

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ÉVÉNEMENT AÉRONAUTIQUE

APPROCHE NON STABILISÉE/ATTERRISSAGE DUR

ALBERTA CITYLINK
JETSTREAM 31 DE BRITISH AEROSPACE C-FBIE
LLOYDMINSTER (ALBERTA)
20 JANVIER 1998

RAPPORT NUMÉRO A98W0011

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

Rapport d'enquête sur événement aéronautique

Approche non stabilisée/atterrissage dur

Alberta Citylink

Jetstream 31 de British Aerospace C-FBIE

Lloydminster (Alberta)

20 janvier 1998

Rapport numéro A98W0011

Sommaire

À 17 h, heure normale des Rocheuses (HNR), le Jetstream 31 de British Aerospace immatriculé C-FBIE et portant le numéro de série 815 assurant le vol à horaire fixe 933 d'Alberta Citylink a décollé de Calgary à destination de Lloydminster (Alberta) avec à son bord deux pilotes, 13 passagers et 250 livres de fret et de bagages. Une approche de non-précision a été effectuée sur la piste 25 au moyen d'un radio compas automatique. Le premier officier a effectué l'approche et lorsque les abords de la piste ont été en vue, le commandant a pris les commandes, il a demandé 35 degrés de volets et il a amorcé la descente finale vers la piste. Au toucher des roues, le train principal gauche s'est affaissé et les deux hélices ont frappé la surface de la piste. L'appareil a glissé sur la soute ventrale le long de la piste sur environ 1 800 pieds. Lorsque son aile gauche est entrée en contact avec la neige se trouvant sur le bord de la piste, il a pivoté d'environ 160 degrés. Les passagers et les membres de l'équipage ont évacué l'appareil par l'issue de secours d'aile. Il n'y a eu ni incendie ni blessés.

Le Bureau a établi qu'une approche non stabilisée avait entraîné un atterrissage dur parce que le commandant avait modifié la configuration de l'appareil et que la forte vitesse verticale de descente n'avait pas été annulée avant la prise de contact avec la piste. La réduction de la puissance moteur jusqu'au ralenti vol, le givre sur la cellule et le temps disponible pour la descente finale ont contribué à la forte vitesse verticale de descente de l'appareil. Le mouvement de gauche à droite de l'appareil a contribué aux dommages subis à l'atterrissage.

This report is also available in English.

Table des matières

1.0	Renseignements de base.....	2
1.1	Déroulement du vol	2
1.2	Victimes.....	3
1.3	Dommmages à l'aéronef	3
1.4	Autres dommmages	3
1.5	Renseignements sur le personnel	3
1.5.1	Généralités	3
1.5.2	Expérience du commandant.....	4
1.5.3	Expérience du premier officier	4
1.5.4	Composition de l'équipage	4
1.6	Renseignements sur l'aéronef	4
1.6.1	Généralités.....	4
1.6.2	Aéronef.....	5
1.6.3	Destructeurs de portance des volet	5
1.7	Renseignements météorologiques	5
1.8	Aides à la navigation	6
1.9	Télécommunications.....	6
1.10	Renseignements sur l'aérodrome	6
1.11	Enregistreurs de bord	6
1.11.1	Généralités.....	6
1.11.2	Renseignements enregistrés.....	6
1.12	Renseignements sur l'épave et sur l'impact	7
1.13	Renseignements médicaux.....	7
1.14	Incendie	8
1.15	Questions relatives à la survie des occupants.....	8
1.15.1	Évacuation de l'aéronef.....	8
1.15.2	Intervention d'urgence.....	8

1.16	Essais et recherches.....	8
1.17	Renseignements sur les organismes et la gestion	8
1.17.1	Formation donnée par la compagnie	9
1.17.2	Renseignements se trouvant dans les manuels	9
1.17.3	Période en service	9
1.17.4	Roulement des effectifs.....	9
1.18	Renseignements supplémentaires	10
1.18.1	Renseignements se trouvant dans le manuel de vol	10
1.18.2	Approche stabilisée.....	11
2.0	Analyse.....	14
2.1	Introduction	14
2.2	L'approche.....	14
2.2.1	Généralités.....	14
2.2.2	Décision d'atterrir du commandant.....	14
2.2.3	Mesures prises par le premier officier	15
2.2.4	Période en service	15
2.3	Intervention d'urgence.....	15
2.4	Givre sur la cellule	16
3.0	Conclusions	17
3.1	Faits établis	17
3.2	Causes.....	17
	Annexe A - Tracé de l'approche et de l'atterrissage.....	19
	Annexe B - Liste de rapports pertinents.....	21
	Annexe C - Glossaire.....	22

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroutement du vol

À 17 h, heure normale des Rocheuses (HNR)¹, le Jetstream 31 de British Aerospace immatriculé C-FBIE et portant le numéro de série 815 assurant le vol à horaire fixe 933 d'Alberta Citylink a décollé de Calgary à destination de Lloydminster (Alberta) avec à son bord deux pilotes, 13 passagers et 250 livres de fret et de bagages.

L'équipage avait prévu une approche de non-précision au radio compas automatique (ADF)² sur la piste 25 de Lloydminster. Le plafond était couvert à 400 pieds, la visibilité de 5 milles terrestres (sm) dans de la poudrière et du brouillard et un vent de 7 noeuds soufflait du 110 degrés vrai. Alors que l'appareil s'approchait, la station d'information de vol (FSS) a signalé que la visibilité était tombée à 3 sm. L'équipage savait qu'une couche de givre d'environ 1/8 à 1/4 de pouce s'était accumulée sur l'appareil pendant la descente et avait donc prévu un atterrissage avec 20 degrés de volets. Le premier officier effectuait l'approche en place droite, alors que le commandant surveillait les instruments et regardait dehors, afin d'établir le contact visuel avec les abords de la piste. Lorsque l'appareil s'est trouvé à l'altitude minimale de descente (MDA) et que le commandant a aperçu la piste, ce dernier a pris les commandes pour atterrir. L'appareil se trouvait alors au nord du prolongement de l'axe de la piste 25. Les volets ont été sortis à 35 degrés, la puissance a été réduite jusqu'au ralenti vol, un virage a été effectué pour regagner l'axe de la piste et une descente a été amorcée à partir de la MDA. L'appareil est entré en contact avec la piste de façon brutale tout en se déplaçant de gauche à droite. Le train principal gauche s'est alors affaissé. Les deux hélices ont frappé la piste et l'hélice gauche s'est détachée du moteur. L'appareil a glissé sur la soute ventrale le long de la piste sur environ 1 800 pieds. Son aile gauche est entrée en contact avec la neige se trouvant sur le bord de la piste, ce qui a fait pivoter l'appareil d'environ 160 degrés. Ce dernier a été évacué immédiatement après s'être immobilisé. Les occupants sont sortis rapidement par l'issue d'aile droite.

Le spécialiste de la FSS a averti les services d'intervention d'urgence (SIU) tout de suite après l'accident. Le directeur de l'aéroport et les personnes se trouvant à proximité ont réagi immédiatement. Les SIU provenant de Lloydminster sont arrivés environ 17 minutes plus tard. Les occupants de l'appareil ont marché sans aucune aide jusqu'au bâtiment de l'aérogare situé tout proche.

L'appareil a eu un impact violent avec la piste à 53° 18' de latitude Nord et 110° 4' de longitude Ouest, durant les heures d'obscurité, vers 18 h 10 min, et à une altitude de 2 194 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl)³.

¹ Les heures sont exprimées en HNR (temps universel coordonné moins sept heures), sauf indication contraire.

² Voir le glossaire à l'annexe C pour la signification des sigles et abréviations.

³ Les unités correspondent à celles des manuels officiels, des documents et des instructions utilisés et reçus par l'équipage.

1.2 Victimes

	Équipage	Passagers	Tiers	Total
Tués	-	-	-	-
Blessés graves	-	-	-	-
Blessés légers/Indemnes	2	13	-	15
Total	2	13	-	15

1.3 Dommages à l'aéronef

L'aéronef a subi des dommages importants.

1.4 Autres dommages

La piste a subi des dommages mineurs inhérents au contact des extrémités des pales des hélices lors de l'impact, et plusieurs feux de bord de piste ont été sectionnés.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Généralités

	Commandant	Premier officier
Âge	33	22
Licence	ATP	CML
Date d'expiration du certificat de validation	98/11/01	99/01/01
Nombre total d'heures de vol	4 786	1 450
Nombre total d'heures de vol sur type en cause	635	151
Nombre total d'heures de vol dans les 90 derniers jours	136	201
Nombre total d'heures de vol sur type en cause dans les 90 derniers jours	136	151
Nombre d'heures de service avant l'événement	12	12
Nombre d'heures libres avant la prise de service	72	72

1.5.2 *Expérience du commandant*

Le commandant a commencé à travailler pour la compagnie en février 1997 et il est devenu premier officier à bord du Jetstream le 31 mars 1997. Il est passé commandant en octobre 1997. Avant de joindre les rangs d'Alberta Citylink, il avait été commandant de bord sur Piper Navajo et d'autres bimoteurs légers. Il possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol et il détenait un certificat de validation de classe 1 sans restrictions. Une revue des rapports antérieurs de ses vols de vérification de compétence a révélé qu'il satisfaisait aux normes mis à part quelques faiblesses mineures mentionnées lors du compte rendu de vol.

Le commandant n'avait pas piloté depuis le 16 janvier 1998. Il a commencé à travailler le 20 janvier 1998 à 6 h et, ce jour-là, il a volé un total de 6,2 heures.

1.5.3 *Expérience du premier officier*

Le premier officier a commencé à travailler pour la compagnie en mars 1997 comme premier officier sur King Air 100. Il s'est qualifié sur King Air 200 en juillet 1997 et sur Jetstream 31 en octobre 1997. Il possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol en qualité de premier officier et il détenait un certificat de validation de classe 1 sans restrictions. Avant de joindre les rangs d'Alberta Citylink, le premier officier avait travaillé chez un exploitant d'ambulances aériennes et de transport à la demande du nord de l'Alberta.

Le premier officier n'avait pas volé depuis le 16 janvier 1998. Il a pris son service à 6 h le matin du 20 janvier 1998 et il avait volé pendant 6,2 heures avant l'accident.

1.5.4 *Composition de l'équipage*

Le commandant et le premier officier avaient déjà volé ensemble, mais la composition des équipages variait, car de nombreux premiers officiers ayant une double qualification volaient également comme premiers officiers à bord des King Air de la compagnie.

1.6 *Renseignements sur l'aéronef*

1.6.1 *Généralités*

Constructeur	British Aerospace
Type et modèle	Jetstream 3112-01
Année de construction	1988
Numéro de série	815
Certificat de navigabilité	Valide
Nombre total d'heures de vol cellule	16180,1
Type de moteur (nombre)	Garrett TPE 331-10UGR-516H (2)
Type d'hélice (nombre)	McCauley 4HFR34C652J/B-L106LA-0 (2)
Masse maximale autorisée au décollage	15 322 lb
Type(s) de carburant recommandé(s)	Jet A, JetA-1, Jet B
Type de carburant utilisé	Jet A-1

1.6.2 *Aéronef*

L'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. Rien n'indiquait dans les livrets techniques d'entretien qu'il restait des anomalies à corriger reliées aux circonstances entourant l'événement. La masse de l'avion se trouvait dans les limites prescrites et le centre de gravité se situait dans la plage normale.

1.6.3 *Destructeurs de portance des volets*

Les volets peuvent servir de destructeurs de portance pour réduire la distance d'arrêt en augmentant la traînée et le poids sur les roues. Le système de destruction de portance abaisse les volets à 70 degrés à partir de la position maximale sélectionnée qui est de 35 degrés. Ce système entre en fonction si les conditions suivantes sont réunies :

- les volets sont sortis à 35 degrés;
- l'une ou l'autre des manettes des gaz ou les deux sont amenées à une position inférieure à celle correspondant au ralenti vol, ce qui active les microcontacts de la ou des manettes;
- le microcontact de l'amortisseur du train avant a été fermé à l'atterrissage.

1.7 *Renseignements météorologiques*

Les prévisions de région terminale modifiées pour Lloydminster qu'a envoyées par télécopie la FSS de Springbank à la base de Calgary et qui étaient à la disposition de l'équipage avant le départ étaient les suivantes : vents de 6 noeuds à 110 degrés vrai, visibilité de 2 sm dans de la faible neige et du brouillard, et plafond couvert à 400 pieds. Temporairement entre 17 h et 20 h UTC, la visibilité prévue devait être supérieure à 6 sm par dans la faible neige, avec couche de nuages épars à 400 pieds et couvert nuageux à 1 500 pieds. À partir de 20 h UTC, les vents devaient être de 6 noeuds à 110 degrés vrai, la visibilité de 6 sm par une faible neige, avec couche de nuages épars à 800 pieds et un plafond couvert à 2 000 pieds. Temporairement, entre 20 h et 5 h UTC, la visibilité devait diminuer jusqu'à 2 sm dans la faible neige et le brouillard et le plafond couvert devait baisser à 800 pieds.

Les conditions météorologiques transmises à l'équipage par la FSS de Lloydminster avant le début de l'approche étaient les suivantes : vents de 7 noeuds à 110 degrés vrai, visibilité de 5 sm par faible neige et brouillard, température de moins 13 degrés Celsius, point de rosée à moins 12 degrés Celsius et calage altimétrique de 30.00.

Plus tôt dans la journée, le plafond avait baissé à 100 pieds au-dessus du sol (agl) avec une visibilité de ¼ mille dans le brouillard. Pendant la journée, le plafond s'était levé pour donner un ciel couvert à grande altitude, et la visibilité avait augmenté jusqu'à plus de 15 sm. Les couches nuageuses plus basses ont commencé à envahir la région environ une heure avant l'arrivée de l'avion.

1.8 Aides à la navigation

L'aéroport de Lloydminster est muni d'un radiophare non directionnel (NDB) fonctionnant sur une fréquence de 241 kHz ainsi que d'un équipement de mesure de distance (DME) fonctionnant sur une fréquence de 110,75 MHz. Toutes les aides à la navigation au sol fonctionnaient normalement. Aucune panne de l'équipement de réception de l'appareil n'a été signalée.

1.9 Télécommunications

Toutes les télécommunications entre l'appareil et les installations au sol ont été établies et se sont déroulées normalement, et tout l'équipement de télécommunication a fonctionné correctement. L'écoute des bandes des conversations avec la FSS n'a rien révélé d'anormal.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aéroport de Lloydminster est un aéroport municipal certifié comportant une piste principale avec revêtement en dur de 150 pieds de largeur sur 5 577 pieds de longueur. Elle est orientée au 070 degrés/250 degrés magnétique et se trouve à une altitude de 2 194 pieds asl.

1.11 Enregistreurs de bord

1.11.1 Généralités

L'enregistreur de données de vol (FDR) et l'enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) ont été envoyés au Laboratoire technique du BST à des fins d'analyse.

Le CVR était un appareil Loral de modèle A 100 portant le numéro de série 15586. Il a enregistré sur une bande sans fin de 30 minutes les canaux correspondants aux microphones de l'équipage et à un microphone d'ambiance. Les données phoniques provenant de l'équipage ainsi que les télécommunications radio reçues par l'appareil étaient de bonne qualité.

Le FDR était un UFDR Allied Signal de modèle 980-4100-GWXS portant le numéro de série 4514. Il a enregistré la vitesse indiquée, l'altitude barométrique, le cap, l'accélération verticale, l'heure et une indication de déclenchement de la très haute fréquence (VHF). Les données récupérées grâce au FDR étaient de bonne qualité.

1.11.2 Renseignements enregistrés

La plupart des renseignements ci-dessous proviennent de l'analyse du FDR qu'a faite le Laboratoire technique du BST.

Après l'appel de l'équipage au moment du virage conventionnel en rapprochement, la FSS lui a communiqué les plus récentes données sur le vent et la visibilité en surface. Le train d'atterrissage a été sorti et les volets ont été abaissés à 20 degrés lorsque l'appareil s'est stabilisé à la MDA de 2 640 pieds asl, ou 457 pieds agl.

Pendant la séquence de sortie du train et des volets, la vitesse de l'appareil a diminué de 24 noeuds, passant de 138 noeuds à la vitesse V_{ref} de 114 KIAS (annexe A). L'équipage a corrigé la situation en accélérant jusqu'à

144 KIAS. Pendant cette accélération, l'appareil est monté brièvement d'environ 70 pieds, puis il est redescendu à la MDA.

Environ trois milles avant le seuil de piste, et avant l'établissement du contact visuel, l'appareil se trouvait à gauche de la trajectoire de rapprochement. Il y a eu correction vers la droite de la trajectoire, comme le montre l'augmentation de 15 degrés du cap. À l'amorce de la descente finale vers la piste, l'appareil qui volait à 140 KIAS a commencé à décélérer à un rythme initial de 1,5 noeud par seconde. Le commandant a demandé 35 degrés de volets; la vitesse de descente de l'appareil s'est alors mise à augmenter et a atteint un maximum d'environ 1 700 pieds par minute (pi/min), le cap passant brièvement à quelque 230 degrés magnétique; l'orientation de la piste est de 253 degrés. Pendant ce temps, le taux de décélération a augmenté pour atteindre 5 noeuds par seconde au moment de l'atterrissage dur. Le premier officier a annoncé à la radio que l'appareil était en approche finale; l'altitude, la vitesse et le cap enregistrés étant alors de quelque 200 pieds agl, 129 KIAS et 228 degrés, respectivement. Après l'appel en finale, le cap a commencé à augmenter, laissant croire à une correction vers la droite de la trajectoire, et la vitesse de descente a diminué jusqu'à environ 1 200 pi/min. Environ 1½ seconde avant l'atterrissage, le niveau sonore des moteurs et des hélices a augmenté, ce qui indique une augmentation de puissance. La vitesse de descente n'a pu être annulée avant l'impact, ce qui a provoqué un atterrissage dur à une décélération verticale élevée d'environ 2,25 g, à 99 KIAS et à un cap piste d'environ 252 degrés. Le FDR a cessé d'enregistrer environ quatre secondes après le premier contact de l'appareil avec la piste. Le CVR a continué d'enregistrer jusqu'à ce que l'alimentation soit coupée.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

La structure de l'aile et les potences des moteurs faisant partie de l'aile ont été endommagées au moment de l'atterrissage brutal, et le moteur droit a piqué du nez. Les pales d'hélice étaient abrasées et recourbées vers l'arrière et l'hélice de gauche était détachée du réducteur. Les volets étaient endommagés et déplacés. La soute à bagages ventrale de l'appareil était déformée. Les ergots de fixation du train principal gauche étaient arrachés et le support de la jambe de force du train principal droit était cassé. Le train principal gauche s'était affaissé; l'appareil reposait sur la soute ventrale et le train principal droit endommagé. Le tube coulissant du train principal gauche a été plié. Le pneu gauche présentait des coupures et s'était dégonflé à cause du contact de la jante sur la piste à l'impact. Le type de dommages qu'a subi le train principal correspondait à la dérive de l'appareil vers la droite à l'impact. Les ergots de fixation du train principal gauche arrachés et le support de la jambe de force du train principal droit cassé ont été inspectés par le Laboratoire technique du BST, lequel a déterminé qu'ils avaient été endommagés sous l'effet d'une surcharge. Les composants endommagés respectaient toutes les spécifications matérielles et dimensionnelles.

Rien n'indique qu'il y ait eu défektivité de la cellule ou mauvais fonctionnement d'un système avant ou pendant le vol.

1.13 Renseignements médicaux

Sans objet.

1.14 Incendie

Rien n'indiquait la présence d'un incendie avant ou après l'incident.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1 Évacuation de l'aéronef

Lorsque l'appareil s'est immobilisé dans un banc de neige le long de la piste, la sortie de secours de droite a immédiatement été ouverte et les passagers ont commencé à évacuer l'appareil en utilisant cette sortie. On a tenté d'ouvrir la porte passagers principale, mais cela a été impossible. Les dommages subis au moment de l'impact ont provoqué la déformation des tôles constituant la zone de passage sur l'aile, ce qui a rendu difficile l'évacuation des occupants de l'appareil. Le banc de neige maintenait fermée la porte passagers principale, dont le bas est fixé à l'appareil au moyen de charnières.

Certains réservoirs de carburant ayant été percés à l'impact fuyaient sur la zone de passage de l'aile droite, ce qui la rendait glissante pour les occupants qui sortaient de l'appareil. Le carburant déversé a pénétré dans la neige se trouvant autour, ce qui a provoqué un risque latent d'incendie.

Une fois dégagée de la neige qui l'obstruait, la porte passagers principale a été ouverte de l'extérieur, mais personne n'a vérifié s'il était possible de l'ouvrir de l'intérieur. Le Jetstream 32 plus récent comporte une sortie d'urgence de chaque côté de son fuselage.

1.15.2 Intervention d'urgence

L'aéroport est exploité par la ville de Lloydminster et, au besoin, cette dernière se charge des interventions d'urgence. Dans ce cas-ci, les services ont été appelés immédiatement après l'accident. Le délai d'intervention a été de 17 minutes.

1.16 Essais et recherches

Pour reproduire le plus fidèlement possible le vol ayant précédé l'accident de Lloydminster, des vols ont été effectués dans le simulateur de Jetstream 31 chez Flight Safety à Seattle, dans l'état de Washington (États-Unis), au moyen des données recueillies par le FDR. L'aéroport de Lloydminster, ou un aéroport se trouvant à la même altitude, possédant le même cap piste ainsi que le même genre de radiophare, n'ayant pu être trouvé dans la base de données du simulateur, c'est la piste 25 de Calgary qui a été utilisée pour effectuer ces vols, mais il a été difficile de calculer avec précision l'endroit où devait s'amorcer la descente finale. La simulation de ces vols n'a donc pas permis de tirer des enseignements importants.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

Alberta Citylink est la compagnie contractuelle engagée par Air BC pour effectuer les vols de correspondance de Calgary à Medicine Hat, Lethbridge, Lloydminster et Cold Lake. Bar XH, installée à Medicine Hat, est la compagnie mère qui fournit les appareils et le personnel des opérations aériennes.

Le président de la compagnie en supervise l'exploitation par l'entremise d'un directeur de l'exploitation, d'un chef-pilote et d'un chef de l'entretien. Au moment de l'accident, le chef-pilote était responsable de la formation périodique de l'équipage.

1.17.1 Formation donnée par la compagnie

À la base de Medicine Hat, la compagnie dispense des cours de formation aux équipages et au personnel d'entretien des appareils Jetstream exploités par Alberta Citylink. L'entraînement initial ou périodique sur simulateur de vol se fait chez Flight Safety à Seattle. La compagnie dispense une formation périodique semestrielle suivie d'une PPC. Cette formation porte sur les manoeuvres au sol, l'approche de précision et

l'approche de non-précision, les procédures d'urgence (y compris celles prises en cas de panne moteur au décollage) ainsi que la coordination de l'équipage et la surveillance en ligne.

1.17.2 Renseignements se trouvant dans les manuels

Les renseignements d'exploitation destinés aux pilotes se trouvent dans le manuel de vol intitulé *BA 31 Pilot's Handbook*, dans le manuel d'instruction intitulé *Flight Safety Jetstream 3100 Training Manual* et dans le manuel intitulé *Operating Requirements Manual* de 650584 Alberta Inc. (ancien nom d'Alberta Citylink). Le manuel de vol contient le schéma d'une approche de non-précision et indique les vitesses de vol, les listes de vérifications à utiliser, les vitesses de descente, etc. Aucun de ces manuels ne comporte de directives indiquant aux pilotes la nécessité d'effectuer les annonces qui s'imposent lorsqu'une approche devient non stabilisée, mais aucun règlement n'oblige à le faire.

1.17.3 Période en service

Il s'agissait du premier jour de travail après un congé de trois jours pour les deux pilotes, lesquels ont dit avoir pris leur service à 6 h le matin de l'accident. Leur programme de vol devait comporter trois aller-retour à Lloydminster avant de revenir à Calgary vers 19 h 40. Il y a une attente de quatre heures à Calgary entre le vol du matin et celui de l'après-midi. Cela aurait donc donné une période en service de 12 heures et 40 minutes. Le premier vol du matin a été retardé à cause des mauvaises conditions météorologiques à Lloydminster. Les conditions se sont améliorées et les deux aller-retour à Lloydminster ont été effectués sans problème. Les vols étaient planifiés conformément à la *Section II - Limites de temps de vol et de temps de service de vol et périodes de repos de la Partie VII* intitulée *Services aériens commerciaux du Règlement de l'aviation canadien*.

L'efficacité et le jugement d'une personne fatiguée s'atténuent, et l'un des effets les plus courants amène cette personne à prendre des risques pour terminer plus rapidement ses tâches. Les recherches montrent que les effets de la fatigue sont les plus forts au début et à la fin d'une longue journée de travail.

1.17.4 Roulement des effectifs

Comme de nombreuses compagnie de sa taille, Alberta Citylink perd régulièrement des pilotes au profit de compagnies plus importantes offrant des salaires plus élevés. La direction d'Alberta Citylink doit constamment composer avec la difficulté de garder son personnel.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Renseignements se trouvant dans le manuel de vol

En approche, le vent variait entre 5 et 7 noeuds du 70 au 110 degrés, ce qui est inférieur à la composante vent arrière maximale de 10 noeuds indiquée à la section traitant des limites dans le manuel de vol.

Les renseignements suivants concernant l'atterrissage dans des conditions de givrage se trouvent dans les *Procédures d'utilisation normalisées (SOP)* de 650584 Alberta Inc. (Alberta Citylink) :

Les limites suivantes s'appliquent à la planification de vols dans des conditions de givrage connues ou prévues :

- a) Les longueurs de piste pondérées calculées doivent être utilisées.

- b) La vitesse d'approche et vitesse désirée au seuil de piste calculée antérieurement pour l'atterrissage avec 35 degrés de volets doit être augmentée suffisamment pour qu'il n'y ait pas apparition de vibrations. Cela n'affecte en rien les distances d'atterrissage calculées antérieurement. Cette vitesse ne doit pas dépasser de plus de 15 noeuds la vitesse au seuil de piste prévue pour les atterrissages normaux avec 35 degrés de volets, car le risque de dépasser la longueur de piste prévue devient alors déraisonnablement élevé. S'il paraît inévitable que la vitesse au seuil de piste doive dépasser ce chiffre et que l'on sait que la piste est critique, il faut renoncer à atterrir.
- c) Un cycle de dégivreurs pneumatiques de la cellule doit être effectué avant la sortie des volets.
- d) Le mode AUTO du dégivrage de l'aile et de l'empennage ne doit pas être utilisé en approche et à l'atterrissage.
- e) Les allumeurs doivent être sélectionnés en mode continu.
- f) En cas d'atterrissage avec une accumulation importante de givre sur une partie de l'avion, augmenter la vitesse d'atterrissage de 10 KIAS.

La section contenant les procédures normales du « Manuel de vol » de l'appareil comporte la mise en garde suivante :

Après être entré dans des conditions de givrage :

ATTENTION : Si le système de dégivrage de la cellule est utilisé avant qu'il n'y ait eu une accumulation importante de givre, il se peut que le givre épouse la forme des boudins gonflés sans céder.

- 1 N'utiliser le système de dégivrage de la cellule que lorsqu'il y a accumulation importante de givre. L'épaisseur optimale du givre pour qu'il soit possible de l'éliminer varie selon la nature de celui-ci, mais il doit y avoir une accumulation de givre d'au moins 0,5 po (13 mm) sur les boudins des ailes avant que le système de dégivrage de la cellule soit utilisé.

Sous la rubrique « Vitesses d'atterrissage » de la section « Performances » du *Manuel de vol*, on renvoie aux abaques de vitesses d'approche à l'atterrissage servant à calculer les vitesses $V_{\text{réf}}$. Cette partie indique que pour atterrir avec une accumulation importante de givre sur une partie de l'avion, il faut augmenter la vitesse d'atterrissage de 10 KIAS

Sous la rubrique « Vitesse de montée en configuration d'atterrissage », dans le cas de vols avec accumulation importante de givre, on recommande d'augmenter la vitesse de montée de 10 KIAS.

1.18.2 Approche stabilisée

Une approche stabilisée est nécessaire à la réussite d'un atterrissage. Il y a approche stabilisée lorsque le taux de descente d'un appareil sur trajectoire d'approche est constant, que sa vitesse est approprié aux conditions, que son régime moteur est stable et que l'appareil est en configuration d'atterrissage. Parmi les éléments figurant dans les pratiques d'exploitation normalisées (SOP) de la compagnie sous la rubrique « Facteurs favorisant une approche stabilisée », on compte : une vitesse stabilisée, un taux de descente stabilisé, un profil constant et un taux de descente normal de 500 à 800 pi/min.

Un groupe de travail de la Flight Safety Foundation a étudié certains accidents à l'approche et à l'atterrissage. Il a découvert que, dans 24 des 76 accidents à l'approche et à l'atterrissage impliquant des avions d'affaire à réaction, l'absence d'intervention ou une intervention inadéquate constituait le principal facteur causal. Venait ensuite l'absence de conscience de la situation de l'appareil dans l'espace, qui était en cause dans 15 des accidents. Cette étude portait sur des accidents mortels survenus dans le monde entier à l'approche et à l'atterrissage d'avions à réaction et turbopropulsés dont la masse au décollage était supérieure à 12 500 livres. Certaines des conclusions et recommandations qui s'en étaient dégagées s'appliquent à l'approche et à l'atterrissage à Lloydminster. Voici celles qui sont jugées pertinentes :

3. Les approches non stabilisées et précipitées favorisent les accidents à l'approche et à l'atterrissage. Dans leur manuel d'exploitation, les exploitants doivent définir les paramètres nécessaires à une approche stabilisée et inclure au minimum les éléments suivants :
 1. Trajectoire de vol prévue;
 2. Vitesse;
 3. Régime moteur;
 4. Assiette;
 5. Taux de descente;
 6. Configuration;
 7. Préparation de l'équipage.

Définition ou politique suggérée dont les exploitants pourraient s'inspirer :

Tout appareil doit être stabilisé avant d'avoir atteint une hauteur au-dessus de la zone de toucher (HAT) de 1 000 pieds (305 mètres). Une approche est considérée stabilisée lorsqu'elle a les caractéristiques suivantes :

- L'appareil se trouve sur la bonne trajectoire;
- Seules de légères modifications de cap et d'assiette longitudinale sont nécessaires au maintien de cette trajectoire;
- La vitesse de l'appareil est inférieure ou égale à $V_{réf} + 20$ noeuds (KIAS) et supérieure ou égale à $V_{réf} - 5$ KIAS;
- L'appareil est en configuration d'approche et d'atterrissage. *Il est à remarquer que de nombreux bimoteurs légers ont des capacités limitées de remise des gaz sur un seul moteur et qu'ils ne devraient pas être configurés pour l'atterrissage avant que le pilote soit certain d'atterrir;*
- Le taux de descente maximal est de 1 500 pieds (457,5 mètres) par minute;
- Le régime moteur correspond au régime minimal prescrit pour ce type d'appareil;
- Tous les exposés et toutes les listes de vérifications ont été faits.

Certains types particuliers d'approche sont considérés stabilisés s'ils respectent également les exigences suivantes :

- Approches au moyen du système d'atterrissage aux instruments (ILS) - elles doivent suivre à moins d'une marque de graduation (pastille) la trajectoire de descente ou d'alignement de piste, et une approche des catégories II ou III doit s'effectuer à l'intérieur de la bande d'index d'écart d'alignement de piste;
 - Approches visuelles - en approche finale, lorsque l'appareil arrive à 500 pieds (152 mètres) HAT, ses ailes doivent être à l'horizontale;
 - Approches indirectes - en approche finale, lorsque l'appareil arrive à 500 pieds (91,5 mètres) HAT, ses ailes doivent être à l'horizontale.
- ✓ La politique de la compagnie devrait mentionner qu'une remise des gaz est nécessaire si l'appareil n'est plus stabilisé pendant l'approche. La formation devrait servir à insister sur cette politique;
- ✓ Avant une descente, l'équipage devrait utiliser les SOP de la compagnie pour procéder à l'évaluation des risques que comporte l'approche en s'aidant de la liste de vérifications. Avant le début de l'approche, l'équipage devrait confirmer qu'il a procédé à l'évaluation des risques;
- ✓ Les procédures à pente et à taux de descente constants pour les approches de non-précision devraient être mises en oeuvre rapidement partout dans le monde;
- ✓ Les équipages devraient pouvoir suivre des cours de formation leur enseignant à bien utiliser les procédures à pente et taux de descente constants, ainsi que les exigences relatives aux critères de calcul de la trajectoire d'approche et de la marge de franchissement des obstacles.
4. Le fait de ne pas reconnaître en temps opportun la nécessité d'interrompre l'approche et de remettre les gaz constitue une cause majeure d'accidents à l'approche et à l'atterrissage.
- La politique de la compagnie devrait mentionner des critères de remise des gaz à l'approche à l'atterrissage. On devrait y trouver :
 - La visibilité minimale nécessaire avant de dépasser le point d'approche finale (FAF) ou la radioborne extérieure (OM);
 - Une évaluation au FAF ou à l'OM de la préparation de l'équipage et de l'appareil à effectuer l'approche;
 - Une altitude minimale à laquelle l'appareil doit être stabilisé;
 - Les compagnies devraient instaurer et favoriser des politiques de remise des gaz et d'approches interrompues dénuées de toute sanction.
5. Le risque d'accidents à l'approche et à l'atterrissage est plus élevé lors d'opérations effectuées dans des conditions :
1. De faible éclairage;
 2. De mauvaise visibilité;
 3. D'illusions d'optique probables;
 4. De pistes humides ou contaminées.

2.0 *Analyse*

2.1 *Introduction*

Cette analyse traite des décisions prises par le commandant et des gestes posés par l'équipage pendant les dernières secondes de l'approche. Elle traite également de la période en service, de l'intervention d'urgence et du givre sur la cellule.

2.2 *L'approche*

2.2.1 *Généralités*

Le premier officier, qui avait piloté pendant la croisière, a continué de piloter pendant l'approche. Avant le début de l'approche, l'équipage s'était préparé pour un atterrissage avec 20 degrés de volets et une vitesse au seuil de piste de 114 KIAS. Les exposés et les éléments de la liste de vérifications étaient conformes aux procédures du manuel de pilotage du *BA 31*. Pendant l'approche, le commandant, qui était pas aux commandes (PNF), surveillait les altitudes et les vitesses. Après que le train a été sorti et que les volets ont été abaissés à 20 degrés, la vitesse a diminué jusqu'à 114 KIAS. Après correction, elle a augmenté jusqu'à 144 KIAS, ce qui a entraîné une vitesse sol de 150 noeuds. La vitesse d'approche de non-précision indiquée dans les SOP est de 130 KIAS, c'est pourquoi la vitesse de 144 KIAS n'inquiétait pas le PNF, qui y ajoutait les 10 noeuds recommandés pour un atterrissage dans des conditions de givrage. Les SOP d'Alberta Citylink mentionnent que, dans des conditions de givrage, ces 10 noeuds doivent être ajoutés à la vitesse d'atterrissage et non à la vitesse d'approche. Bien qu'en soi l'ajout de 10 noeuds à la vitesse d'approche ne revête pas une grande importance, tel n'est plus le cas lorsqu'il est combiné à d'autres facteurs. Le temps disponible pour la descente finale à partir de la MDA a été réduit par l'augmentation de la vitesse de rapprochement due à la vitesse sol élevée.

2.2.2 *Décision d'atterrir du commandant*

La coordination de l'équipage, les listes de vérifications et la surveillance de l'approche ont été normales jusqu'à l'atteinte de l'altitude minimale de descente de 2 640 pieds, comme en témoignent les indications du PNF signalant la faible vitesse et l'altitude ainsi que les conseils demandant, à 2½ et 2 milles, au pilote aux commandes (PF) de continuer à voler aux instruments, car il n'avait pas encore établi le contact visuel avec l'aéroport.

Après avoir établi le contact visuel, le PNF a signalé qu'il prenait les commandes, ce qui peut avoir étonné le premier officier. Après un échange de renseignements qui a duré sept secondes, il a été décidé que le commandant poserait l'appareil. À cause de la vitesse sol, l'appareil s'est trouvé plus près de la piste que prévu et, à cause de certaines manoeuvres, l'approche n'a plus été stabilisée. La puissance a été réduite au ralenti vol, les volets ont été sortis à 35 degrés, malgré la position à 20 degrés prévue, et deux virages ont été effectués pour aligner l'appareil avec la piste. Cela a provoqué un taux de descente élevé et l'appareil est descendu de 457 pieds agl en 16 secondes. Pendant une approche stabilisée, un appareil volant à une vitesse de 121 à 140 noeuds prend environ 16 secondes à descendre de 200 pieds agl. Dans les conditions qui prévalaient, c'est-à-dire une visibilité réduite par des averses de neige et l'obscurité, le commandant, dont l'attention était concentrée sur l'observation de l'aire d'atterrissage, n'a pas annulé le taux de descente de l'appareil avant la prise de contact avec la piste. Sous l'effet des forces générées par la décélération subite de l'appareil combinées à son mouvement de gauche à droite, le train d'atterrissage s'est affaissé. L'appareil a glissé le long de la piste sur la soute ventrale et sur son train principal droit endommagé. La puissance avait été réduite et les

volets avaient été sortis à 35 degrés car, à cette vitesse sol élevée, l'appareil s'approchait rapidement de la piste et le commandant croyait que cette réduction de puissance était nécessaire pour faire descendre l'appareil jusqu'au point de toucher. Le réglage des volets à 35 degrés permettait l'utilisation des destructeurs de portance de façon à augmenter la traînée après l'atterrissage et à diminuer la distance d'atterrissage. La diminution de la vitesse et les variations du taux de descente en courte finale sont caractéristiques d'une approche non stabilisée.

Dans le cas du Jetstream 31, la réduction de la puissance jusqu'au ralenti vol n'est pas recommandée à cause, notamment, de l'augmentation de la traînée que génèrent ses hélices. Habituellement, à l'approche, la puissance utilisée varie de 18 à 20 %. Elle est ensuite réduite progressivement jusqu'au ralenti vol à l'arrondi. Juste avant l'impact, il y a eu augmentation de la puissance, mais il était trop tard pour contrecarrer l'inertie de l'appareil en descente.

2.2.3 Mesures prises par le premier officier

Une fois le commandant de bord aux commandes de l'appareil pour le faire atterrir, le premier officier s'est mis à effectuer les tâches du PNF et, conformément aux ordres du commandant, il a sorti les volets, allumé les phares d'atterrissage et signalé à la FSS que l'appareil allait atterrir. Tout en reconnaissant que le temps disponible était limité, on note que le premier officier n'a fait aucune annonce pour signaler le taux de descente élevé de l'appareil. Les manuels de la compagnie n'indiquent pas ce qu'il faut faire en cas d'approche non stabilisée.

2.2.4 Période en service

Les deux pilotes qui revenaient de trois jours de congé ont dit avoir pris leur service à 6 h le matin de l'accident. Leur programme de vol devait comporter trois aller-retour à Lloydminster et ils devaient revenir à Calgary vers 19 h 40 min, ce qui correspond à une période en service prévue de 12 heures et 40 minutes. Il est prévu une période d'attente de quatre heures à Calgary entre le vol du matin et celui de l'après-midi. Habituellement, le même équipage effectue ces vols trois jours de suite avant de prendre un congé. Le jour de l'accident, le premier vol du matin a été retardé à cause des mauvaises conditions météorologiques à Lloydminster. Les conditions se sont améliorées et les deux aller-retour à Lloydminster se sont effectués sans problème. Bien que les périodes en service soient programmées conformément au Règlement de l'aviation canadien, les journées de travail sont longues et, lorsque les vols sont en retard et que les conditions météorologiques ont une influence sur les prises de décisions, la fatigue peut entrer en ligne de compte.

2.3 Intervention d'urgence

Au moment de l'accident, la FSS a alerté les services d'intervention d'urgence, lesquels sont arrivés de la ville. Environ 17 minutes se sont écoulées avant l'arrivée des véhicules d'urgence. Il n'y a eu aucun incendie ni aucun blessé. Les responsables de l'exploitation des aéroports, en

collaboration avec Transports Canada (TC) et les compagnies aériennes, avaient procédé à l'évaluation des risques et ils avaient estimé que les services d'intervention d'urgence respectaient les exigences.

2.4 Givre sur la cellule

Pendant sa descente, l'appareil a subi des conditions de givrage décrites par l'équipage comme étant modérées. Cependant, l'accumulation de givre était inférieure à ½ pouce, ce qui, selon le manuel de vol, correspond à la quantité minimale exigeant l'utilisation des dégivreurs. Les SOP de la compagnie indiquent qu'un cycle de dégivrage doit être effectué avant la sortie des volets. Ces deux directives semblent se contredire. L'appareil avait moins de ¼ de pouce de givre sur les bords d'attaque de ses ailes, de ses stabilisateurs et de sa dérive. Les effets aérodynamiques associés à l'accumulation de givre ainsi que leur influence sur l'annulation du taux de descente élevé de cet appareil n'ont pas été déterminés.

3.0 Conclusions

3.1 Faits établis

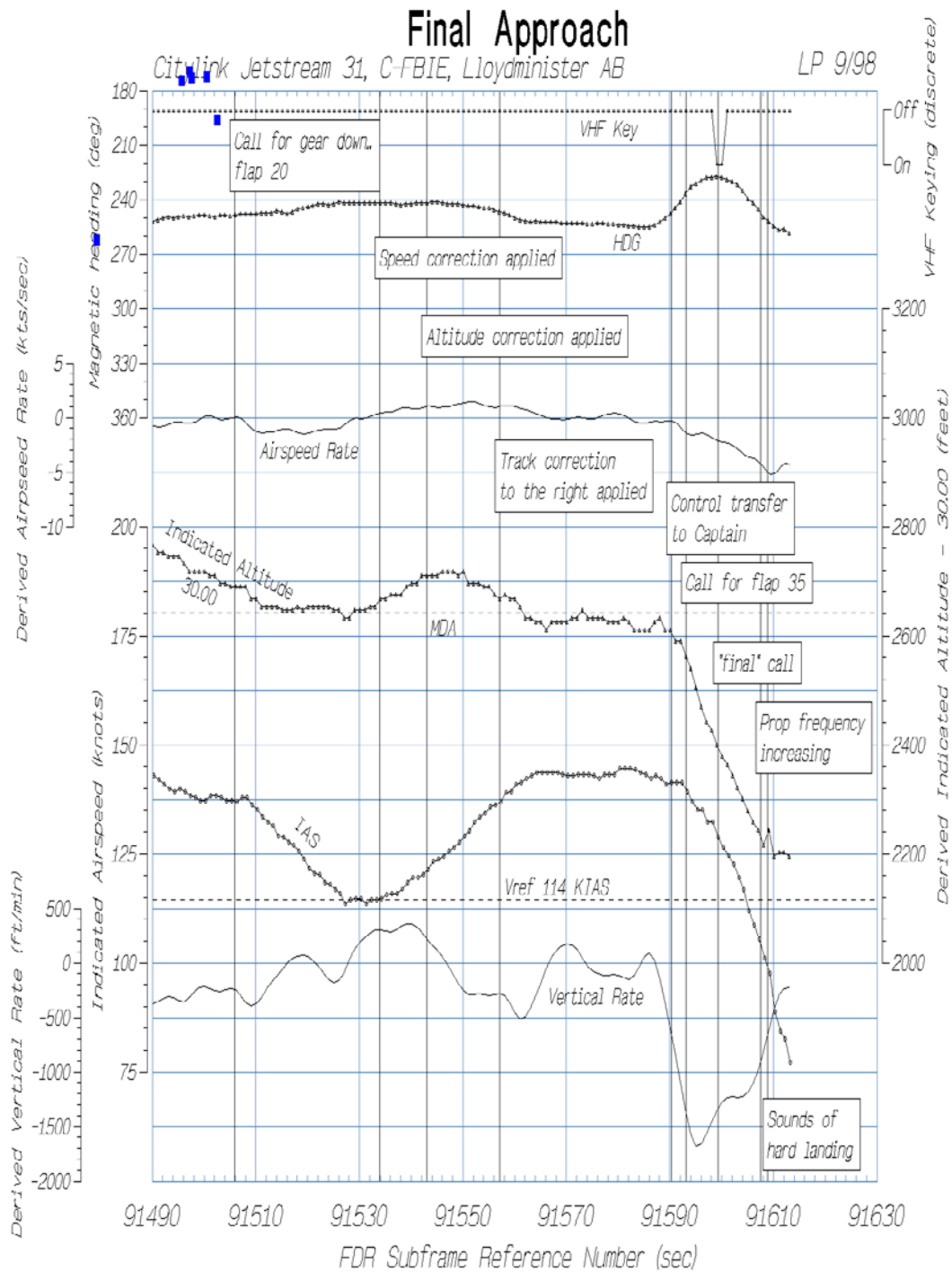
1. L'équipage possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.
2. L'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.
3. Rien n'indique qu'il y ait eu défaillance de la cellule ou mauvais fonctionnement d'un système avant ou pendant le vol.
4. Les conditions météorologiques étaient défavorables, mais elles permettaient l'atterrissage de nuit aux instruments.
5. Lorsque le commandant a aperçu les abords de l'aéroport, il a pris les commandes de l'appareil pour atterrir.
6. Il s'est écoulé sept secondes avant le début de la descente finale.
7. Le dernier segment de l'approche à l'atterrissage a été instable à cause de la réduction de la puissance jusqu'au ralenti vol, des virages pour replacer l'appareil et du temps disponible pour la descente finale.
8. Le taux de descente élevé n'a pas été annulé avant la prise de contact de l'appareil avec la piste.
9. L'appareil ayant effectué un atterrissage dur tout en dérivant vers la droite, son train principal gauche s'est affaissé et son train principal droit a été endommagé.
10. L'inspection faite par le Laboratoire technique du BST de tous les composants des trains d'atterrissage endommagés a révélé des dommages dus à une surcharge.
11. La procédure recommandée dans le manuel de vol quant à l'utilisation du système de dégivrage avant la sortie des volets diffère de celle contenue dans les SOP d'Alberta Citylink.

3.2 Causes

L'approche non stabilisée s'est traduite par un atterrissage dur parce que le commandant avait modifié la configuration de l'appareil et que la vitesse verticale de descente élevée n'avait pas été annulée avant la prise de contact avec la piste. La réduction de la puissance du moteur jusqu'au ralenti vol, le givre sur la cellule et le temps disponible pour la descente finale ont eu une incidence sur la vitesse verticale de descente de l'appareil. Le mouvement de gauche à droite de l'appareil a contribué aux dommages subis à l'atterrissage.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée le 6 mai 1999 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Maurice Harquail, Charles Simpson et W.A. Tadros.

Annexe A - Tracé de l'approche et de l'atterrissage



Revised: June 09, 1998

Recorder Analysis & Performance - TSBC

<i>Final Approach</i>	<i>Approche finale</i>
<i>Citylink Jetstream 31, C-FBIE, Lloydminster AB</i>	<i>Jetstream 31 (C-FBIE) de Citylink, Lloydminster (Alberta)</i>
<i>HDG</i>	<i>Cap</i>
<i>Call for gear down, flap 20</i>	<i>Demande sortie du train, volets 20</i>
<i>VHF Key</i>	<i>Déclenchement VHF</i>
<i>Speed correction applied</i>	<i>Correction de vitesse exécutée</i>
<i>Altitude correction applied</i>	<i>Correction d'altitude exécutée</i>
<i>Airspeed Rate</i>	<i>Taux de variation de vitesse</i>
<i>Track correction to the right applied</i>	<i>Correction de la trajectoire vers la droite</i>
<i>Control transfer to Captain</i>	<i>Transfert des commandes au commandant</i>
<i>Call for flap 35</i>	<i>Demande 35 degrés de volets</i>
<i>Indicated Altitude</i>	<i>Altitude indiquée</i>
<i>"final" call</i>	<i>Annonce « en finale »</i>
<i>Prop frequency increasing</i>	<i>Augmentation de la fréquence des hélices</i>
<i>Vref</i>	<i>V réf</i>
<i>Vertical Rate</i>	<i>Vitesse verticale</i>
<i>Sounds of hard landing</i>	<i>Sons provenant de l'atterrissage dur</i>
<i>FDR Subframe Reference Number (sec)</i>	<i>Numéro de référence de sous-trame du FDR (s)</i>
<i>Revised: June 09, 1998</i>	<i>Révision : 9 juin 1998</i>
<i>Recorder Analysis & Performance - TSBC</i>	<i>Analyse et performance des enregistreurs - BST</i>
<i>Derived Vertical Rate (ft/min)</i>	<i>Vitesse verticale dérivée (pi/min)</i>
<i>Derived Airspeed Rate (kts/sec)</i>	<i>Taux de variation de vitesse dérivé (noeuds/s)</i>
<i>Indicated Airspeed (knots)</i>	<i>Vitesse indiquée (noeuds)</i>
<i>Magnetic heading (deg)</i>	<i>Cap magnétique (degrés)</i>
<i>Derived Indicated Altitude - 30.00 (feet)</i>	<i>Altitude indiquée dérivée- 30.00 (pieds)</i>
<i>VHF Keying (discrete)</i>	<i>Déclenchement VHF (fréquence discrète)</i>

Annexe B - Liste des rapports pertinents

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

LP 08/98 - Landing Gear Trunnions (Tourillons des trains d'atterrissage)

LP 09/98 - FDR/CVR Analysis (Analyse des FDR/CVR)

Annexe C - Glossaire

ADF	radio compas automatique
agl	au-dessus du sol
ALA	accident à l'approche et à l'atterrissage
asl	au-dessus du niveau de la mer
ATP	licence de pilote de ligne
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CML	licence de pilote professionnel
CVR	enregistreur de la parole dans le poste de pilotage
DME	équipement de mesure de distance
FAF	point d'approche finale
FDR	enregistreur de données de vol
FSS	station d'information de vol
g	facteur de charge ou d'accélération
HAT	hauteur au-dessus de la zone de toucher
HNR	heure normale des Rocheuses
lb	livre(s)
ILS	système d'atterrissage aux instruments
KIAS	vitesse indiquée en noeuds
kHz	kilohertz
MDA	altitude minimale de descente
MHz	mégahertz
mm	millimètres
N	latitude nord
NDB	radiophare non directionnel
nm	mille(s) marin(s)
OM	radioborne extérieure
PF	pilote aux commandes
pi/min	pieds par minute
PNF	pilote n'étant pas aux commandes
po	pouce(s)
RAC	Règlement de l'aviation canadien
sm	mille(s) terrestre(s)
SIU	services d'intervention d'urgence
SOP	procédures normalisées
TC	Transports Canada
UFDR	enregistreur de données de vol universel
VHF	très haute fréquence
V _{RÉF}	vitesse égale à la vitesse d'atterrissage à 50 pieds (1,3 V _{SO}), pleins volets et train d'atterrissage sorti. On règle la V _{RÉF} en fonction des rafales de vent en ajoutant la moitié (1/2) de la vitesse des rafales jusqu'à un maximum de 10 noeuds.
V _{SO}	vitesse de décrochage ou vitesse minimale de vol stabilisé en configuration d'atterrissage
W	longitude ouest
°	degré(s)
'	minute(s)