d'extrémité de piste, de feux de bord de piste d'intensité moyenne et de feux ARCAL de type K. Il s'agit d'un aérodrome sans surveillance dont la fréquence de trafic d'aérodrome publiée est de 123,2 MHz. Cette fréquence doit être utilisée par tout pilote se trouvant à moins de 5 nm de l'aérodrome et au-dessous de 3800 pieds asl. L'aérodrome de Summer Beaver ne possède pas de service de lutte contre les incendies.

1.7 Enregistreurs de bord

L'avion n'était équipé d'aucun enregistreur de bord, et il n'était pas tenu de l'être en vertu de la réglementation en vigueur. Cette situation a nui à la détermination des événements qui ont mené à l'accident.

1.8 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.8.1 Généralités

L'examen de l'épave a révélé que l'avion a percuté un terrain densément boisé quasiment à la verticale, les ailes à l'horizontale. Le lieu de l'accident se trouvait à 3,1 nm de Summer Beaver et à un cap de 295°M par rapport au seuil de la piste 17. L'avion a fait tomber plusieurs arbres qui se trouvaient là où il s'est immobilisé. Le bord d'attaque des deux ailes portait des marques d'impact avec les arbres. L'avion s'est immobilisé au cap 200°M, la partie restante des ailes se trouvant presque perpendiculaire au fuselage.



L'incendie a détruit quelques arbres et presque tout l'avion, sauf certaines parties du fuselage, des ailes, du moteur et de l'hélice. On a pu identifier ce qu'il restait du train d'atterrissage, des sièges, des poignées des portes et du conteneur de fret. Rien n'indique qu'il y a eu une défaillance de la structure avant l'impact.

Tous les composants principaux de l'avion ont été trouvés sur le lieu de l'accident. Aucune anomalie n'a été décelée sur les parties de l'avion qui ont pu faire l'objet d'un examen. Seuls de petits fragments du pare-brise ont été trouvés sur le lieu de l'accident et tout juste à l'extérieur du périmètre de l'accident.

1.8.2 Moteur et hélice

Le moteur a été trouvé sous la structure avant du fuselage, à la verticale et à peu près aligné par rapport à l'axe longitudinal de l'avion. Le moteur présentait des dommages importants dus à l'impact et à l'incendie, dont la destruction complète par le feu des boîtiers du réducteur et du relais d'accessoires. Les dommages très importants causés par le feu ont empêché l'évaluation de la continuité des connexions moteur-cellule, de toutes les commandes moteur et des instruments connexes. Rien n'indiquait la présence d'une anomalie des composants moteur examinés. Les composants internes portaient des marques de contact qui sont caractéristiques d'un moteur délivrant une puissance considérable à l'impact. Le moteur ne présentait aucune anomalie antérieure à l'impact ni de dommages qui auraient pu l'empêcher de fonctionner.

L'avion était équipé d'une hélice tripale McCauley possédant les caractéristiques suivantes : vitesse constante, mise en drapeau, pas réversible et commande de vitesse par régulateur. La casserole, le moyeu et les pales de l'hélice ont été trouvés à environ 1,5 pieds sous le tapis forestier, certaines parties de ces composants étant visibles à la surface. L'hélice était relativement intacte, sauf pour la casserole qui s'était écrasée vers l'arrière contre le moyeu. Le déplacement de la plaque de fixation arrière de l'hélice et la déformation des boulons de retenue d'environ 30 à 40 degrés indiquent que l'hélice tournait au moment de l'impact. Au cours de l'examen,

rien n'a indiqué que les composants de l'hélice faisaient l'objet d'une anomalie qui aurait empêché le fonctionnement normal de l'hélice. Les composants internes de l'hélice portaient des marques de contact qui sont caractéristiques d'une hélice produisant une poussée avant à faible pas. Le régulateur avait été lourdement endommagé par l'impact et l'incendie. L'évaluation de son état de fonctionnement avant l'accident n'a pu être complétée. Les masselottes d'équilibrage du régulateur et la pompe à huile n'avaient subi aucun dommage.

1.8.3 *Commandes de vol*

Le circuit des gouvernes de vol du Caravan se compose d'ailerons, de déporteurs interconnectés, d'une gouverne de profondeur, d'un gouvernail de direction et de volets compensateurs. Les gouvernes sont actionnées manuellement par une timonerie mécanique grâce au volant pour ce qui est des ailerons, des déporteurs et de la gouverne de profondeur, et grâce aux pédales de direction / de freins dans le cas du gouvernail de direction. Les systèmes manuels de compensation des ailerons, de la gouverne de profondeur et du gouvernail de direction sont commandés à partir du poste de pilotage grâce à des volants de compensation situés sur le pylône de commande. L'avion est aussi équipé d'un système électrique de compensation pour la gouverne de profondeur. Les volets sont de grande envergure du type à fente unique équipés de générateurs de tourbillons de bord d'attaque et de générateurs de tourbillons angulaires de bord de fuite visant à réduire la vitesse de décrochage et à améliorer la stabilité transversale. Les volets sont entraînés par un moteur électrique. La sortie et la rentrée des volets s'effectuent en plaçant le levier de sélection des volets, se trouvant sur le pylône de commande, à la position désirée.

Selon ce qui a été déterminé, la continuité des câbles de toutes les commandes de vol était normale, sauf en ce qui concerne des coupures ou des défaillances en surcharge survenues en raison de l'impact et de la dislocation de l'avion. Il n'a pas été possible de déterminer la position des ailerons, de la gouverne de profondeur, des déporteurs et du gouvernail de direction au moment de l'impact. La position du vérin du compensateur d'ailerons correspondait à un débattement du compensateur de un degré vers le haut. Les vérins du compensateur de profondeur ont été trouvés dans une position correspondant à un débattement de compensateur d'environ six degrés vers le haut.

Les composants du système de pilote automatique ont été détruits dans l'incendie. Il n'a pas été possible de déterminer quel était l'état du système au moment de l'impact.

Les volets, les rails de volets et les tiges poussoirs des volets ont été partiellement détruits dans l'incendie qui s'est déclaré après l'impact. La mesure de la partie sortie de la vis du vérin des volets équivaldrait à un braquage de 20° des volets. Les guignols des volets ne présentaient

aucune anomalie antérieure à l'impact, et les dommages subis par les guignols étaient les mêmes pour les deux ailes. La structure de soutien des vérins des volets, les moteurs des vérins et les transmissions ont été détruits dans l'incendie.

Une recherche effectuée dans la base de données des rapports de difficultés en service de Transports Canada a permis de découvrir que 81 rapports de difficultés en service concernant les systèmes de volets avaient été présentés entre 1989 et 2003.

1.8.4 Instruments de vol

Ce qui restait des instruments de vol a été trouvé, mais les morceaux étaient brûlés et endommagés à un point tel qu'aucun renseignement utile n'a été recueilli.

Selon ce qui a été consigné dans les livrets techniques de l'avion en question, l'indicateur directeur d'assiette (ADI) a été remplacé à neuf reprises entre le 5 mars 2001 et la date de l'accident. Les raisons justifiant les remplacements allaient de l'affichage de renseignements erronés concernant l'assiette en tangage et l'inclinaison en vol en palier à la difficulté pour l'instrument de s'ériger, ce qui le faisait basculer.

1.8.5 Dossiers de maintenance

Un examen des dossiers de maintenance remontant à deux ans avant l'accident a indiqué que l'avion avait été maintenu conformément au programme de maintenance approuvé par Transports Canada. Selon ce qui a été noté, l'intervalle de maintenance de la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) et de la batterie n'ont pas été respectés. Cependant, comme l'ELT ne fait pas partie des critères de certification de l'avion en question, le certificat de navigabilité était valide et en vigueur. Dans les mois qui ont précédé l'accident, on a consigné plusieurs problèmes relatifs à l'ADI ainsi qu'aux systèmes de volets et de pilote automatique; toutefois, les forces d'impact et l'incendie qui s'est déclaré après l'impact ont empêché de déterminer l'état de fonctionnement de cet instrument et de ces systèmes au moment de l'impact.

Selon l'examen de l'historique de maintenance des deux années précédant l'accident, plusieurs déficiences récurrentes relatives à l'ADI KI 256 et au pilote automatique ont été consignées. L'exploitant a indiqué qu'il avait eu des problèmes de fonctionnement et de fiabilité avec les ADI KI 256 de toute la flotte de Caravan. Le 8 mai 2003, on peut lire dans le carnet de bord de l'avion en question que les aiguilles de l'ADI du commandant de bord vibrent après la mise en marche de l'instrument et que l'instrument devient instable après cinq minutes de vol. L'ADI King KI 256 portant le numéro de série X23297 a été remplacé par l'ADI KI 256 portant le numéro de série X21778. Entre le 8 mai et le 5 juillet, deux autres ADI ont été remplacés. Le 5 juillet, l'ADI KI 256 portant le numéro de série X23297 a été posé de nouveau dans l'avion en question et il s'agissait de celui qui se trouvait dans l'avion la nuit de l'accident. L'état de fonctionnement de l'ADI en question avant l'impact n'a pu être déterminé puisque l'instrument était presque entièrement fondu.

1.9 Renseignements médicaux

Rien n'indique que des problèmes médicaux aient joué un rôle dans l'accident en question. Le dossier médical

du pilote ne contenait aucun renseignement relatif à un problème de santé antérieur à l'impact qui aurait pu mener à une incapacité.

1.10 Incendie

Un incendie très intense s'est déclaré après l'impact, et l'avion a été presque entièrement détruit. Le lieu de l'accident n'était accessible qu'en hélicoptère. S'il y en avait eu, les services de lutte contre les incendies de l'aérodrome n'auraient pas pu atteindre le lieu de l'accident.

1.11 Questions relatives à la survie

Le personnel de régulation des vols de Pickle Lake a entrepris une recherche par radio après avoir été informé par le personnel de Summer Beaver que l'avion n'était pas arrivé. L'avion a officiellement été déclaré manquant à 23 h 20, et un Hercules des services de recherches et de sauvetage de Winnipeg (Manitoba) a été dépêché pour les recherches. À 1 h 1, le Hercules se trouvait dans la zone de recherches lorsqu'il a signalé qu'il captait un faible signal d'ELT. Le lieu de l'accident a été trouvé à 1 h 52. Un incendie faisait toujours rage. Le personnel de sauvetage a été parachuté sur le lieu de l'accident et, après une recherche des environs, il a pu déterminer que les passagers et le pilote avaient péri dans l'accident.

L'ELT s'était séparée de l'avion au moment de l'impact, et elle a été trouvée reposant contre un arbre. Le personnel de sauvetage a indiqué que le voyant de mise en marche de l'ELT était allumé quand il l'a trouvée, mais que le câble de l'antenne s'était détaché de l'ELT. Cette situation expliquerait pourquoi le signal de l'ELT n'a pas été capté par les avions volant à haute altitude et par les satellites de recherches et de sauvetage.

Il n'était pas possible de survivre à l'accident. Les forces d'impact dépassaient les limites de conception du système de retenue, et l'espace vital du poste de pilotage a été compromis.

1.12 Procédures d'utilisation et caractéristiques de pilotage de l'avion

Les procédures d'utilisation normalisées de Wasaya Airways pour le Cessna 208B donnent la description suivante du circuit VFR standard : l'avion est établi en vent arrière à 130 noeuds, volets sortis à 10°. Après le virage en étape de base, la vitesse est réduite à 120 noeuds, les volets sont sortis à 20° et l'hélice est réglé au régime maximal. L'avion est positionné en finale à 500 pieds agl à la vitesse de référence d'atterrissage (V_{REF}) plus 15 noeuds. Les volets sont complètement sortis en courte finale avec l'intention de se poser.

L'avion en question a été vu pour la dernière fois en vent arrière à droite en vue d'un atterrissage sur la piste 17. L'épave a été trouvée dans la zone où le virage vers l'étape de base aurait dû s'effectuer. Lorsque la masse de l'avion atteint la masse maximale certifiée de 8750 livres, que le centre de gravité est le plus à l'arrière possible et que les volets sont sortis à 10°, alors l'avion décroche à une vitesse indiquée de 58 noeuds (KIAS) en vol rectiligne en palier et à 62 KIAS sous une inclinaison de 30°. Si on conserve la même masse et que le centre de gravité est au même endroit mais que les volets sont sortis à 20°, alors l'avion décroche à 53 KIAS en vol rectiligne en palier et à 57 KIAS sous une inclinaison de 30°. Le manuel d'utilisation du Cessna 208B précise que la perte d'altitude pendant une sortie de décrochage peut atteindre jusqu'à 300 pieds pour un décrochage ailes à l'horizontale et même plus pour un décrochage en virage.

Les données de certification⁴ de la compagnie Cessna Aircraft décrivent le 208B comme un avion ayant de bonnes caractéristiques de décrochage. Les données recueillies lors des essais en vol indiquent que les décrochages au moteur nécessitent une utilisation typique des ailerons et du gouvernail de direction, et que le 208B ne se met en vrille qu'après une sollicitation agressive du gouvernail de direction. Un déséquilibre de moins de 200 livres entre les réservoirs de carburant ne devrait pas provoquer l'enfoncement des ailes pendant le décrochage. Les pilotes de Cessna Caravan décrivent habituellement le 208B comme un avion très docile en situation de décrochage.

1.13 Migration de la sauvagine

De nombreuses bernaches du Canada ont été vues en migration vers le sud pendant la période entourant l'événement. De plus, pendant l'enquête sur le terrain, on a pu observer et entendre de grosses volées de bernaches qui survolaient la zone jusque tard dans la nuit. L'une des plus importantes voies de migration des bernaches passe dans la zone où l'accident s'est produit; cependant, rien n'indique sur l'épave qu'il y a eu un impact avec un oiseau.

1.14 Opérations de la compagnie

Le permis d'exploitation aérienne de Wasaya Airways autorise cette dernière à transporter des passagers à bord du Cessna Caravan pendant des vols effectués selon les règles de vol aux instruments (IFR) et des vols VFR de nuit. Le permis d'exploitation autorise également la compagnie à transporter des passagers pendant des vols IFR sans copilote. Puisque les règles relatives aux vols IFR sont plus sévères que celles relatives aux vols VFR, on autoriserait donc également le transport de passagers dans des conditions de vol VFR de nuit sans copilote. Le pilote était titulaire d'une qualification de vol aux instruments valide, laquelle est requise pour les vols VFR de nuit avec passagers.

Wasaya Airways utilise un système de régulation de type C, ce qui signifie que la responsabilité globale de la surveillance des vols revient au commandant de bord. Ce type de régulation utilise des surveillants de vol pour aider le commandant de bord. Plus précisément, ces surveillants s'occupent des renseignements relatifs aux

⁴ Rapport d'essai en vol numéro DM-208B-0, en date du 9 décembre 1982, de la compagnie Cessna Aircraft.

arrivées et aux départs, des horaires de vol, des données météorologiques et des avis aux navigants (NOTAM). Comme l'exige l'article 724.15 du RAC, le manuel d'exploitation de la compagnie décrit la formation donnée aux surveillants de vol et les responsabilités du commandant de bord et des surveillants de vol en ce qui concerne le suivi des vols.

Wasaya Airways utilise un formulaire d'autorisation de la régulation des vols au lieu d'un plan ou d'un itinéraire de vol. Ce formulaire contient des renseignements sur la route, la distance, le temps, et le carburant. La progression des vols est mise à jour par les agents de Wasaya Airways qui se trouvent dans les divers aérodomes ou par retransmission radio avec d'autres aéronefs. La compagnie utilise aussi des formulaires pour consigner la masse et le centrage des avions et pour rédiger la liste nominative des passagers.

Le commandant de bord doit remplir, avant le départ, ces trois formulaires pour chaque vol ou série de vols, et une copie de chaque formulaire doit être laissée à la base de départ ou être télécopiée à la base lorsque l'avion se trouve à une base secondaire. Le pilote en question n'a laissé aucune copie de ces formulaires à la base de Pickle Lake avant de quitter pour Summer Beaver.

Il peut parfois être impossible de respecter les procédures de suivi de vol dans certaines situations d'exploitation. Lorsqu'on se trouve en région éloignée ou que les opérations se déroulent en dehors des heures de travail normales, les modifications au plan de vol ne peuvent être communiquées que par relais radio par l'entremise des autres avions de la compagnie puisque les bureaux sont fermés et que les équipages n'ont pas accès à des agents de services aux passagers ou à un téléphone.

1.15 Désorientation spatiale

La désorientation spatiale se produit lorsque le pilote perd la capacité de s'orienter par rapport à l'horizon à l'aide d'instruments ou d'autres références visuelles. Un certain nombre d'illusions touchant les systèmes visuel et vestibulaire peuvent entraîner une désorientation spatiale. Parmi ces illusions, on trouve :

- L'illusion somatogravique (illusion de cabré et de piqué) : Cette illusion se produit lorsque les otolithiques, structures de l'oreille interne, interprètent une accélération ou une décélération horizontale comme si la tête était penchée vers l'arrière ou vers l'avant. Si la situation n'est pas corrigée, l'illusion poussera le pilote à compenser en mettant l'avion en tangage dans la direction opposée.

- L'illusion d'inclinaison : Cette illusion se produit lorsqu'un roulis est entrepris lentement ou qu'il est maintenu pendant un certain temps. Les canaux semi-circulaires, structures de l'oreille interne, interprètent l'inclinaison comme un déplacement de haut en bas uniquement. Une fois revenu en vol rectiligne, le pilote a l'impression qu'il effectue un virage dans la direction opposée et peut tenter de corriger la situation en inclinant l'appareil dans la direction opposée.
- L'effet de Coriolis : Cette illusion se produit lorsque deux ou trois des canaux semi-circulaires sont soumis à des accélérations dans différentes directions (par exemple, lorsqu'on tourne la tête et qu'on se penche vers l'avant pendant un virage). Cette illusion peut donner une forte sensation de chute ou de renversement et pousser le pilote à prendre une mesure de redressement dans la direction opposée à la fausse sensation.
- L'illusion de dérive : Cette illusion visuelle se produit lorsqu'on évolue près du sol dans de forts vents. L'effet du vent sur la vitesse-sol et la dérive font en sorte que le pilote a la forte impression qu'il vole plus vite ou moins vite qu'il le devrait et que ses virages ne sont pas coordonnés. Le danger de cette illusion réside dans le fait que le pilote risque de prendre des mesures pour contrer l'illusion visuelle, ce qui pourrait placer l'avion en vol lent et non coordonné.

Ces illusions ont fait l'objet d'une étude approfondie au cours de la formation en vue de l'obtention des licences de pilote privé et professionnel ainsi que pendant la formation en vue de l'obtention de la qualification de vol aux instruments⁵.

1.16 Vérification de Transports Canada

Entre le 17 et le 20 septembre 2003, la Direction de l'application de la loi en aviation de Transports Canada a effectué une vérification des services d'exploitation et de maintenance de Wasaya Airways. La seule constatation valant la peine d'être signalée tient du fait que la compagnie n'avait pas documenté l'exigence d'effectuer cinq décollages et atterrissages de nuit avant de transporter des passagers. La compagnie a confirmé que les pilotes avaient effectué les atterrissages et les décollages, mais qu'aucun système n'avait été utilisé pour les consigner. La compagnie a depuis mis en place une méthode permettant de faire le suivi des décollages et des atterrissages de nuit.

⁵ Pour des exemples, voir les manuels suivants : *Facteurs humains en aviation - manuel de base*, TP12863; *Manuel de vol aux instruments*, TP2076; et *Manuel de formation au pilotage*.

2.0 *Analyse*

2.1 *Généralités*

L'assiette de l'avion au moment de l'impact indique que l'appareil n'était plus maîtrisé à ce moment-là. Par conséquent, l'analyse portera sur ce qui aurait pu mener à une perte de maîtrise : la capacité du pilote à exécuter ses tâches, la navigabilité de l'avion et des questions environnementales.

2.2 *Capacité du pilote à exécuter ses tâches*

2.2.1 *Incapacité médicale et fatigue*

Aucune affection pré-existante ne figurait dans les rapports d'examen du pilote qui aurait pu laisser croire à la possibilité d'une incapacité antérieure à l'accident. Le pilote avait profité de 16 heures libres avant de prendre son travail. Il s'est présenté au travail à 17 h, et l'accident s'est produit vers 21 h 30. Cet horaire ne soulève aucune inquiétude quant à la fatigue chronique ou aiguë. Aucun des renseignements recueillis n'indique qu'une incapacité ou que de la fatigue aurait joué un rôle dans l'accident en question.

2.2.2 *Désorientation spatiale*

À un certain point pendant ou peu après le virage en étape de base, il y a eu une perte de maîtrise de l'avion. La position de l'avion à l'impact correspondrait à un décrochage aérodynamique complet avec enfoncement de l'aile et piqué. Par conséquent, la possibilité que la désorientation spatiale ait joué un rôle dans la perte de maîtrise doit être examinée. Le pilote, qui était titulaire d'une licence de pilote professionnel et d'une qualification de vol aux instruments valides, aurait été au courant de l'existence de telles illusions et aurait reçu la formation l'incitant à porter une attention particulière aux instruments lorsqu'il est probable que de telles illusions se produisent ou sont soupçonnées d'exister. Au moment de l'événement, il y avait quelques références visuelles extérieures qui auraient pu aider le pilote à s'orienter. Même si le couvert nuageux cachait les étoiles, les lumières au sol à Summer Beaver et l'aérodrome lui-même auraient été visibles. Ces références au sol se seraient trouvées du côté droit de l'avion pendant l'étape vent arrière et devant l'avion et dans le quart avant droit une fois établi en étape de base. Après un vol de nuit vers Summer Beaver au-dessus de terrains inhabités et non éclairés et sous un ciel couvert, le pilote devait être en train de faire la transition entre un vol aux instruments et un vol avec références extérieures au moment de la perte de maîtrise.

Étant donné la disponibilité des instruments et des références externes pour aider le pilote à s'orienter pendant l'approche et l'atterrissage, il est difficile d'imaginer comment une illusion visuelle ou vestibulaire isolée aurait pu mener à une perte de maîtrise. Il aurait fallu que la désorientation du pilote soit telle qu'elle provoque un décrochage complet ou un piqué en spirale. Si on écarte les facteurs liés aux charges et aux rafales de vent, et étant donné la vitesse de 120 KIAS en étape de base, il aurait fallu que la vitesse de l'avion diminue de plus de 60 noeuds pour atteindre le point de décrochage. De plus, le Cessna 208B a été décrit comme étant assez docile en ce qui concerne les décrochages, en autant d'être averti convenablement de l'imminence d'un décrochage. Avant d'atteindre le point de décrochage, le pilote aurait été confronté à l'augmentation

significative du cabré de l'avion, à la diminution du bruit dans le poste de pilotage, à la diminution de la vitesse, au déclenchement du signal sonore de décrochage et, finalement, à l'apparition de tremblements avant la perte de maîtrise. Puisqu'il avait effectué le vol de Pickle Lake avec peu de références au sol, le pilote aurait probablement été assez attentif aux instruments pour détecter l'un ou plusieurs des signes de l'imminence d'un décrochage.

La disponibilité des références au sol, l'expérience de vol aux instruments du pilote et les caractéristiques de vol du Cessna 208B ont réduit la probabilité que la désorientation spatiale soit l'unique cause de la perte de maîtrise. Cependant, on ne peut écarter la possibilité qu'une désorientation spatiale se soit produite en conjonction avec un autre événement comme une situation d'urgence en vol, la défaillance de l'ADI ou l'entrée par mégarde dans des averses de pluie. Toutes ces situations ont pu contribuer à la désorientation spatiale du pilote et, par conséquent, n'ont pu être écartées dans le cadre de l'enquête.

2.2.3 Dangers liés aux impacts d'oiseaux

Il est possible qu'un impact d'oiseau durant le virage en étape de base ou peu après ait entraîné une incapacité chez le pilote, au point où la sollicitation des commandes de vol effectuée par la suite ou encore l'absence de sollicitation ait entraîné une perte de maîtrise. On n'a trouvé aucun reste d'oiseau sur le lieu de l'accident; cependant, le violent incendie qui s'est déclaré après l'impact aurait pu détruire toute trace d'impact d'oiseau.

2.3 Navigabilité de l'avion

2.3.1 Moteur et hélice

L'enquête a révélé que le moteur fournissait une puissance considérable à l'impact. Par conséquent, le manque de puissance provenant du moteur ou de l'hélice n'est pas considéré comme un facteur contributif.

2.3.2 Commandes de vol

À la lumière des bulletins de service et des consignes de navigabilité associés au système des volets de l'avion en question tout au long de son existence, les enquêteurs ont effectué une analyse approfondie de toutes les pièces du système des volets. Tous les guignols et les câbles ainsi que toutes les poulies ont été examinés et étaient à l'état normal ou avaient subi une défaillance en surcharge pendant l'impact. Les rails de volets et les galets qui y sont associés présentaient des marques à la position représentant un braquage de 20° des volets, mais ces marques auraient pu être causées par les mouvements répétitifs des volets à cette position dans le cadre des opérations normales de vol. La position exacte des volets juste avant l'impact n'a pu être déterminée puisque les deux pièces s'étaient déplacées durant l'impact au-delà de la position correspondant à un braquage de 0°.

2.3.3 Défaillance structurale

Toutes les pièces importantes de l'avion ont été trouvées sur le lieu de l'accident. Les ailes ont été trouvées en

un morceau, et les deux guignols de gouverne de profondeur et leurs pièces étaient toujours attachés à la structure. Les ailerons, les volets et les compensateurs étaient tous attachés et ont tous pu être identifiés. On a pu confirmer que les portes du poste de pilotage et des passagers avaient été fermées, et les deux poignées ont été trouvées en position verrouillée. Par conséquent, la défaillance structurale d'une commande de vol ou d'une gouverne primaire a été écartée.

2.3.4 Instruments de vol

De nombreux problèmes récurrents touchant l'ADI KI 256 du Cessna 208B Caravan de l'exploitant ont été documentés. De telles défaillances peuvent être très sournoises puisqu'elles peuvent faire en sorte que le pilote se sente facilement désorienté lorsqu'il se rend compte que les choses ne sont pas comme il les percevait. Une telle situation d'urgence en vol n'aurait été que plus grave dans des conditions où il n'y avait que peu ou pas de références visuelles extérieures. L'ADI a subi des dommages tels dans l'incendie que son état de navigabilité n'a pas pu être déterminé. Cependant, il est possible qu'une défaillance de l'ADI, combinée à la désorientation spatiale ou à l'une des illusions décrites plus tôt, ait mené à une perte de maîtrise.

2.4 Conditions météorologiques

Compte tenu de l'expérience du pilote, le plafond et la visibilité étaient suffisants pour que le vol se déroule en toute sécurité dans des VMC. Des averses de pluie étaient prévues et ont été signalées un peu partout dans la région, mais aucune averse n'a été observée à l'aérodrome de Summer Beaver à l'heure d'arrivée de l'avion.

L'aérodrome de Summer Beaver ne possède pas de service d'enregistrement des rapports météo, mais de forts vents et des rafales ont été signalés par des pilotes qui évoluaient dans la région. Cependant, la turbulence signalée n'était que modérée et il n'y avait pas de cisaillement du vent. Même si le vent ne semble pas avoir été un facteur dans le présent accident, il n'a pas été possible d'écarter la possibilité qu'il y ait pu avoir un fort vent à un endroit en particulier.

3.0 Conclusions

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. L'avion a subi une perte de maîtrise et a percuté le relief pour des raisons indéterminées.

3.2 Faits établis quant aux risques

1. Il était difficile pour la compagnie de respecter les procédures de suivi des vols pour les vols s'effectuant en région éloignée, et ces procédures n'étaient pas toujours respectées. En cas d'accident, cette situation pourrait compromettre les efforts de recherches et de sauvetage en temps opportun.

3.3 Autres faits établis

1. L'avion n'était pas équipé d'enregistreurs de vol. Le manque de renseignements sur la cause de l'accident en question nuit à la capacité du BST de constater les lacunes liées à la sécurité et de publier des renseignements sur la sécurité afin de prévenir d'autres accidents susceptibles de se produire dans des circonstances similaires.

4.0 Mesures de sécurité

4.1 Mesures prises

4.1.1 Instruments de vol

L'exploitant a donné au personnel de maintenance de la formation additionnelle sur la façon de manipuler les instruments gyroscopiques.

4.1.2 Exigences de maintenance relatives aux radiobalises de repérage d'urgence

L'exploitant a passé en revue ses exigences en matière de suivi de la maintenance des radiobalises de repérage d'urgence.

4.1.3 Capacité en matière de suivi des vols

Avant l'accident, la compagnie avait commencé à équiper ses avions d'un système automatique de suivi des vols. Ce système met à jour la position de l'avion aux trois minutes et permet aux régulateurs de suivre la position d'un avion pendant tout le vol. Depuis l'accident, la modification a été complétée sur tous les appareils de la compagnie, sauf deux.

4.1.4 Équipage requis pour les vols de transport de passagers

Malgré le fait que la réglementation ne l'exige pas, la compagnie a mis en place une politique obligeant la présence de deux pilotes pendant tous les vols de transport de passagers.

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 8 décembre 2004.

Visitez le site Web du BST (www.bst.gc.ca) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.

Annexe A – Liste des rapports de laboratoire

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

LP 098/03 – *Airspeed Indicator* (anémomètre);

LP 126/03 – *Fractured Rod Ends* (extrémités de tiges fracturées).

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

Annexe B – Sigles et abréviations

ADI	indicateur directeur d'assiette
agl	au-dessus du sol
asl	au-dessus du niveau de la mer
ARCAL	éclairage d'aérodrome télécommandé d'aéronef
ELT	radiobalise de repérage d'urgence
IFR	règles de vol aux instruments
KIAS	vitesse indiquée en noeuds
MHz	mégahertz
nm	mille(s) marin(s)
NOTAM	avis aux navigants
RAC	<i>Règlement de l'aviation canadien</i>
sm	mille(s) terrestre(s)
VFR	règles de vol à vue
VMC	conditions météorologiques de vol à vue
°	degré(s)
°C	degré(s) Celsius
°M	degré(s) magnétique
'	minute(s)
"	seconde(s)