

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A04W0032



ATTERRISSAGE À CÔTÉ DE LA PISTE

DU BOEING 737-210C C-GNWN
EXPLOITÉ PAR BRADLEY AIR SERVICES LTD. (FIRST AIR)
À L'AÉROPORT INTERNATIONAL D'EDMONTON (ALBERTA)
LE 25 FÉVRIER 2004

Canada

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

Rapport d'enquête aéronautique

Atterrissage à côté de la piste

du Boeing 737-210C C-GNWN
exploité par Bradley Air Services Ltd. (First Air)
à l'aéroport international d'Edmonton (Alberta)
le 25 février 2004

Rapport numéro A04W0032

Sommaire

Le Boeing 737-210C (immatriculation C-GNWN et numéro de série 21067) effectue le vol FAB 6501 entre Lupin (Nunavut) et Edmonton (Alberta). La portée visuelle de piste (RVR) communiquée à l'équipage de conduite avant le début de l'approche de la piste 12 à Edmonton est de 1200 pieds, balisage lumineux réglé à l'intensité 5. L'équipage exécute dans l'obscurité une approche à l'aide du système d'atterrissage aux instruments et, à 5 h 44, heure normale des Rocheuses, il se pose sur l'entrepiste, à gauche de la surface de la piste. L'avion parcourt quelque 1600 pieds avant de regagner la piste. Une fois l'avion complètement immobilisé, l'équipage de conduite demande l'aide des services de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronefs. L'avion a percuté un feu de piste, quatre feux de voie de circulation ainsi qu'un panneau d'attente. Personne n'est blessé et les passagers quittent l'avion par la porte de l'escalier intégré arrière.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Un examen des dossiers montre que l'avion était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. C-GNWN est un Boeing 737-210C (combi) qui a été modifié par l'ajout d'un compartiment à fret dans la partie avant de la cabine principale, d'une porte de chargement du fret et d'un ensemble de protection contre les projections de gravier. La masse et le centrage de l'avion se situent dans les limites prescrites. L'avionique des systèmes de vol automatique et d'approche de l'avion a fait l'objet d'essais qui ont montré un fonctionnement de l'équipement à l'intérieur des tolérances prévues.

À l'aéroport, les prévisions d'aérodrome publiées le 25 février 2004 à 4 h 39, heure normale des Rocheuses (HNR)¹, et valides de 5 h à 5 h, étaient les suivantes : vent variable à 3 noeuds, visibilité de 0 mille terrestre (sm) dans du brouillard givrant, temporairement de 5 h à 8 h, visibilité de 2 sm dans de la brume, et plafond de nuages fragmentés à 25 000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Le bulletin météorologique horaire (METAR) publié à 6 h, 15 minutes après l'événement, se lisait comme suit : vent calme, visibilité de 1/8 de sm, portée visuelle de piste (RVR) de 1000 pieds sur la piste 12 et RVR de 800 pieds sur la piste 30 dans du brouillard givrant, visibilité verticale de 300 pieds, température de -14 °C, point de rosée de -15 °C, calage altimétrique de 29,76; remarques : 8 octas de brouillard et givre sur l'indicateur.

Les membres d'équipage de conduite étaient certifiés et qualifiés pour le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Le commandant de bord totalisait 25 000 heures de vol, dont quelque 6000 sur B-737. Au cours des 30 jours précédents, le commandant de bord avait effectué 21 heures de vol. Le copilote totalisait approximativement 6000 heures de vol, dont environ 3200 sur B-737. Au cours des 30 jours précédents, le copilote avait effectué 33 heures de vol.

Les deux pilotes s'étaient réveillés vers 5 h 30 le 24 février afin d'aller prendre leur service. Ils avaient pu se reposer suffisamment avant leur prise de service et ils n'étaient pas fatigués quand ils se sont présentés à leur chambre de jour à Yellowknife. Aucun des deux pilotes n'a véritablement dormi dans sa chambre de jour, car l'un et l'autre s'étaient réveillés à peine quelques heures auparavant. La rubrique 4.1.3.3 du *Manuel d'exploitation* de First Air, qui est conforme au *Règlement canadien de l'aviation*, permet aux membres d'équipage de conduite de ramener à zéro le temps de service d'une journée à condition qu'ils puissent bénéficier d'au moins huit heures consécutives de sommeil dans un local adapté, avoir du temps pour manger, pour voir à leur hygiène personnelle et pour se rendre au local de repos et en revenir. L'équipage de conduite est arrivé à l'hôtel à Yellowknife vers 10 h et en est reparti vers 18 h 30.

¹ Les heures sont exprimées en HNR (temps universel coordonné moins sept heures).

Au moment des faits, le commandant de bord et le copilote étaient réveillés depuis près de 24 heures. Des études montrent que les longues périodes d'éveil se traduisent par une dégradation importante des performances chez l'être humain^{2,3}. La diminution des performances touche le temps de réaction, les calculs arithmétiques, la détection de signaux, la précision de la lecture d'instruments, les alertes provenant de dispositifs d'alarme, la vitesse d'addition de nombres aléatoires, les fonctions psychomotrices et cognitives, etc.⁴ Le repos pris par une personne pendant sa période normale d'éveil n'est généralement pas de qualité suffisante pour être véritablement réparateur⁵. Si un tel repos peut réduire la fatigue, il ne peut éliminer toute la diminution des performances découlant de la fatigue résiduelle⁶. Toutefois, même une vraie période de huit heures de sommeil ne devrait pas être suffisante pour remettre à zéro le rythme circadien d'un équipage appelé à effectuer un vol tard en soirée⁷.

Le vol FAB 6501 était le trajet de retour de Lupin (CYWO) d'une opération d'affrètement qui avait débuté à Edmonton (CYEG) la veille au soir. Il s'agissait d'un contrat d'affrètement relativement nouveau conclu avec une compagnie minière, et le vol en question était le troisième effectué par First Air. L'horaire de cette opération d'affrètement obligeait l'équipage de conduite à accomplir quatre segments de vol répartis sur une période de 20 heures, avec une

² D. Dawson et K. Reid, « Fatigue, Alcohol and Performance Impairment », *Nature*, 1997, p. 388 et 235.

³ R.G. Angus et al, « Sustained Operations Study: From the Field to the Laboratory », *Why We Nap: Evolution, Chronobiology and Functions of Polyphasic and Ultra-short Sleep*, Boston, C. Stampi (éd.), 1992, p. 217-241.

⁴ S. Sonnentag et M. Frese, « Stress in Organizations », *Handbook of Psychology, Volume 12, Industrial and Organizational Psychology*, Hoboken (New Jersey), W.C. Borman, D.R. Ilgen et R.J. Klimoski (éd.), John Wiley & Sons, 2003, p. 453-491. Des études ont montré que la fatigue dans des situations stressantes pouvait nuire à des processus cognitifs élémentaires, comme l'attention et la mémorisation immédiate. La personne fatiguée et stressée risque de ne pas pouvoir retenir autant d'informations dans sa mémoire immédiate au moment de prendre une décision, et elle risque également de ne pas pouvoir se concentrer simultanément sur autant d'éléments d'information. De plus, la combinaison du stress et de la fatigue risque de se traduire par une diminution supplémentaire de la mémorisation immédiate accompagnée d'un rétrécissement du champ de l'attention.

⁵ E.D. Weitzman et D.F. Kripke, « Experimental 12-hour Shift of the Sleep-Wake Cycle in Man: Effects on Sleep and Physiological Rhythms », *Biological Rhythms, Sleep and Shift Work*, New York, L.C. Johnson, D.I. Tepas, W.P. Colquhoun et M.J. Colligan (éd.), Spectrum Publishing, 1981, p. 93-110.

⁶ P. Naitoh, « Circadian Cycles and Restorative Power of Naps », *Biological Rhythms, Sleep and Shift Work*, New York, L.C. Johnson, D.I. Tepas, W.P. Colquhoun et M.J. Colligan (éd.) Spectrum Publishing, 1981, p. 553-580.

⁷ K.E Klein et H.M. Wegmann, *Significance of Circadian Rhythms in Aerospace Operations*, Neuilly-sur-Seine (France), NATO AGARD, NATO AGARDograph n° 247, 1981.

période de repos de 10 heures pendant l'escala de jour à Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest) (CYZF). Les heures de départ et d'arrivée prévues pour les vols en question étaient les suivantes, à compter du 24 février 2004 :

FAB 951	CYEG – CYZF	Départ à 7 h 25; arrivée à 9 h 12 (chambre de jour à YZF)
FAB 956	CYZF – CYEG	Départ à 20 h 45; arrivée à 22 h 26
FAB 6500	CYEG – CYWO	Départ à 23 h 45; arrivée à 1 h 45
FAB 6501	CYWO – CYEG	Départ à 3 h 5; arrivée à 5 h 5

Les heures réelles de départ et d'arrivée de l'avion ont été relativement proches des heures prévues jusqu'au départ de Lupin. L'équipage de conduite ayant été avisé par la régulation des vols de First Air que la visibilité à Edmonton était mauvaise à cause du brouillard, il a retardé le départ d'environ 40 minutes afin d'évaluer la situation météorologique et de se préparer à toute éventualité. L'avion effectuant le vol FAB 6501 a quitté Lupin à 3 h 40, Calgary (Alberta) étant l'aéroport de décollage prévu.

Lorsque l'équipage a contacté la section des arrivées d'Edmonton à 5 h 19, la visibilité sur la piste 30 correspondait à une RVR de 1200 pieds, soit la limite d'interdiction d'approche, et l'équipage de conduite s'est préparé à faire une approche de cette piste. Au cours des 14 minutes qui ont suivi, la visibilité sur la piste 30 a augmenté pour donner une RVR de 3000 pieds avant de diminuer à une RVR de 900 pieds, la RVR signalée sur les autres pistes, à savoir les pistes 12 et 02, étant de 800 pieds. L'équipage de conduite avait prévu attendre pendant une trentaine de minutes à un repère d'approche initiale de la piste 30 en espérant une amélioration de la visibilité. Avant la mise en attente, comme la visibilité sur la piste 12 avait augmenté jusqu'à une RVR de 1200 pieds, balisage lumineux réglé à l'intensité 5, l'équipage a demandé à faire une approche de la piste 12 à l'aide du système d'atterrissage aux instruments (ILS) et s'est préparé en conséquence.

Pendant le guidage radar en approche, la visibilité sur la piste 12 est demeurée à une RVR de 1200 pieds, tandis que la RVR moyenne sur la piste 30 était de 600 pieds. À 5 h 41, l'équipage du vol FAB 6501 est passé sur la fréquence de la tour et a reçu les renseignements suivants : vent du 220° magnétiques (M) à 3 noeuds, calage altimétrique de 29,76 et RVR de 1200 pieds, balisage lumineux réglé à l'intensité 5. Moins d'une minute plus tard, l'avion a survolé le repère d'approche finale (la balise Devon), établi sur les trajectoires d'alignement de piste et de descente de l'ILS de la piste 12.

Pendant l'approche, le copilote était aux commandes et il avait demandé une approche surveillée par le pilote (PMA). Ce genre d'approche générique de l'industrie est utilisée par quelques compagnies et consiste à faire exécuter l'approche par le copilote jusqu'aux minimums tandis que le commandant de bord surveille les instruments. Un peu avant d'arriver aux minimums, le commandant de bord commence à regarder à l'extérieur pour rechercher les repères visuels appropriés. À la hauteur de décision, si le commandant dispose des repères visuels appropriés pour atterrir, il prend les commandes ou demande au copilote de continuer aux instruments jusqu'à l'apparition d'un plus grand nombre de repères visuels, puis il prend les commandes et termine l'atterrissage à vue. Une fois qu'il y a eu transfert des commandes, le

copilote continue de surveiller les instruments jusqu'au toucher des roues. Si, à un moment ou à un autre, il y a perte des références visuelles, le commandant de bord doit ordonner une remise des gaz, et c'est le copilote qui va exécuter la procédure d'approche interrompue.

Les deux membres de l'équipage de conduite de FAB 6501 avaient travaillé chez un autre employeur qui exploitait des Boeing 737 avec des procédures PMA similaires aux procédures d'utilisation normalisées (SOP) pour ce genre d'approche générique de l'industrie. L'équipage de conduite utilisait les SOP de la PMA de son ancien employeur plutôt que les SOP de la PMA de First Air, car il était d'avis que ces procédures étaient plus complètes et mieux adaptées aux conditions dans lesquelles il volait.

En vertu des SOP de la PMA de First Air, le commandant de bord doit surveiller les instruments de vol et s'assurer que la procédure est suivie telle qu'elle a été préparée. Le copilote doit piloter l'avion et exécuter l'approche publiée telle qu'elle a été préparée, jusqu'à ce que le commandant de bord prenne les commandes. À la hauteur de décision, si le commandant de bord possède suffisamment de références visuelles pour atterrir, il doit annoncer [Traduction] « minimums – j'ai les commandes, atterrissage ». Le copilote répond alors [Traduction] « vous avez les commandes » et assume les fonctions du pilote qui n'est pas aux commandes. Une fois que le commandant de bord a pris les commandes, le copilote doit continuer à surveiller les instruments de vol jusqu'à ce que l'avion se soit posé et que l'inversion de poussée ait débuté.

Quand l'avion effectua le vol FAB 6501 a intercepté la trajectoire d'approche finale, le pilote automatique était réglé en mode VOR/LOC. D'après le *Manuel d'exploitation* du Boeing 737 de First Air, si les signaux de l'alignement de piste sont irréguliers, seul le mode LOC du pilote automatique doit être utilisé. Il s'agissait de la méthode préférée utilisée par les équipages de conduite de First Air afin d'éviter les mouvements en tangage excessifs commandés par le pilote automatique en cas de couplage à la trajectoire de descente en mode AUTO APP. Ces mouvements peuvent être le résultat d'obstacles interférant avec la trajectoire de descente, d'anomalies du pilote automatique ou de changements de configuration qui exigent d'importants réglages de la compensation – comme la sortie des volets et du train d'atterrissage. Pendant l'approche, juste avant le survol du repère d'approche finale, la configuration de l'avion a changé en une trentaine de secondes, passant de volets 5 et train rentré à volets 30 et train sorti.

Modes d'approche du pilote automatique

Le mode VOR/LOC sert à intercepter et à suivre automatiquement la trajectoire de radionavigation sélectionnée. Il y a compensation pour le vent traversier, une fois l'avion sur la trajectoire. Le mode AUTO APP sert à capter automatiquement les trajectoires des radiophares d'alignement de piste et de descente de l'ILS. Une fois la trajectoire de descente captée à 1500 pieds ou moins au RAD ALT, la sensibilité du signal de l'alignement de piste est réduite de 100 % à 50 % à mesure que l'altitude diminue jusqu'à 100 pieds. La sensibilité du signal de descente est réduite jusqu'à 0 % à mesure que l'altitude diminue jusqu'à 50 pieds. Cette fonction d'atténuation est là pour empêcher tout changement important d'assiette en roulis et en tangage alors que l'avion se trouve près du sol. En mode VOR/LOC, il n'y a aucune atténuation de la sensibilité du signal d'alignement de piste.

En mode VOR/LOC, la trajectoire de descente était suivie en mode de pilotage transparent, ce qui signifie que le copilote commandait manuellement le tangage de l'avion au moyen du pilote automatique afin de rester sur le profil de la trajectoire de descente. Après le survol du repère d'approche finale et l'avion en configuration d'atterrissage, le copilote a décidé de laisser le pilote automatique en mode VOR/LOC.

L'avion a évolué dans un ciel dégagé jusqu'à quelque 500 pieds au-dessus du sol (agl) et a alors pénétré dans la couche de brouillard recouvrant le sol. Tant le responsable du chargement qui occupait le strapontin que le commandant de bord voyaient la lueur du balisage lumineux d'approche. Aux minimums (200 pieds agl), le commandant de bord voyait les feux stroboscopiques du balisage lumineux d'approche, et il a ordonné au copilote de poursuivre. Aux environs de 65 pieds, le commandant de bord a vu les feux de bord de piste, il a pris les commandes, puis il a débrayé le pilote automatique et réduit le taux de descente. Le copilote a continué à surveiller les instruments tout en annonçant les vitesses et les taux de descente.

L'avion était équipé d'un enregistreur de données de vol (FDR) et d'un enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR). Les deux ont fonctionné comme prévu et ont fourni des renseignements exploitables.

Les données du FDR ont montré que l'avion a survolé la piste à une hauteur d'environ 45 pieds, à une vitesse indiquée en noeuds (KIAS) de 129 KIAS ($V_{ref} + 10$) et à un cap de 120° M. Pendant la descente au-dessus de la piste, les interventions manuelles sur les commandes ont provoqué une légère dérive à droite de l'avion par rapport à l'axe de piste, l'écart maximal étant de quelque 10 pieds. Vers 40 pieds agl, l'avion a viré à gauche pour se remettre dans l'axe; au cours de cette manoeuvre, l'angle d'inclinaison latéral a atteint une valeur maximale de 16° à gauche avant que les ailes ne reviennent quasiment à l'horizontale. L'extrémité de l'aile gauche ainsi que la nacelle du réacteur gauche ont ainsi dû se trouver respectivement à 33 et 31 pieds au-dessus de la surface de la piste. À 15 pieds agl, la puissance a été réduite au ralenti; à ce moment-là, le commandant de bord avait du mal à voir les feux de bord de piste. Environ quatre secondes plus tard, l'équipage de conduite a pris conscience que l'avion allait se poser à côté de la piste. Le copilote a annoncé la puissance de remise des gaz et a commencé à pousser sur les manettes des gaz. Compte tenu du bas niveau d'énergie de l'avion et de sa position par rapport à la piste, le commandant de bord a immédiatement réduit les gaz, et l'avion s'est posé avec une décélération verticale de 2,3 g.

Au toucher des roues, l'avion avait un cap de 117° M. Le train d'atterrissage principal droit s'est posé en premier, environ à 8 pieds à l'extérieur du bord gauche de la piste et à 2700 pieds au-delà du seuil. La trace initiale laissée par le train principal dans la neige suivait un cap approximatif de 109° M. Peu après le toucher des roues, l'inversion de poussée est entrée en action, accompagnée d'un important mouvement de lacet à droite. Les traces laissées par l'avion dans la neige témoignaient d'un dérapage latéral, lequel a atteint une valeur de 23° à droite par rapport à la trajectoire de l'avion. Grâce à ces mesures correctives prises par l'équipage de conduite, l'avion a pu regagner la piste après avoir parcouru 1600 pieds à côté de celle-ci et avoir traversé la voie de circulation A2. L'avion s'est immobilisé dans l'axe de la piste, 4550 pieds au-delà du seuil (voir la figure 1). Au moment du toucher des roues, la RVR de la piste 12 était de 1200 pieds, et celle de la piste 30 était de 800 pieds.

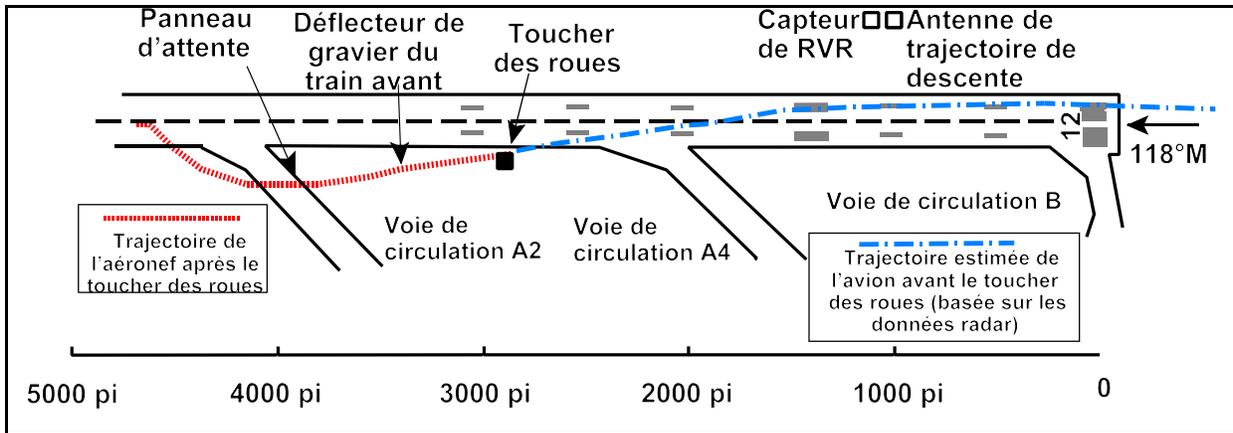


Figure 1. Vue du dessus de la piste 12 à CYEG

Pendant l'excursion de l'avion à côté de la piste, le déflecteur de gravier du train avant s'est détaché, ce qui a endommagé des portes de compartiment électrique/avionique ainsi que la structure située toute juste derrière. De plus, le revêtement de la surface inférieure du fuselage présentait de nombreuses perforations et déformations ainsi qu'une importante perforation dans la région de la quille, juste en arrière du train principal. Le réacteur gauche avait percuté et partiellement ingéré un panneau d'attente (HOLD) situé du côté ouest de la voie de circulation A2, et les deux réacteurs avaient ingéré de l'herbe et de la terre.

Le personnel des services de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronefs (SLIA) a répondu à l'alarme en cas d'accident déclenchée par la tour et est parti en direction de l'avion à 5 h 45. La visibilité a été décrite comme étant de 100 à 300 pieds, et le brouillard a gêné la progression du personnel. Grâce à l'utilisation d'une caméra infrarouge à balayage frontal, le premier véhicule SLIA a pu arriver à l'aéronef, quatre minutes après le déclenchement de l'alarme.

À CYEG, la piste 12 est longue de 10 200 pieds et est équipée du balisage lumineux et des marques d'une piste ILS de catégorie I, conformément au TP 312F de Transports Canada. Le balisage lumineux se composait de feux de bord de piste parallèles à celle-ci et de couleur blanche, de feux de seuil de piste de couleur verte, de feux d'extrémité de piste de couleur rouge, de feux d'approche à éclats séquentiels sur une longueur de 1000 pieds et de feux indicateurs d'alignement de piste de couleur blanche sur une longueur de 1400 pieds. Ce système a été décrit comme étant un balisage lumineux d'approche de précision à haute intensité avec feux indicateurs d'alignement de piste (SSALR). Il peut être réglé à cinq intensités différentes.

L'annexe A montre les différences qui existent entre l'approche et le balisage lumineux des pistes de catégories I et II. Dans la phase d'approche, la seule différence tient à une hauteur de décision plus basse dans le cas d'une approche de catégorie II. La principale différence entre les deux catégories réside dans les exigences relatives à l'approche et au balisage lumineux. Il apparaît clairement dans l'annexe A que le balisage lumineux exigé pour une approche de catégorie II est nettement supérieur à celui exigé pour une approche de catégorie I. Plus précisément, ce balisage lumineux d'approche est plus élaboré et bidimensionnel, ce qui permet au pilote de garder facilement les ailes de son avion à l'horizontale et de déterminer clairement

le centre de la trajectoire d'approche. De plus, les 3000 premiers pieds de la piste bénéficient d'un balisage lumineux bidimensionnel, avec des feux d'axe de piste et de zone de toucher des roues en plus des feux de bord de piste.

La réglementation canadienne permet de faire des approches de catégorie I dans des conditions météorologiques équivalentes ou inférieures aux minimums d'atterrissage de catégorie II. Toutefois, les exigences relatives à l'équipement au sol et à l'équipement pour l'aéronautique, aux procédures et aux équipages de conduite sont beaucoup plus sévères dans le cas des approches de catégorie II⁸.

Aux dires de l'équipage de conduite, une fois l'avion immobilisé sur la piste, la luminosité des feux de bord de piste ne lui avait pas semblé suffisante pour correspondre à un réglage à l'intensité 5. Le réglage de l'intensité du balisage lumineux des pistes n'est pas enregistré; toutefois, les renseignements recueillis au cours de l'enquête appuient la conclusion voulant que le balisage lumineux a été fort probablement réglé à l'intensité 5 au moment de l'approche et de l'atterrissage, ainsi qu'un certain temps après les faits dans le but de faciliter les déplacements des véhicules des services SLIA et de l'aéroport en direction et en provenance de l'avion.

Pour garantir le maintien de l'éclat ou de la visibilité du balisage lumineux d'un aéroport, il faut s'assurer que le système de production d'énergie fournit la puissance nécessaire, que le circuit d'alimentation en énergie est en bon état et que les feux sont utilisables et exempts de contamination. Le balisage lumineux de piste est entretenu par la Edmonton Regional Airport Authority (ERAA). Les dossiers d'inspection ont montré que les aides visuelles étaient surveillées et entretenues sur une base quotidienne. Ces aides comprennent les feux comme tels ainsi que les structures qui les supportent, tout comme les circuits de balisage lumineux et le système de production d'énergie. Le 15 janvier 2004, Transports Canada avait procédé à une inspection du balisage lumineux d'approche et de bord de piste de la piste 12, et ce balisage respectait les normes pertinentes du TP 312; toutefois, il n'y avait aucune norme de Transports Canada avec lesquelles comparer les mesures du circuit électrique et de la production d'énergie. Les enquêteurs ont eu recours à la circulaire consultative 150/5340-26 de la *Federal Aviation Administration* pour obtenir des exemples suggérant des pratiques de maintenance et des tolérances de l'équipement afin de pouvoir faire des comparaisons.

Une vérification indépendante organisée par l'ERAA a permis d'établir que les aides visuelles étaient entretenues conformément aux normes de l'industrie. Un essai effectué par le Laboratoire technique du BST le 15 juin 2004 a montré que les feux de bord de piste de la piste 12 produisaient l'intensité lumineuses requise au réglage 5. Deux feux de bord de piste ayant été soumis à l'essai ne respectaient pas les directives du TP 312, puisqu'ils n'étaient pas alignés à un demi degré près par rapport à l'orientation de la piste. L'effet sur la luminosité générale causé par ce mauvais alignement n'est pas connu.

⁸ L'article 602.128 (Minimums d'atterrissage) du *Règlement de l'aviation canadien* ainsi que le *Manuel d'exploitation tous temps* (Catégories II et III) (TP 1490F) détaillent les exigences propres aux approches de catégorie II.

Une inspection des antennes et des locaux techniques des dispositifs d'alignement de piste et d'alignement de descente effectuée après les faits a montré que tous les systèmes étaient opérationnels, aucune anomalie n'ayant été découverte ou indiquée pour la période correspondant à l'approche et à l'après-toucher des roues. Les enquêteurs du BST ont pu observer les antennes et les locaux techniques environ deux heures après les faits, et aucune anomalie n'a été constatée.

Le 27 février 2004, NAV CANADA a procédé à une inspection en vol de l'ILS de la piste 12 à CYEG. Le rapport a conclu que l'ILS (tant l'alignement de piste que l'alignement de descente) respectait les tolérances telles qu'elles sont décrites dans les normes de l'Organisation de l'aviation civile internationale. L'écart maximal de l'alignement de piste enregistré aux minimums (200 pieds agl, 0,55 mille marin du seuil de la piste) était de 7uA (microampères), ce qui correspond à un écart de 21,3 pieds à gauche de l'axe de la piste.

Analyse

Au moment des faits, l'ensemble des systèmes de l'avion, de l'équipement de l'aéroport et des installations de NAV CANADA fonctionnait tel que prévu et était entièrement opérationnel. L'analyse va se concentrer sur les raisons pouvant expliquer pourquoi il y a eu perte des références visuelles à un moment critique de l'approche ainsi que sur les risques associés à l'exécution d'approches d'une piste de catégorie I par une visibilité se traduisant par une RVR de 1200 pieds.

La position exacte de l'avion par rapport à l'axe de la piste après le survol du seuil n'a pu être établie. La position dérivée du rapport du Laboratoire technique du BST indique que l'avion se trouvait quelque peu à droite de l'axe, ce qui résultait probablement d'une action sur les commandes par le pilote après le débrayage du pilote automatique. L'utilisation du mode VOR/LOC en approche n'a eu aucune incidence sur la stabilité de l'approche ni sur l'éventuelle position de l'avion, une fois celui-ci au-dessus de la piste. Toutefois, au niveau de la sécurité, le mode VOR/LOC ne permet pas de bénéficier de certaines améliorations que le pilote automatique peut offrir en mode AUTO APP lorsque l'avion se trouve très près du sol.

Le commandant de bord a établi le contact visuel avec la piste et a poursuivi l'approche. Au début, il a été possible de voir les feux stroboscopiques à haute intensité du balisage lumineux d'approche, avant d'arriver aux minimums et en y arrivant, suivis des feux de bord de piste. Au moment de l'arrondi, l'avion s'est trouvé dans une zone où la visibilité diminuait, les seules références étant les feux de bord de piste. Ceux-ci n'ont pas été suffisants pour permettre un guidage visuel. La forte inclinaison de 16° à gauche prise par le commandant de bord alors que l'avion ne se trouvait plus qu'à 40 pieds au-dessus de la piste et l'atterrissage brutal sous une force d'accélération de 2,3 g constituent une autre indication de la qualité des références visuelles.

Une fois l'avion immobilisé, l'équipage de conduite a trouvé que les feux de piste étaient difficiles à voir et réglés à intensité réduite. Comme l'équipement de production d'énergie et le circuit du balisage lumineux respectaient les normes de l'industrie et des fabricants, il est fort probable que les feux de bord de piste et les feux d'approche produisaient la luminance qu'ils

étaient censés produire. L'intensité réduite observée par l'équipage de conduite est peut-être attribuable au brouillard épais qu'il y avait à ce moment-là, brouillard que le personnel SLIA se rendant sur les lieux a décrit comme donnant une visibilité de seulement 100 à 300 pieds.

Avant que l'événement ne se produise, les membres d'équipage étaient éveillés depuis près de 24 heures, et cette longue période de veille a peut-être entraîné une certaine dégradation de leur rendement. Il n'a pas été possible de déterminer jusqu'à quel point la fatigue avait pu jouer un rôle dans cet événement, mais la dégradation du rendement de l'équipage de conduite d'un appareil commercial constitue une menace importante à la sécurité des opérations aériennes.

La rubrique 4.1.3.3 du *Manuel d'exploitation* de First Air permettait aux membres d'équipage de conduite de faire repartir leur journée de service de zéro à condition qu'ils puissent bénéficier d'au moins huit heures consécutives de sommeil. Cette politique faisait abstraction du fait que l'équipage devait bénéficier d'un sommeil réparateur suffisant. Qui plus est, cette politique ne traite pas de l'obligation voulant que l'équipage de conduite bénéficie de la période de sommeil qu'il lui faut pour modifier suffisamment son rythme circadien afin d'être en pleine possession de ses moyens pendant un quart de travail de nuit. La réglementation de Transports Canada portant sur les limites des temps de service de vol et des périodes de repos ne traite pas de l'obligation d'être en pleine possession de ses moyens.

Les membres d'équipage n'ont pas utilisé les SOP de First Air pendant l'approche PMA. Toutefois, ils ont eu recours à des SOP qu'ils connaissaient bien tous les deux, et la coordination entre les membres d'équipage a été maintenue tout au long de l'approche. Le non-respect des SOP de l'entreprise ne peut être considéré comme un facteur contributif à l'incident. Quand l'excursion hors piste est inopinément survenue, le copilote a réagi instinctivement en annonçant une remise des gaz et en commençant à pousser sur les manettes de gaz, ce qui était contraire aux SOP de First Air. Ce problème de coordination entre les membres d'équipage n'a pas contribué à l'incident, puisque le commandant de bord, qui était aux commandes, a immédiatement réduit la puissance.

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

LP 026/2004 – FDR/CVR Analysis (Analyse de FDR/CVR)

LP 054/2004 – Runway Edge Lighting (Balisage lumineux de bord de piste)

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

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Aux prises avec une visibilité qui se détériorait et ne pouvant compter que sur les feux de bord de piste pour se guider, le commandant de bord n'a pas réussi à manoeuvrer l'avion de façon à ce que celui-ci reste dans les limites de la piste.

Faits établis quant aux risques

1. La réglementation canadienne permet de faire des approches de catégorie I dans des conditions météorologiques équivalentes ou inférieures aux minimums d'atterrissage de catégorie II sans qu'il soit possible de tirer avantage des exigences d'exploitation propres aux approches de catégorie II – dans le présent incident, le manque d'un balisage lumineux de piste suffisant.
2. L'approche a été effectuée en mode VOR/LOC plutôt qu'en mode AUTO/APP, ce qui n'a pas permis de bénéficier de la propriété de désensibilisation du pilote automatique pendant que l'avion suivait le faisceau du radiophare d'alignement de piste.
3. Ni le *Règlement de l'aviation canadien* ni le *Manuel d'exploitation* de First Air n'offrent des moyens de défense suffisants contre la programmation de périodes de service prolongées des équipages de manière à ce que les longues périodes d'éveil, le manque de sommeil réparateur et les brusques changements de quart de travail ne viennent pas nuire au rendement des équipages.

Autre fait établi

1. L'équipage de conduite ne suivait pas les SOP de First Air devant servir pendant les approches PMA.

Mesures de sécurité prises

Transports Canada

Par le passé, le BST a déjà identifié des manquements à la sécurité découlant de l'exécution d'approches par mauvaise visibilité. Le BST a enquêté sur un accident à l'atterrissage survenu à Fredericton, au cours duquel les conditions météorologiques au moment de l'accident étaient les suivantes : visibilité verticale de 100 pieds avec ciel obscurci, visibilité horizontale de 1/8 de mille dans du brouillard et portée visuelle de piste de 1200 pieds. Le 20 mai 1999, le BST a publié le rapport A97H0011, dont voici un extrait :

Toutefois, comme le montre le présent accident, la réglementation canadienne permet aux équipages de faire des approches de catégorie I dans des conditions météorologiques égales ou inférieures aux minima exigés pour un atterrissage de catégorie II sans être tenus de respecter les exigences opérationnelles associées aux approches de catégorie II. Par conséquent, pour réduire les risques d'accidents en approche et à l'atterrissage par mauvais temps, le Bureau recommande que :

Le ministère des Transports réévalue les critères d'approche et d'atterrissage de catégorie I (de façon à ce que les minima météorologiques correspondent aux exigences opérationnelles) dans le but de garantir un niveau de sécurité équivalent à celui fourni par les critères de catégorie II.

[Voir l'annexe A du présent rapport pour connaître les différences entre les approches de catégorie I et celles de catégorie II.]

Des modifications au *Règlement de l'aviation canadien* proposées par Transports Canada afin d'améliorer la sécurité des approches par mauvaise visibilité, ont été publiées dans la Partie I de la *Gazette du Canada* le 20 novembre 2004 et une période de 30 jours a été accordée au public pour faire des commentaires. Une fois ces commentaires étudiés, on mettra la dernière main à la réglementation avant que celle-ci ne soit publiée dans la Partie II de la *Gazette du Canada*. Cette réglementation aidera à harmoniser les dispositions canadiennes avec les normes internationales et répondra aux recommandations du BST.

Le 18 mai 2004, le BST a envoyé à Transports Canada une lettre d'information sur la sécurité (A040029) pour informer le Ministère de l'absence d'une norme pertinente en matière de pratiques de maintenance préventive et régulière des aides visuelles aux aéroports. Le 6 juillet 2004, Transports Canada a répondu à cette lettre d'information en indiquant que la norme actuelle décrite dans le TP 312 donnait suffisamment de conseils aux exploitants d'aéroport en matière de normes de maintenance.

Bradley Air Services Ltd. (First Air)

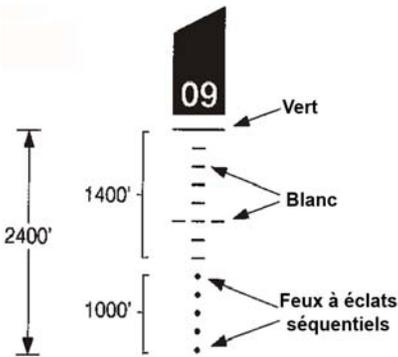
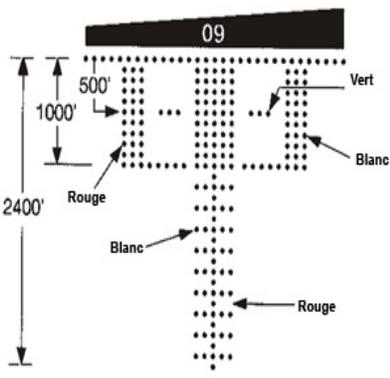
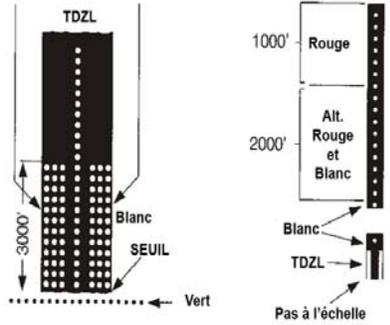
First Air a modifié l'horaire des vols d'affrètement minier, et ceux-ci ont maintenant lieu de jour, ce qui évite aux équipages de conduite d'avoir à passer d'un quart de jour à un quart de nuit dans le cadre de l'horaire.

First Air a apporté des modifications aux SOP par mauvaise visibilité et aux SOP relatives aux PMA applicables à l'exploitation du B-737, qui font en sorte que le pilote automatique doit maintenant être en mode AUTO/APP s'il est utilisé au-dessous de la hauteur de décision.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 17 mai 2005.

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

Annexe A – Différences entre les approches de catégorie I et celles de catégorie II

	Catégorie I	Catégorie II
Visibilité	1200 RVR A, 600 RVR B	1200 RVR A, 600 RVR B
Hauteur de décision	≥ 200 pi	≥ 100 pi
Balisage lumineux	<p>Dispositif lumineux simplifié d'approche de précision à feux indicateurs d'alignement de piste (SSALR) :</p>  <p>LONGUEUR NORMALE 2400'</p>	<p>Balisage lumineux d'approche à haute intensité (ALSF-2) :</p>  <p>LONGUEUR NORMALE 2400'</p> <p>BALISAGE DE ZONE DE POSER ET DE FEUX D'AXE DE PISTE</p>  <p>1000' Rouge 2000' Alt. Rouge et Blanc Blanc TDZL Pas à l'échelle</p>
Équipement	Conformément au RAC 605.18	Tel que prévu dans la liste d'équipement minimal de l'avion et tel qu'approuvé par Transports Canada en plus des éléments énumérés au RAC 605.18. Le <i>Manuel d'exploitation tous temps</i> (TP 1490) et l'autorisation d'effectuer des approches de CAT II/III au RAC 705.38
Formation	Une qualification sera annotée, une fois les exigences de la qualification satisfaites, tel que le prévoit le RAC 401.46.	