



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A16A0041



Défaillance du train d'atterrissage avant à l'atterrissage

Exploits Valley Air Services

Beechcraft 1900D, C-FEVA

Aéroport international de Gander (Terre-Neuve-et-
Labrador)

20 avril 2016

Canada 

Bureau de la sécurité des transports du Canada
Place du Centre
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741
1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@bst.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par
le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2017

Rapport d'enquête aéronautique A16A0041

No de cat. TU3-5/16-0041F-PDF
ISBN 978-0-660-09787-9

Le présent rapport se trouve sur le site Web
du Bureau de la sécurité des transports du Canada
à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le 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 A16A0041

Défaillance du train d'atterrissage avant à l'atterrissage

Exploits Valley Air Services

Beechcraft 1900D, C-FEVA

Aéroport international de Gander (Terre-Neuve-et-Labrador)

20 avril 2016

Résumé

L'aéronef Beechcraft 1900D (immatriculation C-FEVA, numéro de série UE-126) d'Exploits Valley Air Services effectuait un vol régulier de passagers (le vol EV 7804 d'Air Canada Express) depuis l'aéroport international de Goose Bay (Terre-Neuve-et-Labrador) à destination de l'aéroport international de Gander (Terre-Neuve-et-Labrador). À 21 h 30 (heure avancée de Terre-Neuve), pendant l'atterrissage sur la piste 03, l'aéronef a touché le sol à droite de l'axe de piste et s'est mis presque immédiatement à virer à droite. Le train d'atterrissage avant a heurté un andain de neige compactée et s'est affaissé. Lorsque le nez de l'aéronef a commencé à tomber, les pales des hélices ont heurté la neige et la piste. Toutes les pales de l'hélice de gauche et 3 des pales de l'hélice de droite se sont rompues à leur emplanture. Une partie d'une pale de l'hélice de droite a pénétré la paroi de la cabine. L'aéronef s'est immobilisé après une glissade sur la piste. Tous les occupants (14 passagers et 2 membres d'équipage) ont évacué l'aéronef. Trois passagers ont subi des blessures légères. L'aéronef a subi d'importants dommages. Aucun incendie ne s'est déclaré après l'impact. Les forces d'impact vers l'avant étaient insuffisantes pour que la radiobalise de repérage d'urgence (121,5 MHz) se déclenche automatiquement. L'accident est survenu pendant les heures d'obscurité.

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	Error! Bookmark not defined.
1.3	Dommages à l'aéronef.....	5
1.4	Autres dommages.....	5
1.5	Renseignements sur le personnel.....	5
1.6	Renseignements sur l'aéronef.....	6
1.6.1	Généralités.....	7
1.6.2	Train d'atterrissage.....	7
1.6.3	Bouclier antigivrage du fuselage.....	8
1.6.4	Radiobalise de repérage d'urgence.....	8
1.7	Renseignements météorologiques	9
1.7.1	Généralités.....	9
1.7.2	Conditions météorologiques avant le départ.....	9
1.7.3	Conditions météorologiques pendant le vol.....	10
1.7.4	Conditions météorologiques pendant l'approche finale et l'atterrissage.....	10
1.8	Aides à la navigation.....	10
1.9	Communications	10
1.10	Renseignements sur l'aérodrome.....	11
1.11	Enregistreurs de bord	11
1.12	Renseignements sur l'épave et sur l'impact.....	11
1.12.1	Généralités.....	11
1.12.2	Train d'atterrissage avant.....	12
1.12.3	Dommages aux hélices et au fuselage.....	13
1.13	Renseignements médicaux et pathologiques.....	14
1.14	Incendie.....	14
1.15	Questions relatives à la survie des occupants.....	14
1.15.1	Blessures subies par les passagers.....	14
1.15.2	Radiobalise de repérage d'urgence.....	14
1.16	Essais et recherche.....	17
1.16.1	Rapports de laboratoire du BST.....	17
1.17	Renseignements sur les organismes et sur la gestion.....	18
1.17.1	Exploits Valley Air Services.....	18
1.17.2	Administration de l'aéroport international de Gander.....	24
1.18	Renseignements supplémentaires.....	25
1.18.1	Limites de vents traversiers.....	25
1.18.2	Illusions causées par la poudrière.....	26
1.18.3	Événements antérieurs mettant en cause la rupture de pales d'une hélice en matériau composite et un impact avec le fuselage.....	26
1.18.4	Surveillance exercée par Transports Canada.....	28
1.18.5	Culture de sécurité organisationnelle.....	33
1.18.6	Liste de surveillance du BST.....	35
1.18.7	Prise de décisions du pilote.....	35

1.18.8	Gestion des ressources de l'équipage.....	36
1.18.9	La tendance à s'en tenir au plan.....	38
1.19	Techniques d'enquête utiles ou efficaces.....	38
2.0	Analyse.....	39
2.1	Atterrissage.....	39
2.2	Limites de vents traversiers.....	40
2.3	Gestion de la sécurité de l'exploitant	40
2.4	Radiobalise de repérage d'urgence.....	41
3.0	Faits établis.....	43
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	43
3.2	Faits établis quant aux risques.....	43
4.0	Mesures de sécurité	45
4.1	Mesures de sécurité prises.....	45
4.1.1	Administration de l'aéroport international de Gander.....	45

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

Le 20 avril 2016, à environ 10 h 40¹, un équipage d'Exploits Valley Air Services (EVAS) a commencé son quart de travail à l'aéroport de Wabush (Terre-Neuve-et-Labrador; CYWK) et a effectué 5 vols d'Air Canada Express au Labrador et au Québec avant d'atterrir à l'aéroport de Goose Bay (Terre-Neuve-et-Labrador; CYYR) à 18 h 45. Le vol de l'événement à l'étude (EV7804) devait quitter CYYR à 19 h 20 et arriver à l'aéroport international de Gander (Terre-Neuve-et-Labrador; CYQX) à 20 h 54.

Avant de quitter CYYR, le commandant de bord avait vérifié les conditions météorologiques à CYQX et à l'aéroport de déroutement, c'est-à-dire l'aéroport de Deer Lake (Terre-Neuve-et-Labrador; CYDF). La visibilité à CYQX était de $\frac{1}{8}$ mille terrestre (sm) dans de la forte neige.

Les prévisions météorologiques à l'heure d'arrivée à CYQX étaient les suivantes : vents du 360° magnétique (M) à 35 nœuds, rafales à 55 nœuds, visibilité de $\frac{1}{4}$ sm dans de la forte neige et de la poudrerie, visibilité verticale de 100 pieds au-dessus du niveau du sol (AGL). Selon les prévisions, la visibilité devait augmenter à $\frac{1}{2}$ sm dans de la neige modérée et de la poudrerie à partir de 22 h 30, et la visibilité verticale devait s'améliorer pour atteindre un couvert nuageux à 400 pieds AGL. On a publié un message de renseignements météorologiques significatifs (SIGMET) indiquant une forte turbulence sous 3000 pieds AGL dans une partie de Terre-Neuve qui comprenait CYQX.

L'équipage avait prévu d'effectuer l'approche par système d'atterrissage aux instruments avec équipement de mesure de distance (DME) vers la piste 03 à CYQX. EVAS étant assujettie aux spécifications d'exploitation 303, l'équipage pouvait tenter cette approche lorsque la visibilité était égale ou supérieure à $\frac{3}{8}$ sm ou lorsque la portée visuelle de piste (RVR) était d'au moins 1600 pieds.

Le commandant de bord a communiqué avec le directeur des opérations par intérim de l'entreprise pour discuter des répercussions opérationnelles potentielles d'un déroutement du vol vers l'aéroport de dégivrage. Le commandant de bord souhaitait retarder le vol de 1 heure pour laisser le temps aux chutes de neige de diminuer en intensité et à la visibilité de s'améliorer. Toutefois, après sa discussion avec le directeur des opérations par intérim, le commandant de bord a décidé de partir à l'heure prévue, en anticipant que les conditions météorologiques s'amélioreraient pendant le vol vers CYQX. L'équipage ne savait pas que d'autres transporteurs avaient annulé leurs vols vers CYQX. Le commandant de bord a communiqué avec le pilote en chef pour discuter de problèmes opérationnels liés aux passagers et au carburant à bord.

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée de Terre-Neuve-et-Labrador (temps universel coordonné moins 2,5 heures).

L'aéronef a quitté CYYR à 19 h 45² en suivant un plan de vol aux instruments. Il y avait 14 passagers et 2 membres d'équipage à bord. Le premier officier (P/O) était le pilote aux commandes. En cours de route, le P/O a indiqué qu'il ne se sentait pas à l'aise d'effectuer l'approche et l'atterrissage en raison de son expérience limitée et des défis potentiels liés aux conditions météorologiques anticipées. Le commandant de bord a accepté d'effectuer l'approche et l'atterrissage.

Pendant le vol, l'équipage a reçu des bulletins météorologiques à jour du centre de contrôle régional de Gander et de la tour de contrôle de Gander indiquant une augmentation de la visibilité de $\frac{1}{8}$ sm à $\frac{1}{2}$ sm et une réduction de l'intensité des chutes de neige de forte à faible. L'équipage a décidé que la visibilité était suffisante pour effectuer l'approche initialement prévue. Il n'a pas été signalé que les vents et la poudrerie étaient des sources de préoccupations.

Des activités de déneigement étaient en cours à CYQX alors que le vol était en route. Les chasse-neige de l'aéroport s'affairaient principalement à dégager une zone de 120 pieds de largeur au centre de la piste de 200 pieds de largeur. En poussant la neige, ils ont formé des andains à environ 60 pieds de chaque côté de l'axe de piste.

L'équipage a communiqué avec le contrôleur aérien de la tour pour obtenir un compte rendu de l'état de la surface de la piste. Le dernier compte rendu de l'état de la surface de la piste 03, obtenu à 20 h 44, était le suivant :

- Largeur dégagée de 120 pieds : neige sèche d'une profondeur de 0,13 pouce à 40 %, et nue et sèche à 60 %.
- Largeur restante : neige sèche à 100 % d'une profondeur de 4 pouces.
- Remarques : andains d'une profondeur de 10 pouces en bordure de la largeur dégagée.

Les chasse-neige ont continué à déneiger la piste jusqu'à environ 21 h 10, puis ont commencé à dégager un chemin entre la piste et l'aire de trafic pour l'aéronef.

Pendant l'approche, environ 12 minutes avant le poser des roues, l'aéronef s'est trouvé dans de la turbulence modérée en passant 5700 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL). Cette turbulence a persisté jusqu'à l'atterrissage et était suffisante pour incommoder les passagers.

Lorsque l'aéronef a intercepté le radiophare d'alignement de piste, le commandant de bord a pris les commandes de l'aéronef, comme prévu. L'équipage a sorti le train d'atterrissage et a sélectionné pleins volets, conformément aux procédures d'utilisation normalisées de l'entreprise.

² L'aéronef est parti 25 minutes après l'heure de départ prévue de 19 h 20.

À 21 h 24, le contrôleur aérien de la tour a autorisé le vol EV 7804 à atterrir et a indiqué à l'équipage des vents rapportés par la tour actuels³ du 360° magnétique à 36 nœuds avec des rafales à 44 nœuds. L'équipage a aperçu les feux d'approche de la piste à environ 800 pieds AGL et environ 2 milles marins (nm) du seuil de la piste.

À environ 21 h 30, alors que l'aéronef se trouvait en courte finale, l'équipage a demandé une mise à jour sur les vents. Le contrôleur aérien de la tour a indiqué à l'équipage qu'il n'y avait aucune information actuellement disponible sur les vents rapportés par la tour et lui a fourni le dernier message d'observation météorologique spéciale d'aérodrome (SPECI) produit 18 minutes plus tôt. Le SPECI indiquait des vents du 350° magnétique à 29 nœuds avec des rafales à 41 nœuds (voir la section 1.7.4, intitulée « Conditions météorologiques pendant l'approche finale et l'atterrissage »).

Pendant l'arrondi, le commandant de bord a demandé au P/O d'annoncer les hauteurs indiquées par le radioaltimètre pour l'aider à évaluer la hauteur de l'aéronef au-dessus du sol. Le P/O a annoncé les hauteurs de 10 pieds et 0 pied presque immédiatement. Rien n'indique que l'équipage a perdu son contact visuel avec les feux de bord de piste.

À environ 21 h 30, l'aéronef a touché le sol sur son train d'atterrissage principal à la droite de l'axe de piste, à un taux de descente normale, dans une assiette relativement plane⁴, et à environ 2800 pieds du seuil de la piste⁵. L'équipage ne savait pas à quelle distance à droite de l'axe de piste l'aéronef se trouvait après le poser des roues. Presque immédiatement, l'aéronef a viré à droite lorsque le train d'atterrissage principal de droite a rencontré de la neige. Le train d'atterrissage avant a heurté l'andain de neige compactée et s'est affaissé. Lorsque le nez de l'aéronef a commencé à tomber, les pales des hélices ont heurté la neige et la piste. Toutes les pales de l'hélice de gauche et 3 des pales de l'hélice de droite se sont rompues à leur emplanture. Une partie d'une pale de l'hélice de droite a pénétré la paroi de la cabine au niveau du plancher.

L'aéronef a glissé sur la piste, son nez s'est approché à 27 pieds du bord de la piste, puis l'aéronef a retraversé l'andain vers l'axe de la piste⁶.

³ Ces vents, qui sont signalés par le contrôleur aérien de la tour, sont désignés « vents rapportés par la tour », bien qu'ils ne soient pas mesurés à la tour. Le compte rendu du vent est basé sur la période de 2 minutes précédente.

⁴ Selon le contenu de l'enregistreur de données de vol, l'assiette en tangage de l'aéronef correspondait à une assiette de cabré de 0,9° à l'heure prévue pour le poser des roues. Cette mesure (0,2°) est légèrement supérieure à l'assiette plane pour permettre le poser des roues pour tous les atterrisseurs au même moment.

⁵ L'enquête n'a pas permis de déterminer l'emplacement exact du poser des roues. On a estimé la distance à 2800 pieds en se basant sur les vents de surface, le dernier écho radar et l'information contenue dans l'enregistreur de données de vol.

⁶ Cette information s'appuie sur les dommages constatés sur la piste, et qui ont été causés par le dérapage du train avant de l'aéronef sur la surface de la piste.

L'aéronef s'est immobilisé environ 14 secondes après le poser des roues sur un cap d'environ 350° magnétique. Le nez de l'aéronef se trouvait à environ 15 pieds à la droite de l'axe de piste et à environ 3400 pieds du seuil de piste.

Après l'immobilisation de l'aéronef, le P/O a ouvert la porte de la cabine et a évacué les passagers. Le commandant de bord a éteint les moteurs. Le contrôleur aérien de la tour n'avait pas de radar de surveillance des mouvements au sol à sa disposition et ne savait pas que l'aéronef s'était immobilisé sur la piste. Le commandant de bord a communiqué avec le contrôleur aérien de la tour pour l'aviser de la situation et demander de l'aide. Le contrôleur aérien de la tour a immédiatement sonné l'alarme.

Le premier camion de pompiers a quitté la caserne dans la minute qui a suivi l'activation de la sonnerie d'alarme. Environ 2 minutes plus tard, les conducteurs des chasse-neige (qui avaient reçu une formation polyvalente de lutte contre les incendies) se sont rendus à l'aéronef à bord des 2 autres camions de pompiers et du véhicule de secours.

Comme les intervenants ne connaissaient pas l'emplacement de l'aéronef, ils se sont d'abord rendus à l'extrémité nord de la piste 03. Ils ont parcouru la piste avec prudence en raison de la poudrière réduisant la visibilité et de la présence de passagers sur la piste. Le premier camion de pompiers est arrivé à l'emplacement de l'aéronef environ 6 minutes après l'accident. Au total, 3 camions de pompiers⁷, 1 véhicule de secours et 2 camionnettes⁸ se sont rendus sur place.

Lorsque les pompiers ont constaté qu'il n'y avait pas d'incendie, le véhicule de secours et les camionnettes ont commencé à transporter les passagers vers l'aérogare. On a transporté tous les passagers et membres d'équipage à l'aérogare dans les 25 minutes qui ont suivi l'activation de la sonnerie d'alarme. Trois passagers ont été légèrement blessés⁹. Aucune des blessures n'était attribuable à la partie de la pale de l'hélice qui a pénétré la cabine.

1.2 Victimes

Tableau 1. Victimes

	Équipage	Passagers	Autres	Total
Tués	0	0	-	0
Blessés graves	0	0	-	0
Blessés légers	0	3	-	3
Indemnes	2	11	-	13
Total	2	14	-	16

⁷ Le nombre de véhicules de lutte contre l'incendie qui se sont présentés dépassait les exigences stipulées dans l'article 303.09 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC).

⁸ D'autres employés de l'aéroport conduisaient les camionnettes.

⁹ L'évaluation des blessures des passagers a eu lieu dès qu'ils sont arrivés à l'aérogare.

1.3 Dommages à l'aéronef

L'aéronef a subi d'importants dommages.

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 était entré au service d'EVAS en tant que P/O en février 2015 et avait été promu au poste de commandant de bord en décembre 2015.

Le P/O avait été embauché en septembre 2015, et il avait subi un contrôle de compétence de pilote et avait effectué un entraînement en ligne en mars 2016.

Selon le jumelage prévu le jour de l'événement à l'étude, l'équipage devait commencer son quart à 7 h 30, et effectuer un vol aller-retour entre CYWK et CYYR le matin. Toutefois, le soir précédant l'événement à l'étude, le service d'affectation avait informé l'équipage de conduite qu'il n'effectuerait pas ces vols, car le commandant de bord approchait de la limite de temps de vol par 90 jours¹⁰.

Dans le cadre de l'enquête sur l'événement à l'étude, on a calculé le temps dont l'équipage aurait eu besoin pour se rendre à l'aéroport de déroutement pendant le vol de l'événement à l'étude et revenir à CYQX le jour suivant pour déterminer si le commandant de bord aurait bel et bien dépassé la limite de temps de vol par 90 jours. Selon les dossiers de service de vol, le commandant de bord n'aurait pas dépassé la limite de temps de vol par 90 jours.

¹⁰ Selon l'alinéa 700.15(1)b) du *Règlement de l'aviation canadien*, « Sous réserve du paragraphe (2), il est interdit à l'exploitant aérien d'assigner du temps de vol à un membre d'équipage de conduite, et à un membre d'équipage de conduite d'accepter une telle assignation, s'il doit en résulter que le temps de vol total de ce membre d'équipage de conduite dans le cadre des vols qu'il a effectués dépassera 300 heures en 90 jours consécutifs. »

Tableau 2. Renseignements sur le personnel

	Commandant de bord	Premier officier
Licence de pilote	Licence de pilote de ligne (ATPL)	Licence de pilote professionnel (CPL)
Date d'expiration du certificat médical	1 ^{er} avril 2017	1 ^{er} janvier 2017
Heures totales de vol	2381	1504
Heures de vol sur type	1031	174
Heures de vol sur type en tant que commandant de bord	375,5	0
Heures de vol au cours des 7 derniers jours	25,2	17,6
Heures de vol au cours des 30 derniers jours	109,4	99,7
Heures de vol au cours des 90 derniers jours	297,9	173,6
Heures de vol sur type au cours des 90 derniers jours	297,9	173,6
Heures de service avant l'événement	10,8	10,8
Heures hors service avant la période de travail	13,4	13,4

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Tableau 3. Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	Beechcraft*
Type, modèle et immatriculation	Aéronef, B1900D, C-FEVA
Année de construction	1994
Numéro de série	UE-126
Date d'émission du certificat de navigabilité	29 juillet 2010
Total d'heures de vol cellule	32 959,9 heures
Type de moteur (nombre)	PT6A-67D de Pratt & Whitney Canada Inc. (2)
Type d'hélice ou de rotor (nombre)	HC-E4A-3J de Hartzell (2)
Masse maximale autorisée au décollage	7765,5 kg
Types de carburant recommandés	Jet A, Jet A-1, Jet B
Type de carburant utilisé	Jet A

* La société mère Textron Aviation Inc. est le propriétaire et l'exploitant de Beechcraft.

1.6.1 Généralités

Le Beechcraft 1900D (B1900D) est un aéronef bimoteur turbopropulseur pressurisé qui est principalement conçu et utilisé pour les services de transport régional. L'aéronef est doté d'hélices à 4 pales en matériau composite, à vitesse constante, qui permettent une mise en drapeau complète et une inversion de pas. L'aéronef dans l'événement à l'étude était configuré pour transporter 2 membres d'équipage et jusqu'à 18 passagers.

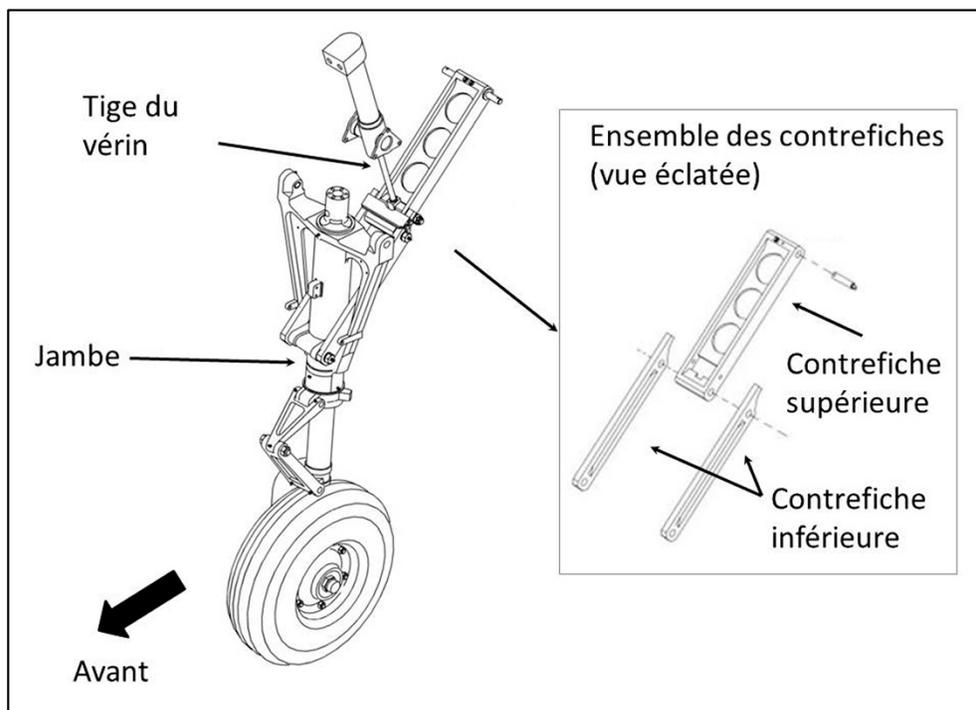
Les dossiers indiquent que l'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément aux règlements en vigueur et aux procédures approuvées. La masse et le centre de gravité se situaient dans les limites prescrites. Il n'y avait aucune indication qu'un composant ou un système était défectueux avant l'atterrissage.

1.6.2 Train d'atterrissage

Le B1900D est muni d'un train d'atterrissage tricycle escamotable. Les trains d'atterrissage avant et principal sont dotés d'amortisseurs oléopneumatiques. La jambe du train d'atterrissage avant est dotée d'un seul ensemble roue-pneu, et chaque jambe du train d'atterrissage principal est pourvue de 2 ensembles roue-pneu. Le train d'atterrissage est rentré et sorti par l'intermédiaire des vérins et ensembles de contrefiches individuels, lesquels sont connectés à chaque jambe.

L'ensemble de contrefiches du train d'atterrissage avant se compose d'une contrefiche supérieure et de 2 contrefiches inférieures et est installé entre la jambe et les composants structuraux du puits de roues (figure 1). Le vérin est installé entre la contrefiche supérieure et les composants structuraux du puits de roues. Lorsque le vérin passe à la position rentrée, l'ensemble de contrefiches se plie vers le haut, ce qui fait pivoter la jambe vers l'arrière dans le puits de roues.

Figure 1. Train d'atterrissage avant d'un Beechcraft B1900D et vue éclatée de l'ensemble de contrefiches (Source : Textron Aviation, avec annotations du BST)



Lorsque le train d'atterrissage avant est sorti, la contrefiche supérieure et les 2 contrefiches inférieures sont alignées. L'ensemble de contrefiches agit alors comme un composant rigide du train d'atterrissage qui résiste à la force de traînée et maintient la jambe en position.

1.6.3 Bouclier antigivrage du fuselage

Un bouclier antigivrage est installé de chaque côté du fuselage, dans le plan de rotation des hélices. Le bouclier est conçu pour protéger la structure du fuselage contre la glace qui se libère des pales des hélices dans les conditions de givrage. Le bouclier est en matériaux composites, c'est-à-dire de 4 couches de fibre aramide placées entre 1 couche de fibre de verre intérieure et 1 couche de fibre de verre extérieure.

1.6.4 Radiobalise de repérage d'urgence

L'aéronef était doté d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT) fixe et automatique 110-4 (numéro de pièce 453-0150, numéro de série 62543) d'Artex Aircraft Supplies Inc. (Artex), conçue pour émettre un signal sur les fréquences 121,5 MHz et 243,0 MHz¹¹. Cette radiobalise satisfaisait les exigences du RAC¹². Au moment de l'événement à l'étude, EVAS était en train de remplacer ses ELT émettant sur 121,5 MHz par des ELT émettant sur

¹¹ La radiobalise de repérage d'urgence (ELT) avait été fabriquée en novembre 1999.

¹² Paragraphe 605.38(1) du Règlement de l'aviation canadien (RAC).

406 MHz et s'attendait à terminer cette conversion sur tous ses aéronefs d'ici septembre 2017, et ce, même si la réglementation ne l'exigeait pas.

L'ELT était installée dans l'aéronef de manière à ce que l'axe de détection du détecteur d'accélération automatique (ci-après, l'interrupteur à force g) soit parallèle à l'axe longitudinal de l'aéronef (c.-à-d. la direction du vol vers l'avant).

L'ELT peut être activée manuellement ou automatiquement. L'ELT se déclenche automatiquement lorsqu'elle est armée et que les forces d'impact vers l'avant sont suffisantes pour déclencher l'interrupteur à force g. L'ELT 110-4 d'Artex détecte les forces d'impact vers l'avant à l'aide d'un interrupteur à axe unique qui se compose d'une bille et d'un ressort placés dans un boîtier tubulaire. L'ELT est activée lorsqu'un impact est suffisamment fort pour permettre à la bille de compresser le ressort et d'entrer en contact avec le devant du boîtier.

Selon les données de l'enregistreur de données de vol (FDR), l'aéronef n'a pas subi de forces d'impact vers l'avant suffisantes pour que l'ELT se déclenche automatiquement.

1.7 Renseignements météorologiques

1.7.1 Généralités

Un message d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR) est habituellement diffusé toutes les heures. Il décrit les conditions météorologiques à un endroit précis et à une heure précise, selon des observations au sol. La vitesse des vents au sol figurant dans un METAR est une moyenne sur 2 minutes calculée dans les 5 minutes précédant l'heure d'une observation donnée. L'information sur les rafales correspond à la plus importante crête des vents mesurée dans les 10 minutes précédant l'observation. Lorsque les conditions météorologiques changent considérablement, on émet un message d'observation météorologique spéciale d'aérodrome (SPECI).

1.7.2 Conditions météorologiques avant le départ

À partir de 17 h 30, les prévisions météorologiques à CYQX étaient les suivantes : vents du 360° magnétique à 35 nœuds, rafales à 55 nœuds, visibilité de ¼ sm dans de la forte neige et de la poudrierie, visibilité verticale de 100 pieds AGL. À partir de 22 h 30, on prévoyait des vents du 010° magnétique à 30 nœuds avec des rafales à 40 nœuds, une visibilité de ½ sm dans de la neige modérée et de la poudrierie, et un couvert nuageux à 400 pieds AGL.

Le METAR de 18 h 30 pour CYQX (lorsque l'équipage était à CYYR) était le suivant : vents du 350° magnétique à 31 nœuds, rafales à 42 nœuds, visibilité de ⅛ sm, RVR de la piste 03 de 1600 pieds; forte neige et poudrierie, visibilité verticale de 200 pieds AGL, température de -3 °C, point de rosée de -5 °C. Il était tombé 6 cm de neige au cours de la dernière heure.

Le METAR de 19 h 30 pour CYQX (juste avant le départ de CYYR de l'équipage) était comme suit : vents du 350° magnétique à 36 nœuds, rafales à 48 nœuds, visibilité de ⅛ sm, RVR de la piste 03 de 900 à 2000 pieds; forte neige et poudrierie, visibilité verticale de 200 pieds AGL,

température de -3°C , point de rosée de -4°C . Il était tombé 9 cm de neige au cours de la dernière heure.

1.7.3 *Conditions météorologiques pendant le vol*

Pendant le vol, l'équipage avait obtenu des prévisions météorologiques à jour (le METAR de 20 h 30 et 3 SPECI émis dans l'heure suivante). La visibilité avait augmenté de $\frac{1}{8}$ sm à $\frac{1}{2}$ sm, et la neige était passée de forte à modérée, puis à faible. Les vents étaient demeurés du 350° magnétique de 29 à 33 nœuds, avec des rafales de 41 à 47 nœuds.

1.7.4 *Conditions météorologiques pendant l'approche finale et l'atterrissage*

Lorsque le vol EV 7804 est passé à la fréquence de la tour de Gander 6 minutes avant l'accident, le contrôleur aérien avait signalé des vents du 360° magnétique à 36 nœuds avec des rafales à 44 nœuds.

Alors que l'aéronef se trouvait en courte finale, l'équipage avait demandé une mise à jour de l'information sur les vents. Les vents rapportés par la tour étaient disponibles de manière intermittente, et le contrôleur aérien de la tour n'avait pas eu accès à cette information pendant une période allant de 5 minutes avant l'accident jusqu'à 7 minutes après l'accident¹³. Le contrôleur aérien avait donné les observations météorologiques les plus récentes à l'équipage, soit le SPECI de 21 h 12 (des vents du 350° magnétique à 29 nœuds avec des rafales à 41 nœuds).

À 21 h 30, on avait émis un METAR comprenant les observations suivantes : vents du 350° magnétique à 36 nœuds, rafales à 52 nœuds, visibilité de $\frac{1}{2}$ sm; RVR de la piste 03 de 2800 à 5000 pieds, faible neige et poudrerie, couvert nuageux à 700 pieds AGL, température de -3°C , point de rosée de -4°C . Il était tombé 3 cm de neige au cours de la dernière heure. L'équipage n'a pas reçu cette information météorologique, car elle avait été émise au moment même de l'accident.

1.8 *Aides à la navigation*

L'aéronef en cause était équipé des aides à la navigation appropriées pour effectuer l'approche, et ces aides étaient en bon état de service au moment de l'accident.

1.9 *Communications*

On n'a relevé aucun défaut de qualité des transmissions radio durant le vol.

¹³ Il y avait un problème de configuration mettant en cause un système qui reçoit des données de l'équipement d'un système d'observation météorologique humaine et l'achemine à la tour, pour que cette information soit affichée pour le contrôleur.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Il y a 2 pistes asphaltées qui se croisent à CYQX. La piste 13/31 mesure 8900 pieds de longueur et 200 pieds de largeur, et la piste 03/21 mesure 10 200 pieds de longueur et 200 pieds de largeur. Ces 2 pistes sont dotées de feux de bord de piste à haute intensité. Les pistes 03 et 13 sont dotées de feux d'approche à haute intensité. Les pistes ne sont pas pourvues de feux d'axe de piste, et la réglementation n'exige pas l'installation de tels feux¹⁴.

1.11 Enregistreurs de bord

L'aéronef comportait un enregistreur de conversations de poste de pilotage (CVR) pouvant contenir l'enregistrement sonore du poste de pilotage des 30 dernières minutes de vol, et d'un FDR pouvant conserver les données d'environ 100 heures de vol. On a acheminé le CVR et le FDR (qui contenaient toujours les données intactes de l'événement à l'étude) au Laboratoire d'ingénierie du BST.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1 Généralités

Lorsque le train d'atterrissage avant s'est affaissé (figure 2), le nez de l'aéronef a heurté une partie recouverte de neige de la piste. La force de l'impact a causé des dommages par écrasement à la partie inférieure du fuselage avant. On a également constaté des dommages par abrasion sur la partie inférieure du nez causés par la glissade de l'aéronef sur la piste.

¹⁴ Il doit y avoir des feux sur l'axe des pistes de précision de catégorie II ou III, ou d'une piste utilisée pour les décollages, quand les conditions de visibilité sont inférieures à une portée visuelle de piste (RVR) de 1200 pieds (¼ sm).

Figure 2. Photo de l'aéronef C-FEVA le jour suivant l'événement à l'étude, montrant l'affaissement du train d'atterrissage avant



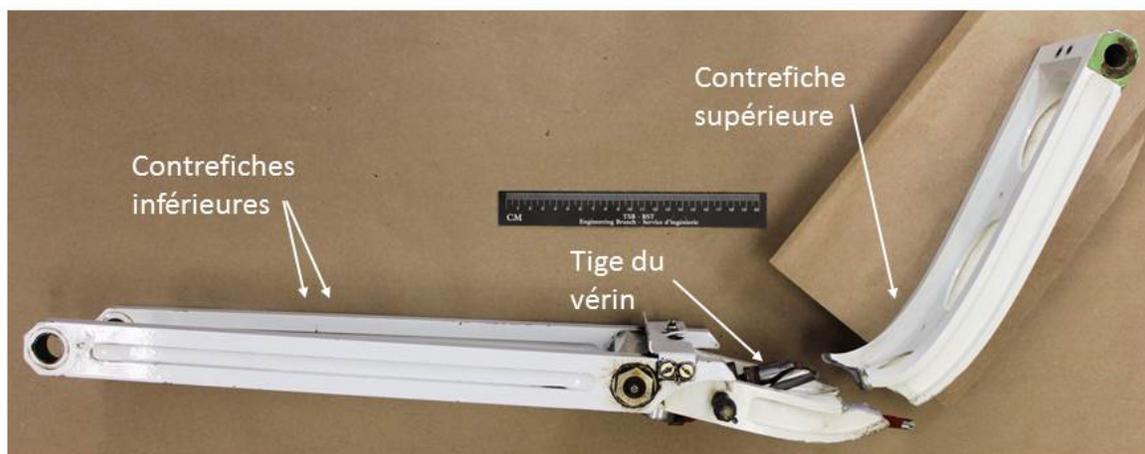
Les carénages de la nacelle inférieure des volets intérieurs de gauche et de droite (qui se trouvent directement en arrière de leur train d'atterrissage principal respectif) ont subi une déformation causée par la neige projetée vers le haut lorsque les pneus ont roulé dans la neige. Les forces de traînée absorbées par le train d'atterrissage principal ont déformé les 2 ailes. De plus, le revêtement d'extrados de l'aile droite présentait une déformation dépassant les limites permises par le fabricant.

Les nacelles des 2 moteurs ont subi des dommages structuraux, et la poutre du support du moteur de droite s'est rompue à de nombreux points de fixation.

1.12.2 *Train d'atterrissage avant*

Le train d'atterrissage avant a heurté l'andain de neige compactée avant une force suffisante pour causer la rupture par surcharge de compression de la contrefiche supérieure (figure 3). La tige du vérin hydraulique a également subi une rupture par surcharge. D'autres composants du train d'atterrissage avant ont subi des dommages lorsque le train d'atterrissage avant s'est affaissé vers l'arrière.

Figure 3. Rupture de la contrefiche supérieure



1.12.3 Dommages aux hélices et au fuselage

Toutes les pales qui se sont rompues ont subi une rupture par surcharge à leur emplanture. L'emplacement et la forme des ruptures correspondaient à un impact entre une pale en matériau composite et un objet. Les trois pales de l'hélice de gauche et la pale de l'hélice de droite qui se sont rompues ne présentaient pas d'égratignures dans le sens de la corde ou de dommages sur le bord d'attaque, ce qui correspond à un impact avec de la neige ou de l'eau. Les autres pales présentaient des dommages correspondant à un impact avec la piste.

Le bouclier antigivrage du côté droit du fuselage présentait d'importantes bosselures causées par les morceaux projetés des pales rompues. La bosselure supérieure a causé la rupture et le détachement de la garniture intérieure du hublot et de la cabine. Un morceau de pale a pénétré la paroi de la cabine juste au-dessus du plancher, entre les sièges 1B et 2B. Un morceau d'environ 19 pouces de l'extrémité de la pale est demeuré encastré dans le fuselage (figure 4).

Figure 4. Partie du fuselage ayant subi des dommages causés par la pale de l'hélice (encadrés)



1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Dans le cadre de l'enquête, on a effectué une analyse minutieuse de la fatigue comprenant l'historique de travail et de repos de l'équipage de conduite. Rien n'indique que des facteurs physiologiques ou de la fatigue ont eu une incidence négative sur le rendement du commandant de bord ou du PO.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1 Blessures subies par les passagers

La plupart des blessures subies par les passagers étaient caractéristiques de la projection du haut du corps vers l'avant causée par les forces longitudinales d'un recroquevillement sur la ceinture abdominale, et du choc contre le dossier du siège devant ou une autre surface.

1.15.2 Radiobalise de repérage d'urgence

1.15.2.1 Interrupteur à force g

On a envoyé la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) au Laboratoire d'ingénierie du BST à des fins d'examen et d'essai. Lors de l'examen initial, on a constaté que l'interrupteur à force g ne s'était pas déclenché. On a assujéti cet interrupteur à une inspection radiographique pour en vérifier le mécanisme interne. On a constaté que la bille était bloquée au centre du boîtier. L'enquête n'a pas permis de déterminer quand la bille s'est bloquée dans le boîtier.

On a testé l'interrupteur à force g en le soumettant à un mouvement rapide vers l'avant (lancer) suivi d'un mouvement rapide vers l'arrière. L'essai de lancer rapide est un essai recommandé par de nombreux autres fabricants d'ELT, qui porte parfois le nom de « lancer de ballon de football ». Lors de ses essais, le BST a soumis l'interrupteur à force g à des accélérations longitudinales mesurées pour vérifier si celui-ci s'activait conformément aux spécifications du fabricant.

On a soumis l'interrupteur à de multiples « lancers de ballon de football », et celui-ci ne s'est activé que de manière intermittente. Les inspections radiographiques effectuées après chaque test ont permis de constater que la bille se bloquait dans le boîtier de manière intermittente.

On a ouvert l'interrupteur à force g en le coupant, et on a constaté qu'il était contaminé par de la poudre noire causée par le frottement entre la bille et les surfaces du boîtier de l'interrupteur¹⁵.

L'entreprise Select Controls Inc. a fabriqué l'interrupteur à force g (numéro de pièce 2014-1-000) en septembre 1998, et ce modèle d'interrupteur est utilisé dans les ELT de nombreux autres fabricants.

Select Controls Inc. a indiqué que pendant le fonctionnement normal, l'interrupteur à force g est assujéti à des vibrations, ce qui cause l'usure de la bille et des surfaces du boîtier au fil du temps. À mesure que la poudre noire s'accumule, elle peut causer le blocage de la bille, ce qui rend l'ELT inutilisable.

Depuis 2005, 2 autres fabricants d'ELT ont émis des bulletins de service pour leurs ELT dotées de cet interrupteur à force g. Dans ces bulletins de service, on indique notamment que [traduction] :

le fabricant de l'interrupteur à force g [...] a recommandé le remplacement des interrupteurs en service depuis 5 ans ou plus, ou l'élaboration d'un programme d'essais plus fréquents pour assurer le bon fonctionnement de l'interrupteur¹⁶.

Artex a indiqué que rien dans ses dossiers n'indiquait que Select Controls Inc. lui avait transmis des recommandations concernant l'interrupteur à force g portant le numéro de pièce 2014-1-000 avant l'événement à l'étude.

1.15.2.2 Essai d'activation automatique

En vertu de l'alinéa 605.86(1)(a) du RAC, les aéronefs doivent être entretenus « conformément à un calendrier de maintenance qui est conforme aux *Normes relatives à l'équipement et à la maintenance des aéronefs* ». Ces normes comprennent la vérification de rendement annuelle des ELT et l'essai système d'activation automatique¹⁷. L'ELT de l'aéronef dans l'événement à l'étude avait fait l'objet d'une vérification de rendement annuelle le 19 novembre 2015.

Les procédures d'inspection d'Artex devant être suivies pour l'entretien périodique de l'interrupteur à force g comprenaient la mention suivante [traduction] :

Activer l'ELT en la soumettant à un mouvement (de lancer) rapide vers l'avant (dans la direction de la flèche), suivi d'un mouvement rapide vers l'arrière.

¹⁵ Le problème du blocage de l'interrupteur à force g avait déjà été signalé dans le rapport d'enquête A07O0190 du BST.

¹⁶ Narco Avionics Inc., Service Bulletin No. ELT 910 No. 2 (6 août 2008) et ACK Technologies Inc., Service Bulletin SB E-01.8 (9 juillet 2005).

¹⁷ *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), Norme 571, « Appendice G - Maintenance des radiobalises de repérage d'urgence, paragraphe (c) : Vérification de rendement » ».

Après l'activation, réinitialiser l'ELT en plaçant l'interrupteur ON/OFF à la position ON, puis à la position OFF.

Remarque : Il ne s'agit pas d'une vérification mesurée. Cet essai permet seulement d'établir que l'interrupteur à force g fonctionne¹⁸.

L'interrupteur à force g doit s'activer pour que l'ELT soit utilisable.

Dans les procédures d'inspection, on n'indiquait pas le nombre de « lancers de ballon de football » devant être effectués pour activer l'ELT.

1.15.2.3 Exigences relatives aux fréquences des radiobalises de repérage d'urgence

Le Système international de satellites pour les recherches et le sauvetage (système Cospas-Sarsat) est un système de satellites qui capte les alertes de détresse et les données de position, et les relaie aux services de recherche et sauvetage. En février 2009, Cospas-Sarsat a cessé de surveiller les signaux d'ELT émis sur la fréquence de 121,5 MHz et ne surveille désormais que les signaux émis sur la fréquence de 406 MHz. Ainsi, si un aéronef est équipé d'une ELT qui émet uniquement sur la fréquence de 121,5 MHz et que cet aéronef a un accident, son signal ne sera pas détecté par les satellites. La seule possibilité que ce signal soit détecté serait qu'un autre aéronef qui syntonise la fréquence de 121,5 MHz survole par hasard l'ELT en question et capte son signal, ou encore qu'une radio terrestre syntonise la fréquence de 121,5 MHz.

En comparaison, les émetteurs de 406 MHz émettent des renseignements sur le vol, comme le numéro d'immatriculation de l'aéronef, qui peut servir à trouver les coordonnées de la personne à joindre en cas d'urgence, et la description de l'aéronef entre autres renseignements importants, à partir d'une base de données d'inscription des radiobalises. Certaines ELT de 406 MHz modernes sont munies d'un système de positionnement global qui transmet les coordonnées de position en plus du signal de détresse.

Le 11 juin 2015, un Avis de proposition de modification (APM) sur les ELT de 406 MHz a été publié sur le site Web des activités du Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne (CCRAC) de Transports Canada (TC)¹⁹. Dans l'APM, TC proposait de modifier les articles 605.38, 605.39 et 605.40 du RAC pour obliger la présence à bord d'une ELT capable d'émettre sur la fréquence de 406 MHz. Selon l'APM, TC propose de rendre obligatoire une ELT à deux fréquences, soit 121,5 MHz et 406 MHz. Il est possible de se conformer à cette exigence en utilisant une ELT à deux fréquences, ou en utilisant une ELT de 406 MHz et une autre ELT de 121,5 MHz. TC a indiqué que presque toutes les nouvelles ELT de 406 MHz sont des appareils à deux fréquences (c.-à-d., 406 MHz et 121,5 MHz). Les exploitants assujettis à la partie VII du RAC et ceux assujettis à la sous-partie 604 bénéficieraient d'une période de mise en œuvre de 1 an à partir de la date d'entrée en

¹⁸ Artex Aircraft Supplies Inc., *Description, Operation, Installation and Maintenance Manual* – Artex 110/100HM Series Emergency Locator Transmitter, 4 décembre 2002, p. 4-5.

¹⁹ Transports Canada, *Avis de rapport sur les activités du Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne* numéro 2015-013, *Avis de proposition de modification* (11 juin 2015).

vigueur de l'exigence. Les propriétaires d'aéronefs privés effectuant des vols récréatifs non commerciaux bénéficieraient d'une période de mise en œuvre de 5 ans.

En 2016, après son enquête sur la perte de maîtrise d'un hélicoptère au départ de Moosonee (Ontario)²⁰ survenue en mai 2013, le BST avait constaté que plus de la moitié des aéronefs immatriculés au Canada qui sont tenus d'avoir une ELT sont munis d'une ELT dont le signal ne peut pas être détecté par le système Cospas-Sarsat. Il avait aussi conclu que si la réglementation n'est pas modifiée de façon à ce qu'elle reflète les normes de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), il est très probable que des aéronefs immatriculés au Canada et des aéronefs étrangers qui effectuent des vols au Canada continueront d'utiliser des modèles d'ELT autres que de 406 MHz. En conséquence, les équipages de conduite et les passagers continueront d'être exposés à des retards dans les activités des services SAR qui pourraient mettre leur vie en danger. C'est pourquoi le Bureau a recommandé que

le ministère des Transports exige que tous les aéronefs immatriculés au Canada et aéronefs étrangers effectuant des vols au Canada pour lesquels une radiobalise de repérage d'urgence (ELT) est obligatoire soient équipés d'une ELT de 406 mégahertz conformément aux normes de l'Organisation de l'aviation civile internationale.

Recommandation A16-01 du BST

La dernière réponse de TC à la recommandation A16-01 du BST a indiqué que TC a souscrit à cette recommandation et que TC avait entamé le processus réglementaire pour rendre obligatoire le transport d'ELT de 406 MHz. Le Bureau estime que la réponse à la recommandation A16-01 dénote une intention satisfaisante.

Si les aéronefs ne sont pas munis d'une radiobalise de repérage d'urgence à fréquence de 406 MHz, les équipages de conduite et les passagers sont exposés à un risque accru de blessures ou de décès en cas d'accident, car l'assistance du personnel de recherche et sauvetage pourrait être retardée.

1.16 Essais et recherche

1.16.1 Rapports de laboratoire du BST

Le BST a produit les rapports de laboratoire suivants dans le cadre de la présente enquête :

- LP115/2016 – Shimmy Damper [amortisseur de shimmy]
- LP104/2016 – Examination of NLG [examen du train d'atterrissage avant]
- LP100/2016 – FDR Data Analysis [analyse des données du FDR]
- LP098/2016 – ELT Analysis [analyse de l'ELT]

²⁰ Rapport d'enquête aéronautique A13H0001 du BST.

1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion

1.17.1 Exploits Valley Air Services

Exploits Valley Air Services (EVAS) est une entreprise établie à Gander, Terre-Neuve-et-Labrador, qui exploite 10 aéronefs B1900D en vertu de la sous-partie 704 du RAC²¹. Depuis 2004, elle est un transporteur de troisième niveau d'Air Canada qui offre des vols quotidiens dans les provinces de l'Atlantique et au Québec sous le nom d'Air Canada Express²². L'entreprise compte environ 130 employés, y compris une quarantaine de pilotes travaillant à partir de Gander et de Halifax, Nouvelle-Écosse.

EVAS utilise un système de contrôle d'exploitation de type C (répartition par les pilotes). Même si le commandant de bord détient l'autorité finale en ce qui a trait à l'utilisation de l'aéronef lorsqu'il en est responsable, les pilotes peuvent discuter avec le pilote en chef ou d'autres membres de la direction (p. ex., le directeur des opérations par intérim) s'ils ont des préoccupations ou des questions concernant le déroulement d'un vol.

Le directeur des opérations par intérim n'était pas un pilote et n'avait pas besoin de l'être pour occuper ce poste. Ses responsabilités concernaient davantage l'établissement de l'horaire des pilotes et les problèmes opérationnels liés aux retards et aux déroutements.

1.17.1.1 Atterrissage par vents traversiers

EVAS utilise le manuel d'utilisation de l'aéronef du B1900D, selon lequel la composante maximale de vents traversiers démontrée est de 22 nœuds²³. La vitesse des vents traversiers ne constitue pas une limite de l'aéronef. Il s'agit de la composante de vents traversiers la plus élevée ayant fait l'objet d'un essai satisfaisant pendant la certification de l'aéronef. Cette valeur ne signifie pas nécessairement qu'il est impossible d'atterrir de manière sécuritaire lorsque les vents sont plus forts.

Comme le fabricant de l'aéronef n'avait pas défini de limite définitive pour les vents traversiers maximaux, chaque commandant de bord pouvait établir ses propres limites pour les atterrissages par vents traversiers. Certains commandants de bord avaient défini leur limite personnelle à plus de 22 nœuds.

À la section 2.16.4 des procédures d'utilisation normalisées, on traitait des variations liées aux atterrissages et de différents sujets, par exemple les atterrissages par vents traversiers.

²¹ Le groupe d'entreprises EVAS Group of Companies exploite également un établissement de formation au pilotage (Gander Flight Training) et un service d'entretien des aéronefs.

²² Un transporteur de « niveau III » d'Air Canada désigne un transporteur qui, en vertu d'une entente commerciale avec Air Canada, fournit des aéronefs à hélices d'une capacité maximale de 19 passagers.

²³ Hawker Beechcraft Corporation, Model 1900D Airliner (Serials UE-1 and After), FAA [Federal Aviation Administration] *Approved Airplane Flight Manual* (English/Metric Units) (Septembre 2008), p. 4-3.

Ces procédures comprenaient la mention suivante concernant les atterrissages par vents traversiers [traduction] :

- i) La composante maximale de vents traversiers démontrée est de 22 nœuds. Lorsqu'il établit les limitations relatives à un décollage²⁴ par vents traversiers, le commandant de bord doit tenir compte :
- (1) de son expérience et de ses habiletés;
 - (2) des conditions météorologiques et de la piste;
 - (3) de la visibilité (minimum : ½ sm).
 - (4) Lorsque la piste est contaminée, il faut déterminer les vents traversiers maximaux en se reportant au CRFI [coefficient canadien de frottement sur piste] et au tableau des vents traversiers du CFS [*Supplément de vol – Canada*] [...] ²⁵.

Le tableau des vents traversiers se trouve dans le *Supplément de vol – Canada* transporté à bord. De plus, EVAS affichait habituellement un tableau des vents traversiers sur une planchette à pince placée dans chaque aéronef. Ce tableau n'était pas affiché sur la planchette à pince de l'aéronef dans l'événement à l'étude.

Le commandant de bord n'avait pas calculé la composante de vents traversiers en se référant au *Supplément de vol – Canada*. Toutefois, il avait déterminé que les vents étaient acceptables et n'avait pas détecté de problèmes de sécurité.

L'enquête a permis de déterminer que :

- la composante de vents traversiers pouvant être calculée en fonction des vents constants rapportés à 21 h 24 était de 18 nœuds;
- la composante de vents traversiers pouvant être calculée en fonction des rafales rapportées à 21 h 24 était de 22 nœuds; et
- la composante de vents traversiers pouvant être calculée en fonction des vents rapportés au moment de l'atterrissage était de 23 nœuds pour les vents constants et de 33 nœuds pour les rafales.

Il n'a pas été possible de déterminer les vents exacts qui soufflaient au moment du poser des roues.

1.17.1.2 Événement antérieur

Le 10 décembre 2011, un aéronef B1900D exploité par EVAS effectue le vol régulier de passagers EV7645 d'Air Canada Express au départ de CYQX à destination de CYYR. Après avoir commencé la course au décollage, l'équipage se rend compte que le manche est coincé à la position avant maximale. Le décollage est interrompu, et l'aéronef regagne l'aérogare.

²⁴ Le texte original anglais fait référence ici au décollage (*takeoff*), mais cette phrase devrait faire référence aux limitations relatives à un atterrissage par vents traversiers au lieu de faire référence aux limitations relatives à un décollage par vents traversiers.

²⁵ Exploits Valley Air Services Ltd., *B1900D Standard Operating Procedures, Amendment 9* (1^{er} décembre 2012), section 2.16.4 : Landing Variations, p. 2-43.

Dans le cadre de son enquête sur l'événement à l'étude²⁶, le BST a examiné le programme de sécurité des vols (FSP) et l'approche de gestion de la sécurité (c.-à-d. la culture de sécurité) de l'entreprise. Aucun employé spécialisé n'était affecté au FSP à temps plein. Le directeur du FSP occupait plusieurs autres postes, en plus d'être pilote de ligne. Le comité sur la sécurité aérienne (FSC) était tenu de surveiller tout ce qui touche aux opérations, de déceler les préoccupations et les manquements en matière de sécurité, et de recommander à la haute direction des mesures correctives, au besoin. Les procès-verbaux des réunions de ce comité indiquaient que l'entreprise mettait l'accent sur les problèmes liés à la production et à l'exploitation, ainsi que sur les préoccupations liées à la santé et la sécurité au travail.

Les rapports d'événements liés à l'exploitation étaient examinés selon une approche en matière de gestion de la sécurité qui était fondée principalement sur la conformité à la réglementation et la réaction à l'égard des événements indésirables grâce à la détermination des causes et à la prescription de mesures précises pour empêcher que ces événements ne se produisent à nouveau. Il n'y a pas eu d'identification proactive des dangers potentiels, notamment de l'incidence éventuelle de l'agrandissement de la flotte et de l'embauche de nouveaux employés. Même si EVAS avait un programme de sécurité en place, la gestion de la sécurité était fondée sur une approche réactive traditionnelle. Au moment de l'événement à l'étude, la direction d'EVAS mettait l'accent sur les priorités opérationnelles²⁷ afin de satisfaire aux exigences d'Air Canada relativement à l'augmentation du nombre de vols sur ses liaisons existantes.

L'enquête sur l'événement de 2011 avait permis d'établir le fait suivant quant aux risques :

Lorsque les organisations n'adoptent pas des pratiques de gestion de la sécurité modernes, il y a un risque accru que les dangers ne soient pas cernés et atténués.²⁸

Après cet événement, EVAS avait collaboré avec TC, la Federal Aviation Administration (FAA) et le fabricant de l'aéronef pour éliminer l'anomalie de conception entraînant le blocage du manche à la position avant maximale, et avait pris des mesures de sécurité relatives à l'utilisation de mécanismes de verrouillage des gouvernes. Toutefois, rien n'indique que l'entreprise avait pris des mesures de sécurité relatives à sa culture de sécurité, y compris la détermination et l'atténuation proactives des risques.

1.17.1.3 Programme de sécurité des vols

D'après TC :

Un système de gestion de la sécurité est une façon de traiter la sécurité sous une optique commerciale. Il désigne un processus systématique, explicite et

²⁶ Rapport d'enquête aéronautique A11A0101 du BST.

²⁷ La formation des équipages de conduite et du personnel de maintenance, la préparation des aéronefs et une demande accrue de la fréquence de desserte des liaisons sont quelques exemples de priorités opérationnelles.

²⁸ Rapport d'enquête aéronautique A11A0101 du BST.

global de gestion des risques inhérents à la sécurité. À l'instar de tous les systèmes de gestion, celui-ci prévoit l'établissement d'objectifs, la planification et la mesure du rendement. Un système de gestion de la sécurité est incorporé dans la structure même d'une organisation; il devient partie intégrante de sa culture, de la façon dont les employés s'acquittent de leurs fonctions²⁹.

EVAS n'a pas de système de gestion de la sécurité (SGS), et la réglementation ne l'y oblige pas. Cette entreprise dispose plutôt d'un FSP comportant certains aspects d'un SGS.

En juin 2015, EVAS avait embauché un directeur du FSP à temps partiel. Même si l'entreprise exigeait que le directeur suive une formation avec succès³⁰, il n'avait reçu qu'une formation non officielle.

Selon le chapitre 7 du document *Company Operations Manual* (COM), un FSP est [traduction] « un processus systématique, explicite et global de gestion des risques pour la sécurité qui intègre des systèmes d'exploitation et techniques à la gestion des ressources financières et humaines pour toutes les activités liées au certificat d'exploitation de l'exploitant aérien³¹ ». Tous les employés étaient tenus d'adopter les normes et les procédures énoncées dans le FSP.

De manière générale, la sécurité était la responsabilité du président de l'entreprise. Le directeur du FSP était responsable de la gestion du FSP. On définissait dans une liste de 15 responsabilités la manière dont le directeur du FSP devait gérer ce programme. Toutefois, cette liste ne visait pas à imposer des restrictions au directeur du FSP s'il souhaitait trouver d'autres moyens d'accroître la sécurité. Depuis son embauche, le directeur du FSP se concentrait principalement sur l'examen et le suivi des préoccupations liées aux opérations aériennes qui avaient été décelées au moyen des formulaires de signalement des dangers de l'entreprise.

Depuis l'événement de 2011, on avait révisé le chapitre 7 du COM à une seule reprise. Il s'agissait de révisions mineures, qui comprenaient l'ajout d'une autre personne au FSC, l'installation de babillards comprenant des formulaires vierges de signalement d'un événement, ainsi que l'identification de ces formulaires comme moyen de signaler les préoccupations en matière de sécurité. Les pratiques, les procédures et la politique correspondaient à celles qui étaient en place en 2011.

Un FSP permet notamment d'établir un système de signalement des accidents, des incidents et des dangers, et de garantir que tous les employés ont accès au formulaire de signalement d'un événement de l'entreprise. Les rapports sur les dangers avaient pour objectif de porter à

²⁹ Transports Canada, TP 13739, *Introduction aux systèmes de gestion de la sécurité* (avril 2001), p. 1.

³⁰ Le cours devait porter sur des sujets liés à la philosophie en matière de sécurité de vol, les facteurs humains et le processus décisionnel, la prévention d'accidents, le rôle de l'officier de la sécurité des vols à titre de conseiller auprès de la haute direction, et la gestion du risque.

³¹ Exploits Valley Air Services Ltd., *Company Operations Manual*, Amendement 16 (31 janvier 2014), Chapter 7: Company Flight Safety, p. 7-1.

L'attention du directeur du FSP les situations pouvant mener à un incident. L'entreprise utilisait une méthode réactive de la gestion des rapports d'incident³².

La section 7.9.4 du COM d'EVAS contient des exemples des dangers et des incidents qui doivent être signalés. En voici quelques-uns [traduction] :

- (i) un temps de service excessif;
[...]
- (vi) l'utilisation de procédures incorrectes ou inadéquates, ou la non-conformité aux procédures normalisées;
- (vii) une mauvaise communication entre différents secteurs opérationnels;
[...]
- (x) les incursions sur piste; ou
- (xi) un manque de formation adéquate et de formation continue³³.

Selon le COM [traduction], « [un] rapport sur un danger peut être envoyé de manière anonyme, ou l'identité de l'auteur peut être protégée, si celui-ci le demande³⁴ ». La plupart de ces rapports sont créés en ligne et ne peuvent être consultés que par certains directeurs.

Les rapports sont examinés par le directeur du FSP, ainsi que par le directeur des opérations par intérim ou le pilote en chef. Les rapports d'événements liés à l'exploitation sont examinés selon une méthode de gestion de la sécurité qui est fondée principalement sur la conformité à la réglementation et sur la réaction à des événements indésirables par la prescription de mesures précises visant à empêcher qu'ils ne se reproduisent.

Aucun des 125 rapports créés entre le 1^{er} janvier 2015 et le 20 avril 2016 n'a fait état de préoccupations en matière de sécurité concernant les conditions météorologiques défavorables pendant les vols ou les limites de vents traversiers des aéronefs.

Le FSC n'organisait pas les réunions spéciales pour satisfaire aux exigences du FSP. Ces réunions étaient plutôt incorporées aux réunions mensuelles de santé et sécurité au travail. Dans le cadre de l'enquête, on a passé en revue les procès-verbaux des réunions de sécurité tenues de décembre 2015 à mars 2016 et on a constaté que les sujets qui étaient abordés étaient liés aux problèmes ordinaires de santé et sécurité au travail. Le nombre de problèmes de sécurité qui étaient examinés n'a été indiqué que dans une seule de ces réunions. Dans aucune de ces réunions n'a-t-on traité des préoccupations en matière de sécurité des vols.

Le 21 avril 2016, l'entreprise a tenu une réunion pour discuter de sa réaction à l'événement à l'étude. Au cours de cette réunion, on a examiné l'événement ainsi que ce qui avait été

³² Les définitions des termes « incident » et « accident » données dans le document *Company Operations Manual* sont tirées d'une version périmée du *Règlement sur le Bureau de la sécurité des transports*.

³³ Exploits Valley Air Services Ltd., *Company Operations Manual*, Amendment 16 (31 janvier 2014), « Section 7.9.4: Hazard and Incident Reporting », p. 7-12.

³⁴ *Ibid.*, p. 7-13.

constaté à propos du plan d'intervention d'urgence de l'entreprise, y compris ce qui avait fonctionné et ce qui pourrait être amélioré.

Selon le COM³⁵, tout membre du FSC peut convoquer une réunion spéciale pour discuter d'une question urgente. Le FSC n'a pas organisé de réunion spéciale pour enquêter sur l'événement à l'étude et définir des mesures correctives permettant d'empêcher des accidents semblables de se reproduire. Cette pratique correspond à ce que le BST a constaté au cours de son enquête précédente.

Toutefois, après l'événement à l'étude, les membres de la direction d'EVAS se sont réunis à plusieurs reprises pour revoir les circonstances de l'accident.

1.17.1.4 Vérification de la sécurité de l'exploitation aérienne (IOSA) de l'Association du transport aérien international (IATA)

Air Canada contrôle tous ses exploitants de niveau III au moyen de la vérification de la sécurité des opérations aériennes de l'IATA³⁶ (IOSA) et selon les normes et pratiques recommandées IOSA. Air Canada effectue habituellement ces vérifications tous les 2 ans. Les 2 dernières vérifications IOSA dont EVAS avait fait l'objet remontaient à juillet 2013 et août 2015.

Le manuel des normes IOSA fournit les renseignements suivants concernant le SGS :

[traduction]

L'exploitant *devrait* avoir un système de gestion de la sécurité (SGS) qui est mis en œuvre et intégré dans l'ensemble de l'organisation afin d'assurer la sécurité des opérations aériennes³⁷.

Les exigences particulières de SGS pour un exploitant seront toujours imposées par l'État conformément à son plan national de sécurité³⁸.

Lors de la vérification de 2013, Air Canada avait indiqué qu'EVAS employait une politique et un programme de sécurité traditionnels. Même si EVAS n'utilisait pas un SGS officiel, de nombreux éléments concernant les SGS des vérifications IOSA étaient acceptables ou conformes. EVAS n'avait pas mis en place de programme officiel d'évaluation des risques dans certains secteurs de l'entreprise qui avaient fait l'objet d'une vérification. On a également constaté que l'entreprise n'utilisait pas de méthodes réactives ou proactives de collecte et d'analyse de données de sécurité pour déceler les dangers actuels ou potentiels liés à ses activités aériennes.

³⁵ Exploits Valley Air Services Ltd., *Company Operations Manual*, Amendement 16 (31 janvier 2014), « Chapter 7: Company Flight Safety », p. 7-7.

³⁶ L'Association du transport aérien international (IATA) est une association commerciale sectorielle internationale d'entreprises de transport aérien dont le siège social est situé à Montréal (Québec).

³⁷ Association du transport aérien international (IATA), *Manuel des normes IOSA*, 9^e édition (entrée en vigueur le 1^{er} septembre 2015), p. ORG 3.

³⁸ *Ibid.*, p. INT 5.

La réglementation et l'entente commerciale qu'EVAS avait conclue avec Air Canada ne l'obligeaient pas à mettre en œuvre un SGS. Par conséquent, certaines des constatations relatives aux SGS n'avaient pas été portées à l'attention d'EVAS lors des vérifications de 2013 et 2015³⁹.

Dans le cas de la vérification de 2015, un certain nombre de constatations concernant les programmes de vérification découlaient d'importants changements survenus au sein de la direction d'EVAS, ainsi que de l'omission de la formation requise.

La gestion des ressources de l'équipage (CRM), y compris la gestion des menaces et des erreurs (TEM), faisait partie des exigences d'IOSA. La vérification avait permis d'établir que l'une des constatations était liée à l'obligation pour un exploitant de s'assurer que les membres des équipages de conduite suivent une formation requise et, le cas échéant, qu'une évaluation de la CRM (y compris la TEM) est effectuée par des instructeurs formés sur les principes du rendement humain et des facteurs humains.

Même si une formation en CRM n'est pas obligatoire pour les exploitants régis par la sous-partie 704 du RAC, EVAS avait envoyé un plan de mesures correctives pour ajouter la TEM et l'exigence d'avoir recours à des instructeurs formés sur les principes du rendement humain et des facteurs humains à son COM. Au moment de l'événement à l'étude, TC n'avait pas encore approuvé cette version du COM.

1.17.2 Administration de l'aéroport international de Gander

1.17.2.1 Politique de déneigement

Selon la circulaire d'information (CI) 302-013 de TC, intitulée « Planification et maintenance aux aéroports en hiver », les zones qui doivent être déneigées de manière prioritaire comprennent « la largeur de la piste principale nécessaire au respect des exigences opérationnelles liées aux mouvements d'aéronef à l'aéroport pendant une tempête⁴⁰. »

L'administration de l'aéroport international de Gander avait une politique d'entretien hivernal [traduction] « conçue pour optimiser l'utilisation du personnel et de l'équipement afin de déneiger efficacement les aires de manœuvre [et] les aires de trafic [...]»⁴¹. La politique définit des niveaux de priorité pour les activités de déneigement durant les averses de neige. La principale priorité était de déneiger [traduction] « les surfaces de manœuvre nécessaires aux atterrissages, aux décollages et à la circulation des aéronefs, et au

³⁹ Depuis septembre 2016, l'Operational Safety Audit (IOSA) de l'IATA exige que tous les exploitants possèdent un système de gestion de la sécurité (SGS). Au moment de l'événement, Exploits Valley Air Services Ltd. était en train de mettre au point un SGS afin de satisfaire aux exigences de l'IOSA.

⁴⁰ Transports Canada, Circulaire d'information (CI) 302-013, *Planification et maintenance aux aéroports en hiver* (version 03, 10 juillet 2015).

⁴¹ Administration de l'aéroport international de Gander, *Winter Maintenance Plan Gander International Airport 2015–2016*, p. 5.

stationnement des aéronefs sur l'aire de trafic principale⁴² ». Dans ce plan, la largeur de la piste qui devait être déneigée n'était pas définie.

Dans des conditions hivernales, comme le soir de l'événement à l'étude, l'administration de l'aéroport avait pour pratique de déneiger la piste sur une largeur de 120 pieds. Il s'agit de la largeur de déneigement courante pour une piste lorsqu'on utilise 3 chasse-neige en même temps, et cette largeur est suffisante pour permettre à la plupart des aéronefs d'atterrir, y compris le B1900D⁴³.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Limites de vents traversiers

En 2013, la Flight Safety Foundation (FSF) a publié un article présentant les résultats d'un sondage⁴⁴ sur la détection des rafales à proximité du sol et l'information transmise aux équipages de conduite effectuée par le National Aerospace Laboratory des Pays-Bas. Ce sondage a démontré que 82,9 % des répondants utilisent les valeurs de vents traversiers démontrées par le fabricant comme des limites strictes que l'équipage ne doit pas dépasser⁴⁵. Un exploitant peut considérer la valeur de vents traversiers établie par le fabricant comme une limite de l'aéronef même si elle ne l'est pas, et ce, peu importe la taille de l'aéronef.

L'article de la FSF comprend également la mention suivante [traduction] :

[...] 67 % [des exploitants] ont des procédures relatives au calcul de la composante de vents traversiers par leurs pilotes; 58 % de ces exploitants indiquent la manière dont les pilotes doivent tenir compte des rafales, et 33 % de ces exploitants ne tiennent pas compte des rafales pour calculer les valeurs de vents traversiers⁴⁶.

Ce sondage a aussi permis de constater que quelques répondants laissaient le commandant de bord décider s'il fallait tenir compte des rafales ou non.

Les 2 événements ci-dessous sont des exemples d'incident après lequel un exploitant a établi une limite de vents traversiers :

1. En 2013, le BST a enquêté sur une défaillance du train d'atterrissage avant à l'atterrissage d'un aéronef DHC-6-300 Twin Otter (rapport d'enquête

⁴² *Ibid.*, p. 6.

⁴³ Les pilotes doivent toujours tenir compte de l'état de la surface pour déterminer si un atterrissage en toute sécurité est possible.

⁴⁴ Trente-six (36) exploitants de partout dans le monde ont répondu au sondage destiné aux exploitants de grands aéronefs commerciaux.

⁴⁵ W. Rosenkrans, « Strong Gusty Crosswinds », *AeroSafety World* (mai 2013), à <http://flightsafety.org/aerosafety-world-magazine/may-2013/strong-gusty-crosswinds> (dernière consultation le 28 août 2017).

⁴⁶ *Ibid.*

aéronautique A13A0033 du BST). Pendant l'arrondi, le P/O avait donné les commandes au commandant de bord, et ce dernier ne disposait pas de suffisamment de temps pour bien positionner l'aéronef en vue de son atterrissage, en raison des vents traversiers considérables. À la suite de cet accident, l'exploitant avait commencé à exiger la définition d'une limite de vents traversiers à chaque atterrissage.

2. En 2004, le BST a enquêté sur la sortie de piste d'un aéronef BE-A100 King Air (rapport d'enquête aéronautique A04Q0199 du BST). Par suite de cet incident, l'entreprise avait publié un bulletin interne pour définir une limite de composante de vents traversiers pour cet aéronef.

1.18.2 *Illusions causées par la poudrierie*

La poudrierie peut créer des illusions visuelles de la manière suivante [traduction] :

La poudrierie soufflant sur une piste pendant un atterrissage ou un décollage peut donner l'illusion que l'aéronef se déplace dans la direction opposée à la poudrierie. Cela rend plus difficile la tâche d'aligner l'aéronef sur la piste. Il est très important que le pilote aligne l'aéronef sur les feux d'axe de piste ou les feux de bord de piste pour maintenir le bon cap⁴⁷.

Un article du FSF comprend la mention suivante [traduction] :

La mauvaise interprétation des repères visuels de l'environnement peut se traduire par la perception visuelle d'un mouvement induit (linéaire ou angulaire); ce phénomène porte le nom de «vection». Une personne peut percevoir cette illusion lorsqu'elle prend place à bord d'une voiture immobilisée et qu'une autre voiture circule lentement sur une voie adjacente. À ce moment, cette personne peut avoir l'impression que le véhicule dans lequel elle prend place se déplace dans la direction opposée. [...] Pendant un décollage ou un atterrissage dans une tempête de neige ou de sable, une personne peut avoir l'impression que l'aéronef se déplace dans la direction opposée à la neige ou au sable, ce qui peut nuire à la maîtrise directionnelle normale de l'aéronef⁴⁸.

1.18.3 *Événements antérieurs mettant en cause la rupture de pales d'une hélice en matériau composite et un impact avec le fuselage*

Des événements antérieurs ont mis en cause la rupture à l'emplanture de pales d'hélices en matériau composite à la suite d'un contact avec le relief. Les pales d'hélice qui se rompent peuvent heurter et pénétrer le fuselage dans le plan de rotation des hélices.

⁴⁷ Nordian Aviation Training Systems, *Human Performance and Limitations*, (EASA Syllabus-Edition 7 [2016]), « Section 6.3.9: Blowing Snow », p. 6-9.

⁴⁸ M. J. Antuñano et S. R. Mohler, « Inflight Spatial Disorientation », *Human Factors & Aviation Medicine* (janvier/février 1992), p. 3.

1.18.3.1 Événements antérieurs au Canada

En 2003, un aéronef B1900D a franchi un andain de 2 pieds de hauteur en circulant à l'aéroport international de St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador; rapport d'enquête aéronautique A03A0002 du BST). Lorsque les pales des hélices ont heurté l'andain, les 4 pales de l'hélice de droite et 1 pale de l'hélice de gauche se sont rompues à leur emplanture. Les pales de l'hélice de droite ont heurté le fuselage au hublot avant de la cabine des passagers. Ce hublot a éclaté, et des fragments et le cadre du hublot ont été projetés dans la cabine. Les 10 passagers et les 2 membres d'équipage n'ont pas subi de blessures.

Plus récemment, en 2014, le train d'atterrissage principal de droite d'un aéronef DHC-8-402 de Bombardier s'est affaissé au poser des roues à l'aéroport international d'Edmonton, en Alberta (rapport d'enquête aéronautique A14W0177 du BST). Au moment du contact avec le sol, toutes les pales de l'hélice de droite se sont brisées, et un gros morceau de l'une d'elles a pénétré la paroi de la cabine. Trois passagers ont subi des blessures causées par le morceau de la pale qui a percé le fuselage. Leurs blessures étaient caractéristiques d'impacts de morceaux d'un hublot et de la garniture intérieure de la cabine.

1.18.3.2 Événements antérieurs aux États-Unis

De 1983 à 1986, aux États-Unis, il y a eu 3⁴⁹ différents incidents dans lesquels des pales d'une hélice avaient pénétré la cabine d'un aéronef, ce qui a incité le National Transportation Safety Board (NTSB) à émettre les 2 recommandations suivantes [traduction] :

Le NTSB recommande que la Federal Aviation Administration prenne des mesures pour évaluer la faisabilité d'incorporer des éléments de conception aux nouveaux aéronefs à hélices, qui, s'il devait survenir une séparation ou une fracture des pales d'une hélice, réduiraient les risques de blessures pour les personnes prenant place dans le plan de rotation des hélices ou qui positionneraient les sièges des passagers complètement à l'extérieur du plan de rotation des hélices (recommandation A-87-001).

S'il est déterminé qu'il est possible d'incorporer à de nouveaux aéronefs à hélices des éléments de conception qui réduiront les risques de blessures pour les personnes prenant place dans le plan de rotation des hélices ou qui positionneront les sièges des passagers complètement à l'extérieur du plan de rotation des hélices, le NTSB recommande que la Federal Aviation Administration prenne les mesures nécessaires pour inclure ces éléments dans les exigences relatives à la conception qui se trouvent dans les parties 23 et 25 du règlement 14 CFR (recommandation A-87-002).⁵⁰

Le NTSB a fermé le dossier de ces recommandations en mars 1998 en y attribuant l'état « fermé – mesure inacceptable ».

⁴⁹ Rapports DCA83AA013, LAX85FA185, LAX87FA028 du National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis.

⁵⁰ NTSB, *Recommendation Report*, 20 janvier 1987.

En 1997, un B1900D venait tout juste de prendre son envol lorsque le décollage a été interrompu⁵¹. Après avoir atterri, l'aéronef a heurté un banc de neige du côté gauche de la piste. Le train d'atterrissage avant s'est affaissé, et toutes les pales des hélices se sont rompues à leur emplanture.

Les 4 pales de l'hélice de gauche étaient intactes : elles ne présentaient pas de dommages sur le bord d'attaque ni d'égratignures dans le sens de la corde. Trois des pales de l'hélice de droite avaient subi des dommages sur leur bord d'attaque et présentaient des égratignures dans le sens de la corde des 2 côtés.

Le fuselage présentait un orifice dentelé à environ 18 pouces devant le plan de rotation de l'hélice de droite. Le rebord avant de cette ouverture se trouvait par le travers de l'arrière du siège de la première rangée (1F), et le rebord arrière de cette ouverture se trouvait tout juste devant le siège 2F.

Après cet accident, Beechcraft avait commencé à développer un bouclier de protection contre les impacts de pales pouvant être installé en tant que trousse de modification aux fins d'amélioration. Ce bouclier était semblable au bouclier antigivrage, mais comprenait 20 couches de fibre aramide entre les couches de fibre de verre intérieure et extérieure. Or, cette modification n'avait jamais été installée, car Beechcraft avait mis un terme à la production de l'aéronef B1900D environ au même moment où elle avait terminé le développement de la trousse de modification.

Beechcraft n'avait pas émis de bulletin ou de communication de service pour indiquer que la trousse de modification était disponible. Ainsi, aucune trousse de modification n'avait été installée sur les aéronefs B1900D existants.

Si les pales d'une hélice en matériau composite heurtent un objet et se rompent, puis heurtent ou pénètrent la cabine, il y a un risque de blessure ou de mort pour les personnes prenant place dans le plan de rotation des hélices.

1.18.4 Surveillance exercée par Transports Canada

1.18.4.1 Généralités

TC s'attend à ce que les compagnies gèrent activement la sécurité de leurs activités (c.-à-d., atténuent les risques à des niveaux acceptables) et mettent sur pied des programmes qui leur permettent d'assurer leur conformité constante aux exigences réglementaires. Le programme de surveillance de TC sert à évaluer si une compagnie d'aviation a mis en œuvre des systèmes appropriés et efficaces. Le ministère effectue des inspections ciblées de surveillance des systèmes à intervalles définis par les indicateurs de risque. Ce programme est axé sur les systèmes clés définis en fonction du type de certificat et de l'exigence obligatoire ou facultative pour une compagnie d'avoir un SGS.

⁵¹ Rapport NYC97FA045 du NTSB.

Le programme de surveillance repose sur une approche systémique de la gestion du risque et comprend les étapes suivantes :

- examen de la documentation;
- entrevues et échantillonnage sur place effectués par des inspecteurs;
- production d'un rapport faisant état des lacunes systémiques constatées.

Cette approche permet aux inspecteurs de comprendre la manière dont une compagnie prévoit satisfaire à une exigence réglementaire particulière. Dans le cadre de l'échantillonnage, les inspecteurs choisissent des domaines ou des extrants précis pour tester la conformité au système et aux règlements applicables.

TC effectue habituellement des inspections de validation de programme (IVP) sur une base régulière. Ces inspections se fondent sur des indicateurs de risque, et leur fréquence est ajustée en fonction de ces indicateurs. L'approche de surveillance actuelle de TC est de planifier, selon l'indicateur de risque ou d'impact d'une compagnie (évalué par TC), un intervalle de surveillance aussi bref qu'une fois par année (risque ou impact élevés) ou aussi long que tous les 5 ans (risque ou impact plus faible). Ces intervalles sont soumis à une révision annuelle et peuvent être modifiés en tout temps si TC estime que des changements dans les indicateurs de risque d'une compagnie le justifient.

L'inspection de processus (IP) est un autre outil de surveillance qu'emploie TC pour déterminer si les processus d'un exploitant répondent aux exigences réglementaires et s'ils fonctionnent comme prévu. Contrairement à une IVP, la portée d'une IP se limite à un seul processus et sert à aider TC à déterminer le niveau de risque associé à un exploitant et si une surveillance additionnelle s'impose ou non. Comme une IVP, une IP peut, elle aussi, donner lieu à des constatations; toutefois, on n'accorde aucune note à celles-ci. Le rapport d'IP indique si un processus répond aux exigences réglementaires applicables et si l'exploitant y adhère tel qu'il est publié dans les manuels approuvés de la compagnie, ou bien si ce processus n'est ni documenté, ni mis en œuvre, ni efficace. Dans certains cas, les résultats d'une IP peuvent entraîner la tenue d'une IVP dans un intervalle plus court que prévu.

En principe, tout processus requis par la réglementation peut faire l'objet d'une IP ou d'une IVP. Des IP ciblées portant sur toute une gamme de domaines peuvent faire ressortir un manque de conformité à la réglementation qui exige ces processus. Si une IP met en lumière des lacunes de sécurité, une IVP pourra alors être menée de façon urgente dans le but de colliger assez d'information pour la rédaction d'un rapport et la prise de mesures relatives aux certificats, si nécessaire.

Les exploitants sont tenus de présenter à TC des plans de mesures correctives (PMC) pour toute constatation découlant d'une activité de surveillance de TC. Les PMC doivent présenter l'analyse par l'exploitant des causes sous-jacentes de la lacune ainsi qu'un plan d'action pour la corriger. Il incombe aux inspecteurs de TC d'évaluer les PMC. Les PMC

acceptés sont évalués en fonction d'un suivi soit administratif, soit sur place⁵² par TC, tandis que les PMC rejetés sont renvoyés à l'exploitant pour révision.

1.18.4.2 Circulaire d'information SUR-002 de Transports Canada

La circulaire d'information (CI) SUR-002 de TC comprend de l'information et des conseils et « explique le processus d'analyse des causes profondes et de mesures correctives relativement aux constatations de non-conformité⁵³ ». Ce document s'applique au personnel de TC et aux entreprises qui répondent à des constatations.

Pour élaborer un plan de mesures correctives (PMC) efficace, un exploitant « doit comprendre la nature de la défaillance du système ou du processus qui a conduit à la constatation⁵⁴ ». TC fait parvenir à l'exploitant des formulaires et des instructions concernant les mesures correctives avec le rapport de surveillance. Pour chaque formulaire de constatation, l'exploitant peut transmettre un PMC dûment rempli à TC.

L'annexe A de la CI SUR-002 comprend une copie du formulaire de mesure corrective et des renvois aux directives pour le remplir. Cette CI comprend aussi d'autres annexes, dont :

- un exemple de problème permettant de comparer des processus de mesures correctives efficaces et inefficaces;
- une description des facteurs humains et organisationnels;
- un résumé des techniques d'analyse;
- différentes méthodes d'établissement des causes fondamentales (5 énoncés « pourquoi », diagramme cause-effet et carte des causes);
- de nombreuses références que les entreprises peuvent consulter;
- surveillance accrue.

Selon l'instruction visant le personnel (IP) SUR-002 de TC, la surveillance accrue (SA) est :

un processus pour surveiller étroitement une entreprise où l'on a constaté :

- (i) des problèmes graves et systémiques qui ont entraîné des non-conformités aux exigences réglementaires, d'après les résultats d'une IVP ou d'une évaluation; ou
- (ii) des antécédents de non-conformité persistante ou une incapacité avérée de se conformer à la réglementation, constatés par des moyens autres qu'une IVP ou une évaluation⁵⁵.

⁵² Transports Canada, Instruction visant le personnel (IP) n° SUR-001, Procédures de surveillance, (numéro 5, 28 juin 2013).

⁵³ Transports Canada, Circulaire d'information (CI) N° SUR-002, *Analyse des causes profondes et mesures correctives relativement aux constatations de TCAC* (numéro 01, 15 septembre 2015).

⁵⁴ Ibid.

⁵⁵ Transports Canada, Instruction visant le personnel (IP) N° SUR-002, *Programme de surveillance accrue* (Edition 03, 2 décembre 2013).

Selon l'IP SUR-002, les objectifs de la surveillance accrue sont doubles :

- (a) l'entreprise doit concevoir et mettre en place des mesures pour faire face aux cas de non-conformité, en veillant au respect des règlements durant et après la durée de la SA;
- (b) TCAC doit examiner en profondeur les systèmes de l'entreprise, en se livrant à des activités de surveillance accrue de la réglementation, pour confirmer la capacité de l'entreprise à se conformer aux règlements applicables⁵⁶.

De plus, l'IP SUR-004 de TC comprend la mention suivante :

Une surveillance renforcée devrait être effectuée lorsqu'une présence accrue de TCAC est requise à la lumière du degré de conformité de l'entreprise et/ou de son bilan de sécurité afin d'assurer ce qui suit :

- (a) rétablir l'état de conformité de l'entreprise avec les exigences réglementaires;
- (b) s'assurer que l'entreprise peut adéquatement maintenir la conformité avec ces exigences réglementaires.⁵⁷

1.18.4.3 Surveillance accrue d'Exploits Valley Air Services

En avril 2014, TC avait informé EVAS qu'elle faisait l'objet d'une SA en raison des défaillances systémiques constatées pendant une inspection de validation de programme (IVP) effectuée en janvier 2014.

L'IVP de janvier 2014 avait pour objectif d'évaluer le programme d'assurance de la qualité (AQ) d'EVAS pour confirmer son niveau de conformité au RAC et sa capacité de maintenir cette conformité. TC avait effectué 12 constatations : 6 mineures⁵⁸, 2 modérées⁵⁹ et 4 majeures⁶⁰.

⁵⁶ Ibid.

⁵⁷ Transports Canada, Circulaire d'information (CI) N° SUR-004, *Programme de surveillance de l'Aviation civile* (Edition 01, 19 novembre 2015).

⁵⁸ Une constatation est considérée comme étant mineure lorsqu'une activité de surveillance a indiqué que le secteur faisant l'objet de la surveillance a été maintenu et s'est avéré efficace, mais qu'il faut toutefois y apporter des améliorations administratives (Source : Transports Canada SI SUR-001).

⁵⁹ Une constatation est considérée comme étant modérée lorsqu'une activité de surveillance a indiqué que le secteur faisant l'objet de la surveillance n'a pas été complètement maintenu et que des exemples de non-conformité indiquent qu'il n'est pas complètement efficace. Toutefois, l'entreprise a clairement démontré sa capacité de mener l'activité et une simple modification à son processus devrait permettre de résoudre le problème (Source : Transports Canada SI SUR-001).

⁶⁰ Une constatation est considérée comme étant majeure lorsqu'une activité de surveillance a indiqué que le secteur faisant l'objet de la surveillance n'a pas été établi ni maintenu et qu'il n'est ni respecté ni efficace, et qu'une défaillance systémique est manifeste. Généralement, une constatation majeure nécessite une mesure corrective plus rigoureuse et longue qu'une constatation mineure ou modérée (Source : Transports Canada SI SUR-001).

Après avoir reçu les PMC de l'entreprise concernant ces constatations, TC devait effectuer une inspection sur place pour s'assurer que EVAS avait mis en œuvre les dispositions de ces PMC et avait pris les mesures correctives nécessaires pour assurer une conformité continue.

TC avait effectué sa première inspection sur place en juin 2014. TC avait constaté que 4 des PMC étaient inacceptables et devaient être révisés. Il avait aussi effectué 2 nouvelles constatations devant faire l'objet d'un PMC.

TC avait effectué une deuxième inspection sur place en septembre 2014. Lors de cette inspection, TC avait constaté qu'un PMC précédemment accepté par TC n'était plus acceptable et que l'entreprise avait contrevenu à l'article 605.94 du RAC⁶¹. TC avait rétabli la constatation originale et émis une nouvelle constatation.

En janvier 2015, TC avait effectué une autre inspection qui avait généré 5 nouvelles constatations. L'IVP mettant fin à la SA⁶² devait avoir lieu à la fin d'avril 2015 ou au début de mai 2015.

Au cours de l'inspection de mai 2015, TC avait indiqué que 1 PMC était toujours en suspens. TC avait effectué une nouvelle constatation semblable à la lacune décelée dans une constatation de l'IVP de janvier 2014.

En juin 2015, TC avait effectué une inspection et a constaté d'autres non-conformités dans les domaines suivants :

- programme d'AQ;
- calendrier d'entretien;
- programme de formation;
- culture de l'organisation.

En octobre 2015, TC avait effectué une inspection pour vérifier les résultats des PMC en suspens, et avait fait 2 nouvelles constatations.

En novembre 2015, TC avait avisé EVAS qu'elle avait mis en œuvre ses PMC de manière satisfaisante et a mis un terme à la SA.

Pendant tout ce processus, EVAS avait défini dans ses PMC les causes fondamentales de la non-conformité à la réglementation, dont ce qui suit :

- L'entreprise connaissait une expansion rapide. La direction se concentrait sur cette expansion et n'attribuait pas suffisamment de ressources pour assurer la surveillance adéquate des opérations actuelles de l'entreprise.

⁶¹ L'alinéa 605.94(1) du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) stipule qu'une personne responsable doit consigner des éléments précis dans le carnet de bord dans un délai prescrit.

⁶² Transports Canada, *Instruction visant le personnel SUR-002, Programme de surveillance accrue*, (version 03, 2 décembre 2013), section 11 sur la surveillance accrue à la suite de l'inspection de validation du programme (IVP).

- Les directeurs ne portaient pas une attention adéquate aux exigences opérationnelles relatives aux activités quotidiennes.
- La haute direction n'exerçait pas la surveillance nécessaire pour s'assurer que les directeurs accomplissaient efficacement leurs tâches.
- La structure hiérarchique n'était pas clairement définie.
- Les pratiques de vérification actuelles de l'entreprise étaient inadéquates et/ou l'entreprise effectuait trop peu de vérifications pour constater les lacunes cernées par TC.

1.18.4.4 Surveillance supplémentaire d'EVAS

En plus d'effectuer la surveillance du programme d'AQ de l'exploitant, TC surveillait aussi d'autres secteurs opérationnels.

En août 2014, TC avait effectué des inspections en vol à bord de 4 vols prévus d'EVAS. TC avait effectué 2 constatations et avait accepté les PMC connexes. En janvier 2015, TC avait recensé 4 autres constatations pendant une inspection de suivi. TC avait ensuite refusé les PMC de ces 4 constatations, principalement car ils ne remédiaient pas efficacement aux constatations ou ne satisfaisaient pas aux exigences de la CI SUR-002. TC avait accepté les PMC suivants.

En octobre 2015, TC avait effectué une IVP portant sur 2 aspects des activités d'EVAS, soit :

- les responsabilités du chef instructeur de vol et le contrôle opérationnel dont il fait l'objet;
- le contrôle opérationnel de l'entreprise.

TC avait effectué 9 constatations : 2 mineures, 3 modérées et 4 majeures.

En plus du processus de PMC, TC avait indiqué à l'exploitant qu'il envisageait la prise de mesures d'application de la loi pour 3 des constatations majeures. TC avait rejeté 7 des 9 PMC, principalement parce qu'ils ne satisfaisaient pas aux exigences de la CI SUR-002. TC avait accepté 5 des PMC en février 2016. Au moment de l'événement à l'étude, 2 PMC relatifs à des constatations mineures étaient en suspens.

1.18.5 Culture de sécurité organisationnelle

D'après l'OACI :

La culture de l'organisation fixe les limites de performance acceptées de la direction et de l'exploitation en établissant les normes et les limites. La culture organisationnelle est donc une pierre angulaire, pour la prise de décision au niveau des dirigeants aussi bien que des employés⁶³.

⁶³ Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), document 9859, *Manuel de gestion de la sécurité* (MGS), Troisième édition (2013), chapitre 2, alinéa 2.6.5.

Une culture de sécurité a des répercussions sur toutes les parties d'une organisation et se caractérise par des initiatives proactives d'identification et de gestion des risques, l'engagement de la direction, et la mise en application de politiques et de procédures claires. Les décisions, les actions et les comportements de la direction et des employés sont des indicateurs de la culture de sécurité d'une organisation.

L'OACI décrit le rôle des gestionnaires dans la création d'une culture de sécurité organisationnelle positive de la manière suivante :

Les personnes qui sont le mieux à même de prévenir les accidents en éliminant les risques inacceptables sont celles qui peuvent introduire des changements dans l'organisation, sa structure, sa culture d'entreprise, ses politiques, ses procédures, etc. Nul n'est mieux placé que les dirigeants pour introduire de tels changements⁶⁴.

Les organisations doivent établir l'équilibre entre la sécurité et la production en assurant la gestion des risques pour leur exploitation. La réalité au sein d'un grand nombre d'organisations est que des préoccupations liées à la production et à l'exploitation peuvent parfois sembler plus pressantes que la sécurité.

L'approche traditionnelle à l'égard de la gestion de la sécurité est fondée sur la conformité aux règlements et une réponse réactive aux incidents et aux accidents. Les organisations qui ne font que se conformer aux normes établies par les règlements ne sont pas bien placées pour cerner les problèmes de sécurité émergents.

D'après le *Manuel de gestion de la sécurité* de l'OACI :

À mesure que l'activité aérienne à l'échelle mondiale continue de prendre de l'ampleur et devient plus complexe, [...] les méthodes traditionnelles de réduction des risques pour la sécurité à un niveau acceptable [perdent] en efficacité et en efficacité. Il est nécessaire d'adopter des méthodes différentes et évoluées pour comprendre et gérer la sécurité⁶⁵.

De plus, le rapport d'enquête aéronautique A07A0134 du BST comprend le résumé suivant :

Les pratiques modernes de gestion de la sécurité favorisent une recherche proactive des dangers, une identification des risques et l'adoption des meilleurs moyens de défense pour réduire les risques à un niveau acceptable. Ces principes doivent être enracinés dans la gestion de l'entreprise de façon à ce que les politiques, la planification, les procédures et la mesure des performances soient intégrées dans les opérations quotidiennes.

⁶⁴ Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), document 9683, *Manuel d'instruction sur les facteurs humains* (2008), cité dans le document 9824 de l'OACI, *Manuel de lignes directrices sur les facteurs humains en maintenance d'aéronefs*, 1^{re} édition (2003), chapitre 1, paragraphe 1.4.4.

⁶⁵ Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), document 9859, *Manuel de gestion de la sécurité* (MGS), Deuxième édition (2009), chapitre 3, paragraphe 3.6.1.

1.18.6 Liste de surveillance du BST

La Liste de surveillance du BST énumère les principaux enjeux de sécurité qu'il faut s'employer à régler pour rendre le système de transport canadien encore plus sûr.

La gestion de la sécurité et la surveillance figurent sur la Liste de surveillance 2016. Certaines entreprises de transport ne gèrent pas leurs risques en matière de sécurité de façon efficace, et bon nombre d'entre elles ne sont pas tenues d'avoir des processus de gestion de la sécurité officiels en place. La surveillance et l'intervention de Transports Canada ne se sont pas toujours avérées efficaces pour provoquer des changements dans les pratiques d'exploitation non sécuritaires des entreprises.

Toutes les entreprises de transport sont responsables de la gestion des risques pour la sécurité de leur exploitation.

Certaines entreprises estiment que le niveau de sécurité est adéquat tant qu'elles se conforment à la réglementation, mais cette dernière ne peut, à elle seule, prévoir tous les risques spécifiques d'une activité. C'est la raison pour laquelle le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a maintes fois souligné les avantages des systèmes de gestion de la sécurité (SGS), qui sont des cadres reconnus à l'échelle internationale qui permettent aux entreprises de gérer efficacement les risques et de rendre leur exploitation plus sécuritaire.

Le SGS figure sur la Liste de surveillance du BST depuis 2010. Depuis, il n'y a eu aucun progrès pour généraliser l'usage des SGS à une palette élargie d'entreprises.

1.18.7 Prise de décisions du pilote

La prise de décisions du pilote désigne le fait de faire le bon choix au bon moment et d'éviter les circonstances qui pourraient entraîner des choix difficiles. De nombreuses décisions sont prises au sol, et une décision bien éclairée avant un vol écarte la nécessité de prendre une décision beaucoup plus difficile en vol.

Un élément important de prise de décisions du pilote est une bonne conscience situationnelle, ce qui nécessite que le pilote fasse cadrer la réalité d'une situation avec ses attentes. Une prise de décisions du pilote inadéquate ou inefficace peut entraîner l'exploitation d'un aéronef au-delà de ses capacités ou des capacités du pilote.

La gestion de la sécurité et la surveillance resteront sur la Liste de surveillance du BST jusqu'à ce que :

- Transports Canada mette en œuvre des règlements obligeant tous les exploitants des secteurs du transport commercial aérien et maritime à adopter des processus de gestion de la sécurité officiels et supervise efficacement ces processus;
- les entreprises de transport qui possèdent un système de gestion de la sécurité démontrent qu'il fonctionne bien, c'est-à-dire qu'il permet de déceler les risques et que des mesures de réduction des risques efficaces sont mises en œuvre;
- Transports Canada intervienne lorsque des entreprises de transport ne peuvent assurer efficacement la gestion de la sécurité et le fasse de façon à corriger les pratiques d'exploitation jugées non sécuritaires.

Les pilotes d'EVAS recevaient de la formation sur la prise de décision du pilote (PDM) pendant leur formation au sol, leur formation sur simulateur de vol et leur entraînement en ligne. Tout au long du processus de formation, EVAS présentait des scénarios aux pilotes et évaluait leurs capacités de prise de décisions.

1.18.8 *Gestion des ressources de l'équipage*

À l'heure actuelle, une formation en CRM n'est requise que pour les transporteurs commerciaux régis par la sous-partie 705 du RAC; elle ne l'est pas pour les exploitants régis par les sous-parties 703 et 704 du RAC.

EVAS avait offert de la formation en CRM à certains de ses pilotes en avril 2013 même si elle n'avait pas l'obligation de le faire. Toutefois, les membres de l'équipage de conduite en cause ne travaillaient pas pour EVAS à ce moment, et n'avaient pas suivi cette formation.

La CRM est un système de gestion qui permet l'utilisation optimale de toutes les ressources disponibles, y compris l'équipement, les procédures et les personnes, pour promouvoir la sécurité et accroître l'efficacité des opérations aériennes. Selon l'OACI, la formation en CRM vise fondamentalement à « améliorer la sécurité aérienne grâce à une utilisation efficace de stratégies de gestion des erreurs dans les domaines d'influence individuelle aussi bien que systématique⁶⁶, » d'où sa proposition d'intégration de la gestion des menaces et des erreurs (TEM) à la CRM.

Une formation en CRM moderne et bien conçue porte sur la TEM, comprend un cadre conceptuel relatif aux opérations aériennes et au rendement des personnes, et peut être utilisée dans différents contextes, y compris dans le poste de pilotage et dans le cadre d'enquêtes sur des événements. Les 3 éléments de base de la TEM sont les menaces, les erreurs et les états indésirables des aéronefs⁶⁷.

Chaque vol comprend des dangers que l'équipage doit gérer. Ces dangers, que l'on appelle menaces, augmentent les risques en vol et comprennent les pistes courtes et les aérodromes inconnus. Si les membres d'équipage ont la possibilité de gérer la menace, la gestion efficace du danger débouchera sur une issue positive sans conséquence fâcheuse (les membres d'équipage prennent les mesures pour atténuer la menace). Par contre, une mauvaise gestion de la menace peut amener l'équipage à commettre une erreur qu'il devra aussi gérer. La mauvaise gestion d'une erreur de l'équipage peut donner lieu à une situation indésirable et mener à un accident. Dans tous les cas, la gestion efficace de la situation par l'équipage (p. ex., une remise des gaz) permet d'atténuer le risque, et la situation demeure alors sans conséquence.

⁶⁶ OACI, Manuel d'instruction sur les facteurs humains, 1^{re} édition (1998), p. 2-2-8.

⁶⁷ A. Merritt et J. Klinect, *Defensive Flying for Pilots: An Introduction to Threat and Error Management*, The University of Texas Human Factors Research Project: The LOSA Collaborative, Austin, Texas, 2006.

Les comportements de l'équipage les plus courants cités dans la bonne gestion des erreurs sont la vigilance ainsi que la demande de renseignements et l'assertivité de la part du membre d'équipage. Même si des menaces et des erreurs sont présentes dans la plupart des segments de vol, elles sont rarement accompagnées de conséquences graves, car l'équipage les gère efficacement. Une bonne gestion des risques dans le poste de pilotage est intrinsèquement liée à une bonne CRM.

En 2009, suite à son enquête sur une collision avec le relief survenue à Sandy Bay (Saskatchewan) en janvier 2007 (rapport d'enquête aéronautique A07C0001 du BST), le Bureau a conclu qu'une CRM inefficace avait été un facteur dans l'accident. En conséquence, le Bureau a recommandé ce qui suit :

le ministère des Transports oblige les exploitants aériens commerciaux à dispenser une formation en gestion des ressources de l'équipage (CRM) aux pilotes d'un taxi aérien relevant du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) 703 ou d'un service aérien de navette relevant du RAC 704.

Recommandation A09-02 du BST

Dans ses réponses à la recommandation A09-02, TC avait élaboré des normes de formation en CRM à l'intention des exploitants aériens commerciaux régis par les sous-parties 703 et 704 du RAC. À l'heure actuelle, ces normes ont fait l'objet d'un avis de proposition de modification (APM). On avait présenté l'APM révisé le 9 mai 2016, et on avait permis aux différentes parties prenantes d'émettre des commentaires jusqu'au 9 juin 2016⁶⁸.

À la suite du traitement des commentaires reçus, TC a l'intention d'aller de l'avant avec la mise en œuvre de la formation en CRM pour les exploitants et de la rendre obligatoire aux équipages de conduite et de cabine, aux agents d'opérations et au personnel d'entretien associé à l'exploitation d'aéronefs.

Le Bureau se réjouit de l'aboutissement prochain des mesures prises relativement à cette recommandation. Les mesures proposées devraient considérablement réduire ou éliminer la lacune de sécurité signalée par le BST dans la recommandation A09-02. Tant que ces normes ne seront pas modifiées et entièrement appliquées, cette lacune de sécurité perdurera. Le Bureau estime que la réponse dénote une intention satisfaisante.

Dans l'APM, on recommande d'offrir une formation en CRM chaque année et de mettre l'accent sur la TEM et d'autres éléments, par exemple, la prise de décisions.

Si la formation moderne en gestion des ressources de l'équipage n'est pas une exigence réglementaire, il est moins probable qu'elle soit offerte par les exploitants, et les pilotes peuvent ne pas être tout à fait préparés à reconnaître et à atténuer les dangers qui se présentent à eux pendant un vol.

⁶⁸ Transports Canada, Système de rapport des activités du Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne (CCRAC), Avis de proposition de modification 2014-021, *Gestion des ressources de l'équipage* (19 février 2016).

1.18.9 *La tendance à s'en tenir au plan*

La tendance à s'en tenir au plan est décrite comme [traduction] « une tendance profondément enracinée des gens à poursuivre leur plan d'action initial même quand un changement de situation justifie l'adoption d'un nouveau plan ⁶⁹ ». Une fois qu'un plan a été établi et mis en œuvre, il devient plus difficile de reconnaître des stimuli ou des conditions dans l'environnement comme étant des indices de changement que lorsqu'aucun plan n'est établi. Pour qu'un pilote reconnaisse qu'un changement de plan s'impose et réagisse à temps, il doit percevoir la condition ou le stimulus comme étant suffisamment important pour qu'il intervienne immédiatement.

1.19 *Techniques d'enquête utiles ou efficaces*

Sans objet.

⁶⁹ Benjamin A. Berman et R. Key Dismukes, « Pressing the Approach », *Aviation Safety World* (décembre 2006).

2.0 *Analyse*

Rien n'a indiqué qu'un composant ou un système de l'aéronef était défectueux pendant le vol à l'étude, et l'on considère que la fatigue n'a pas été un facteur contributif. L'analyse portera sur la prise de décision par le pilote relativement à l'atterrissage et à la gestion de la sécurité de l'exploitant (y compris la culture et les pratiques de sécurité).

2.1 *Atterrissage*

Avant le départ, après avoir obtenu les bulletins d'information météorologique, le commandant de bord a discuté avec le directeur des opérations intérimaire et le pilote en chef de l'entreprise. Ces discussions ont principalement porté sur la logistique d'un déroutement et sur des problèmes opérationnels liés au chargement de l'aéronef. Les risques potentiels liés aux vents et à la poudrierie n'ont pas suscité de préoccupations chez l'équipage.

Même si la visibilité signalée au moment de l'arrivée était inférieure à la visibilité minimale requise pour tenter l'approche, le commandant de bord croyait que la visibilité s'améliorerait et serait suffisante pour que l'on effectue l'approche. Même si la visibilité ne s'améliorait pas, l'équipage avait prévu un aéroport de déroutement adéquat auquel il pouvait se rendre.

En raison des conditions météorologiques anticipées, le premier officier (P/O) a décidé, en cours de route, de transférer les commandes de l'aéronef au commandant de bord au moment de l'approche. Pendant le vol, la visibilité s'est améliorée pour atteindre la visibilité nécessaire pour effectuer l'approche, et l'équipage a décidé de poursuivre l'atterrissage.

En raison de la poudrierie, l'équipage avait de la difficulté à repérer les marques de l'axe de piste, et cette poudrierie réduisait les repères visuels s'offrant au commandant de bord. La situation était exacerbée par l'absence de feux d'axe de piste et par une possible illusion visuelle causée par la poudrierie. Ni l'un ni l'autre des pilotes n'avait envisagé que la combinaison de vents traversiers, de poudrierie et d'un atterrissage de nuit avec visibilité réduite sur une piste dépourvue de feux d'axe de piste constituait un danger qui pouvait poser des risques supplémentaires.

Pendant l'arrondi, le commandant de bord a demandé au P/O d'annoncer l'altitude au-dessus du sol pour l'aider à établir la position de l'aéronef. En raison des vents traversiers et des rafales, l'aéronef a dérivé vers la droite sans que l'équipage ne s'en rende compte. Il est probable que le commandant de bord a eu de la difficulté à établir la position de l'aéronef pendant l'arrondi. L'équipage ne savait pas à quelle distance à droite de l'axe de piste se trouvait l'aéronef, et n'a pas corrigé la trajectoire avant le poser des roues.

En l'absence d'éléments déclencheurs importants, la tendance à s'en tenir au plan incite les équipages de conduite à ne pas dévier de leur plan original (dans le cas présent, l'équipage a effectué l'atterrissage au lieu d'effectuer une remise des gaz). Dans l'événement à l'étude, aucun facteur particulièrement important n'avait incité l'équipage de conduite à réévaluer

son plan d'action initial. La décision de l'équipage de conduite de poursuivre l'approche est caractéristique de la tendance à s'en tenir au plan.

Pendant l'atterrissage, le train d'atterrissage avant a heurté un andain de neige compactée, ce qui a causé l'affaissement du train d'atterrissage avant.

2.2 *Limites de vents traversiers*

À l'exception de la composante maximale de vents traversiers démontrée qui est définie dans le manuel d'utilisation de l'aéronef du B1900D, l'exploitant n'avait pas de politique interne sur les limites de vents traversiers et s'appuyait sur la décision de ses pilotes à ce sujet. Si les exploitants n'établissent pas de limites de vents traversiers, les pilotes risquent d'effectuer un atterrissage par des vents traversiers qui dépassent leurs capacités, ce qui peut compromettre la sécurité du vol.

2.3 *Gestion de la sécurité de l'exploitant*

Une gestion efficace de la sécurité dépend notamment de la culture de sécurité d'une entreprise, laquelle reflète l'attitude et le comportement de la direction de l'entreprise.

L'approche traditionnelle de la gestion de la sécurité s'est avérée inefficace dans l'identification des dangers éventuels et des risques connexes. Les organisations qui se conforment aux normes minimales et qui adoptent une approche traditionnelle de la gestion de la sécurité ne sont pas bien placées pour relever les nouveaux problèmes en matière de sécurité. Dans le contexte de l'aviation d'aujourd'hui, il faut intégrer des pratiques de gestion de la sécurité modernes au système de gestion de l'organisation, de façon à ce que la gestion de la sécurité fasse partie intégrante des activités quotidiennes.

Au cours d'une enquête⁷⁰ effectuée en 2011 sur un événement mettant en cause Exploits Valley Air Services (EVAS), le BST avait noté que l'entreprise ne cernait pas de manière proactive les dangers potentiels pour la sécurité, et employait une approche réactive traditionnelle de la gestion de la sécurité. Au moment de l'événement de 2011, la direction se concentrait sur des priorités opérationnelles. À la fin de cette enquête, rien n'indiquait que l'entreprise avait pris des mesures concernant sa culture de sécurité.

Au moment de l'événement de 2016, EVAS avait nommé un directeur à temps partiel du programme de gestion de la sécurité qui avait reçu une formation limitée et informelle et qui ne mettait l'accent que sur quelques-unes des responsabilités liées au poste.

Après l'événement de 2016, le comité sur la sécurité aérienne (FSC) n'a pas organisé de réunion spéciale pour enquêter sur les circonstances de cet événement et recommander des mesures correctives.

⁷⁰ Rapport d'enquête A11A0101 du BST.

En réponse aux constatations effectuées par Transports Canada (TC) pendant des inspections, les directeurs n'ont pas porté une attention suffisante aux exigences liées aux activités quotidiennes, la haute direction ne s'est pas assurée que les directeurs accomplissaient leurs tâches, et l'entreprise a employé des pratiques de vérification inadéquates.

Dans le cadre du processus de surveillance accrue, TC a effectué de nouvelles constatations et/ou a rejeté des plans de mesures correctives chaque fois qu'il a effectué une inspection, car ces plans ne comportaient pas les mesures correctives nécessaires pour assurer une conformité continue. EVAS avait indiqué qu'elle se concentrait sur son expansion pendant cette période et que par conséquent, la direction ne s'était pas penchée sur l'évaluation nécessaire des priorités et de l'attribution des ressources pour faire en sorte que les activités actuelles fassent l'objet d'une surveillance adéquate.

Cette situation laisse entendre que la culture de sécurité de l'exploitant était semblable à ce qui avait été observé en 2011.

Au moment de l'événement à l'étude, ni Air Canada ni TC n'exigeaient d'EVAS qu'elle se conforme à des exigences en matière de système de gestion de la sécurité. L'entreprise ne satisfaisait donc pas à certaines exigences en matière de vérification de la sécurité de l'exploitation aérienne (IOSA) de l'Association du transport aérien international (IATA).

Si les organisations n'adoptent pas de pratiques de gestion de la sécurité modernes et ne possèdent pas une culture de sécurité bien ancrée, il y a un risque accru que les dangers ne soient pas détectés et atténués.

2.4 Radiobalise de repérage d'urgence

La radiobalise de repérage d'urgence (ELT) ne s'est pas déclenchée automatiquement, car les forces d'impact vers l'avant qu'elle a subies n'étaient pas suffisantes. Toutefois, l'examen de l'interrupteur à force g a permis de constater qu'il présentait une condition connue, c'est-à-dire l'accumulation de résidus causés par l'usure entre la bille et les surfaces du boîtier, qui en a causé le blocage.

Le *Règlement de l'aviation canadien* et le fabricant de l'ELT exigent la vérification de l'interrupteur à force g pour en assurer le bon fonctionnement. Le fabricant de l'ELT indique que cette vérification doit être effectuée selon la méthode du « lancer de ballon de football ». Toutefois, on n'indiquait pas le nombre de « lancers de ballon de football » devant être effectués dans les procédures d'inspection à suivre dans le cadre de l'entretien périodique.

Si un fabricant n'indique pas clairement le nombre de « lancers de ballon de football » à effectuer, un exploitant peut répéter le lancer jusqu'à ce que l'interrupteur à force g se déclenche. On a constaté que l'interrupteur à force g se déclenchait de manière intermittente pendant les nombreux « lancers de ballon de football » effectués dans le cadre de l'enquête sur l'événement à l'étude. Une fois que cet interrupteur s'était déclenché, on considérait que l'ELT était utilisable et qu'elle pouvait demeurer en service.

Lorsqu'on vérifie le système d'activation automatique d'une ELT, le blocage de l'interrupteur à force g peut passer inaperçu s'il est nécessaire d'effectuer plus de 1 « lancer de ballon de football » pour activer l'ELT. Par conséquent, l'ELT peut ne pas s'activer pendant un accident, ce qui peut retarder les opérations de recherche et sauvetage et exposer l'équipage et les passagers à des risques accrus de blessures ou de décès.

3.0 *Faits établis*

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

1. Ni l'un ni l'autre des pilotes n'avait envisagé que la combinaison de vents traversiers, de poudrierie et d'un atterrissage de nuit avec visibilité réduite sur une piste dépourvue de feux d'axe de piste constituait un danger qui pouvait poser des risques supplémentaires.
2. En raison de la poudrierie, l'équipage avait de la difficulté à repérer les marques de l'axe de piste, et cette poudrierie réduisait les repères visuels s'offrant au commandant de bord. La situation était exacerbée par l'absence de feux d'axe de piste et par une possible illusion visuelle causée par la poudrierie.
3. En raison des vents traversiers et des rafales, l'aéronef a dérivé vers la droite pendant l'arrondi sans que l'équipage ne s'en rende compte.
4. Il est probable que le commandant de bord a eu de la difficulté à établir la position de l'aéronef pendant l'arrondi.
5. La décision de l'équipage de conduite de poursuivre l'approche est caractéristique de la tendance à s'en tenir au plan.
6. Pendant l'atterrissage, le train d'atterrissage avant a heurté l'andain de neige compactée sur la piste, ce qui a causé l'affaissement du train d'atterrissage avant.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Si les aéronefs ne sont pas munis d'une radiobalise de repérage d'urgence à fréquence de 406 MHz, les équipages de conduite et les passagers sont exposés à un risque accru de blessures ou de décès en cas d'accident, car l'assistance du personnel de recherche et sauvetage pourrait être retardée.
2. Si les exploitants n'établissent pas de limites de vents traversiers, il existe un risque que des pilotes effectuent un atterrissage par des vents traversiers qui dépassent leurs capacités, ce qui pourrait compromettre la sécurité du vol.
3. Si les pales d'une hélice en matériau composite heurtent un objet et se rompent, puis heurtent ou pénètrent la cabine, il y a un risque de blessure ou de mort pour les personnes prenant place dans le plan de rotation des hélices.
4. Si la formation moderne en gestion des ressources de l'équipage n'est pas une exigence réglementaire, il est moins probable qu'elle soit offerte par les exploitants, et les pilotes peuvent ne pas être tout à fait préparés à reconnaître et à atténuer les dangers qui se présentent à eux pendant un vol.

5. Si les organisations n'adoptent pas des pratiques de gestion de la sécurité modernes et ne possèdent pas une culture de sécurité bien ancrée, il y a un risque accru que des dangers ne soient pas détectés et atténués.
6. Lorsqu'on vérifie le système d'activation automatique d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT), le blocage de l'interrupteur à force g peut passer inaperçu s'il est nécessaire d'effectuer plus de 1 « lancer de ballon de football » pour activer l'ELT. Par conséquent, l'ELT peut ne pas s'activer pendant un accident, ce qui peut retarder les opérations de recherche et sauvetage et exposer l'équipage et les passagers à des risques accrus de blessures ou de décès.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures de sécurité prises*

4.1.1 *Administration de l'aéroport international de Gander*

L'administration de l'aéroport international de Gander a entreposé des couvertures dans son aérogare, qui s'ajoutent aux couvertures qu'elle conservait déjà dans sa remorque d'intervention d'urgence. L'administration de l'aéroport international de Gander a mis à jour la liste des coordonnées de son centre de coordination d'urgence pour y ajouter Allied Aviation, une entreprise de services d'escale.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 13 septembre 2017. Le rapport a été officiellement publié le 27 septembre 2017.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.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.