

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A01A0028

SORTIE EN BOUT DE PISTE

BOEING 737-200 C-GDCC
EXPLOITÉ PAR ROYAL AVIATION INC.
À L'AÉROPORT INTERNATIONAL DE ST. JOHN'S
(TERRE-NEUVE)
LE 4 AVRIL 2001

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

Rapport d'enquête aéro-nautique

Sortie en bout de piste

Boeing 737-200 C-GDCC
exploité par Royal Aviation Inc.
à l'Aéroport international de St. John's
(Terre-Neuve)
le 4 avril 2001

Rapport numéro A01A0028

Sommaire

L'avion cargo de type Boeing 737-200 immatriculé C-GDCC, portant le numéro de série 20681 et à bord duquel se trouvent deux pilotes, effectue, à l'aide du système d'approche aux instruments, une approche sur la piste 16 de l'Aéroport international de St. John's (Terre-Neuve). Après le toucher des roues, l'avion sort en bout de piste et fini sa course dans de la neige épaisse à quelque 75 pieds au-delà de l'extrémité départ de la piste. Les deux pilotes s'en sortent indemnes; l'avion est lourdement endommagé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le 3 avril 2001 à 23 h 20, heure avancée de Terre-Neuve¹, le Boeing 737-200 du vol de Royal Cargo quitte Mirabel (Québec) avec à son bord deux pilotes pour effectuer, selon les règles de vol aux instruments, un vol à horaire fixe de transport de fret. L'appareil effectuait la liaison Hamilton (Ontario) - Mirabel - Halifax (Nouvelle-Écosse) - St. John's (Terre-Neuve) - Mirabel. Le vol entre Mirabel et Halifax se déroule sans incident. Avant de quitter Halifax, le pilote aux commandes (PF) reçoit du centre de régulation de la compagnie les derniers renseignements météorologiques en prévision du vol vers St. John's; il ne demande ni ne reçoit les derniers Avis aux aviateurs (NOTAM). À 5 h 45, l'avion quitte Halifax à destination de St. John's. Le PF, qui était passé commandant de bord depuis peu, termine sa formation en ligne.

Le commandant de bord instructeur, qui occupe les fonctions de pilote non aux commandes (PNF), était en place droite. Après le départ de Halifax, il communique avec la station d'information de vol (FSS) de Halifax et il obtient les dernières conditions météorologiques de St. John's, le message d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR) de

5 h 30. Les conditions météorologiques sont les suivantes : vent du 050° magnétique (M) à 35 noeuds avec rafales à 40 noeuds; visibilité de 1 mille terrestre dans de la neige légère et de la poudrière; plafond à 400 pieds avec ciel couvert; température de -1° C; point de rosée de -2° C; et calage altimétrique de 29,41 pouces de mercure. La FSS transmet les comptes rendus de l'état de la surface des pistes (RSC) pour les deux pistes (11/29 et 16/34), y compris des lectures de coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI) de 0,25 pour la piste 11/29 et de 0,24 pour la piste 16/34. De plus, le spécialiste de la FSS fournit les NOTAM intéressant St. John's, lesquels comprennent un NOTAM publié cinq heures plus tôt et annonçant que le système d'approche aux instruments (ILS) de la piste 11 est inutilisable. L'équipage de conduite avait initialement prévu de faire une approche ILS sur la piste 11 de St. John's et de s'y poser. Compte tenu des conditions météorologiques à la limite de l'acceptable, de l'impossibilité d'utiliser la piste 11/29 et de sa plus grande expérience, le commandant de bord instructeur décide de changer de place avec l'autre pilote et d'assumer les tâches et la totalité des responsabilités de commandant de bord et de PF. Le retour vers Halifax n'est pas envisagé car l'avion aurait été en surcharge à l'atterrissage. L'équipage discute aussi de détourner le vol vers l'aéroport de décollage; toutefois l'équipage est d'avis qu'il peut se poser en toute sécurité à St. John's.

À 6 h 38 min 27 s, le PF communique avec la tour de St. John's pour demander si l'approche de la piste 34 est toujours possible. On lui répond que la piste 34 est probablement la seule possibilité à cause du vent soufflant du 050° M (selon les estimations) à 35 noeuds avec des rafales à 40 noeuds. L'ILS de la piste 11 n'est pas utilisable, tout comme le radiophare d'alignement de descente de la piste 29. Les seules approches aux instruments disponibles doivent se faire à l'aide du faisceau arrière du radiophare de la piste 34 ou de l'ILS de la piste 16. De plus, vers 6 h 38, le contrôleur du centre de contrôle régional (ACC) de Gander suggère à l'équipage d'obtenir le message de 6 h 30 du service automatique d'information de région terminale (ATIS) de St. John's. Ce message ATIS fait état d'un vent de surface soufflant du 055° M à 20 noeuds avec des rafales à 35 noeuds. Le PNF essaye d'obtenir le message ATIS; toutefois, à cause d'un message échangé simultanément sur la seconde radio VHF entre le PF et la tour de St. John's, le message ATIS n'est pas reçu.

À 6 h 41, le PNF communique avec l'ACC de Gander, lequel signale un vent à St. John's soufflant du 040° M à 13 noeuds avec des rafales à 18 noeuds. Le PNF fait remarquer au PF la différence entre les deux comptes rendus du vent; toutefois, il n'y a aucun accusé de réception quant à l'importance de cette différence. Il a été

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée de Terre-Neuve (temps universel coordonné moins deux heures et demie).

établi par la suite que cette différence était attribuable à un anémomètre qui avait cessé de fonctionner à cause des précipitations verglaçantes à St. John's. L'anémomètre fournissait à l'ACC de Gander une lecture directe des renseignements erronés sur le vent. L'ACC de Gander, n'étant pas au courant de ce problème de fonctionnement, transmet sans le savoir des mauvais renseignements sur le vent à l'équipage de conduite.

À 6 h 44, l'ACC de Gander transmet un message de renseignements météorologiques significatifs (SIGMET), publié à 4 h 12 et valide entre 4 h 15 et 8 h 15, lequel inclut St. John's. Le SIGMET prévoit de violentes turbulences mécaniques au-dessous de 3 000 pieds, et ce, à cause des rafales de vent de surface dépassant les 50 noeuds. Toutefois, il se peut que l'équipage n'ait pas écouté le message en question : pendant que l'ACC transmet le SIGMET, l'équipage est en train de discuter de l'application d'un vent trois-quarts arrière de 18 noeuds pour l'approche de la piste 16. Ce vent arrière est bien inférieur aux 50 noeuds dont faisait état le SIGMET. L'équipage n'accuse réception du SIGMET que lorsque le contrôleur lui demande de le faire.

Avant la descente vers St. John's, l'équipage discute des diverses possibilités d'approche. L'approche de la piste 11 n'est pas retenue vu que l'ILS était inutilisable, et celle de la piste 34 est éliminée, car les conditions météorologiques sont au-dessous des minima d'approche publiés pour cette piste. L'équipage discute d'une approche ILS de la piste 16; malgré les réserves exprimées par le PNF sur le vent arrière, il est décidé de tenter cette approche, car le vent communiqué par l'ACC de Gander se trouve dans les limites d'atterrissage de l'avion. Pendant les calculs de la vitesse d'approche effectués en prévision de l'approche, il y a une certaine confusion pendant l'application, à la vitesse de référence d'atterrissage (V_{ref}), des corrections tenant compte du vent arrière et des rafales. L'équipage a correctement établi une V_{ref} indiquée de 132 noeuds (KIAS) avec volets sortis à 30° et, en fin de compte, il en arrive à une vitesse d'approche de 142 KIAS. Les calculs de la vitesse d'approche sont tirés des mauvais renseignements sur le vent transmis par l'ACC de Gander; de plus, l'équipage a ajouté 5 noeuds à la vitesse d'approche nominale ($V_{ref} + 5$ noeuds) pour tenir compte des rafales, ce qui donne $V_{ref} + 10$ noeuds. Ce calcul incorrect (l'ajout d'un facteur pour les rafales) était conforme aux pratiques de la compagnie, au moment de l'accident. De plus, l'équipage a du mal à exécuter les listes de vérifications à l'approche et à l'atterrissage; il y a plusieurs points manqués et tentatives répétées en essayant de venir à bout des listes.

L'autorisation d'approche ILS de la piste 16 est obtenue auprès de l'ACC de Gander, puis on demande à l'équipage de communiquer avec la tour de St. John's. Un peu plus de deux minutes avant l'atterrissage, la tour fait savoir que le vent soufflait du 050° M (selon les estimations) à 20 noeuds avec des rafales à 35 noeuds et transmet le message suivant portant le RSC de la piste 16 :

[TRADUCTION]

Sur une largeur de 170 pieds et sur la pleine longueur, surface avec 30 % de très légère poussière de neige et 70 % de neige compacte et de glace; pour le reste, 20 % de neige légère, 80 % de neige compacte et de glace, cordon de neige sur le côté est de la piste; coefficient de frottement de 0,20; et température de -1 °C à 9 h 25.

L'avion survole le repère d'approche finale sur la trajectoire de descente de l'ILS et à 150 KIAS. Pendant l'approche finale, la vitesse augmente régulièrement pour atteindre 180 KIAS (soit une vitesse sol de 190 noeuds); l'avion demeure sur la trajectoire de descente avec une vitesse descensionnelle de 1 000 pieds/minute.

À partir de 1 000 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl), il n'y a aucune annonce de vitesse; les annonces d'altitude sont faites et il y a accusé réception. Il est dit, dans le manuel d'exploitation du Boeing 737 de Royal, que le PNF doit annoncer tout écart important par rapport à une vitesse programmée. En franchissant 900 pieds

asl en descente, l'avion rencontre de la turbulence qui se traduit par des mouvements intempestifs en tangage et en roulis et par des fluctuations de la vitesse de ± 11 noeuds. À quelque 300 pieds au-dessus de la hauteur de décision, l'équipage établit le contact visuel avec les références nécessaires à l'atterrissage.

Environ une minute avant l'atterrissage, la tour de St. John's transmet la portée visuelle de piste, répète le vent de surface (050° M [selon les estimations] à 20 noeuds avec des rafales à 35 noeuds) et donne l'autorisation d'atterrissage à l'avion; c'est le PNF qui accuse réception de ces renseignements.

L'avion se pose à une vitesse de 164 KIAS (27 KIAS au-dessus de la vitesse à l'atterrissage V_{ref} souhaitée), 2 300 à 2 500 pieds² au-delà du seuil. Au toucher des roues, la vitesse sol au radar est de 180 noeuds. Il a été établi qu'à ce moment, le vent souffle environ du 050° M à 30 noeuds. Peu après le toucher des roues, les aérofreins et les inverseurs de poussée ont été sortis, et un rapport de pression moteur (EPR) de 1,7 est atteint 10 secondes après le toucher des roues. La décélération longitudinale est de $-0.37g$ 1,3 seconde après le toucher des roues, ce qui permet de penser qu'un niveau significatif de véritable freinage a été atteint. Alors qu'il reste encore quelque 1 100 pieds de piste et que l'avion atteint la vitesse de 64 KIAS, l'inversion de poussée augmente pour atteindre un EPR d'environ 1,97 au réacteur numéro 1 et d'environ 2,15 au réacteur numéro 2. Comme l'avion approche de l'extrémité de piste, le commandant de bord essaye de faire un virage à droite, vers l'intersection avec la voie de circulation Delta. Vingt-deux secondes après le toucher des roues, l'avion sort en bout de piste et poursuit sa course dans de la neige épaisse. Il finit sa course à quelque 75 pieds au-delà de la piste et à environ 53 pieds à la droite de l'axe de piste, sur un cap orienté au 235° M.

Renseignements sur le personnel

Les deux membres de l'équipage de conduite possédaient les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Au moment de l'accident, les deux pilotes étaient en service depuis quelque 9 heures, ce qui était dans les limites fixées par la réglementation. Selon l'information recueillie, le commandant de bord instructeur avait pris 8 heures de repos et était éveillé depuis 2 heures au moment de sa prise de service, tandis que le commandant de bord à l'entraînement avait pris quelque 3 heures de repos et était éveillé depuis 5 heures au moment de sa prise de service. La nuit avant le vol ayant mené à l'accident, les deux membres de l'équipage avaient effectué la même série de vols que celle prévue la nuit de l'accident, vols débutant et se terminant à Mirabel. Ils avaient bénéficié de 11 heures libres entre ces deux séries de vol. Les deux membres de l'équipage avaient bénéficié de trois jours de repos avant d'entreprendre ces deux séries de vols de nuit.

Renseignements météorologiques

Au moment de l'accident, un système dépressionnaire était centré à quelque 180 milles marins au sud de St. John's. La prévision d'aérodrome (TAF) intéressant l'aéroport de St. John's indiquait des vents forts, un plafond bas et une faible visibilité dans de la neige légère et de la poudrerie.

Le METAR de 6 h 30 de St. John's faisait état de conditions météorologiques similaires à celles prévues dans le TAF, à savoir un vent de surface soufflant du 050° M à 20 noeuds avec des rafales à 35 noeuds. Les renseignements sur le vent de surface étaient des estimations à cause de la panne de l'anémomètre à l'aéroport; cet instrument n'a pas été disponible à partir de 2 h, et ce, jusque plus tard après l'accident. L'expression « selon les estimations » n'a pas été incluse dans les METAR de 5 h 30 et 6 h 30 de St. John's.

² Le point de toucher des roues a été fixé à l'aide des données de l'enregistreur de données de vol et du radar.

Les renseignements sur le vent transmis à l'équipage par l'ACC de Gander étaient erronés : les renseignements sur le vent de surface provenant du contrôleur de l'espace aérien inférieur de Gander étaient une lecture directe de l'anémomètre défectueux à St. John's. Les autres renseignements transmis à l'équipage étaient affichés sur un écran à la portée du contrôleur; les renseignements ainsi affichés ne faisaient pas mention du fait que le vent de surface à Gander ne constituait qu'une estimation. En vertu d'une procédure non écrite, le spécialiste de la FSS de St. John's devait informer le coordonnateur des opérations techniques de l'ACC de Gander de toute anomalie, le coordonnateur des opérations techniques devant quant à lui aviser le contrôleur. Le spécialiste de la FSS n'a pas informé le coordonnateur des opérations techniques du problème d'anémomètre et, par conséquent, le contrôleur ne savait pas que la lecture du vent donnée par cet instrument était erronée. Les renseignements sur le vent transmis à l'équipage par la tour de contrôle de St. John's avaient été transmis directement par le spécialiste de la FSS de St. John's et ne comprenaient par l'expression « selon les estimations » .

Renseignements sur l'aéronef

L'avion était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. La masse et le centrage se trouvaient dans les limites permises. L'appareil a subi d'importants dommages résultant de l'impact contre les feux d'extrémité de piste et contre la neige épaisse et très compacte à l'extrémité de la piste 16. Les deux réacteurs ont subi des dommages internes, et le réacteur gauche s'est détaché de l'aile. Le pneu extérieur du train principal droit s'est rompu suite à l'impact contre un feu d'extrémité de piste.

Les pneus intérieurs des trains d'atterrissage principaux gauche et droit présentaient une abrasion de la bande de roulement sur la totalité de leur circonférence; la bande de roulement des pneus extérieurs ne présentait pas de dommages. Il est difficile de savoir pourquoi seuls les pneus intérieurs présentaient une abrasion; une différence d'efficacité des dispositifs d'antidérapage intérieur et extérieur ou encore une différence de pression des pneus pourrait être une explication possible. De plus, l'avion a décéléré relativement rapidement après le toucher des roues à St. John's, et ce, avant le recours à l'inversion de poussée. Le freinage efficace des roues permet de dire qu'il n'y a pas eu aquaplanage.

Performances d'atterrissage de l'aéronef

L'équipage s'est servi du tableau des performances d'atterrissage sur piste glissante avec volets sortis à 30° qui se trouvait dans le manuel de références rapides (*Quick Reference Manual*) pour calculer la distance nécessaire à l'atterrissage. Ce tableau, présenté par le constructeur, fait appel à un coefficient de frottement de freinage roues au sol (μ_{b}) plutôt qu'au CRFI. Le μ_{b} n'est pas communiqué au Canada : par conséquent, pour pouvoir utiliser le tableau, il faut convertir le CRFI en un μ_{b} équivalent. L'équipage n'avait pas de moyen de conversion à portée de la main, ce qui limitait l'utilité de ce tableau. L'équipage a converti le CRFI en μ_{b} à l'aide d'une règle simple consistant à diviser le CRFI par deux ($0,2 \text{ CRFI} = 0,1 \mu_{\text{b}}$).

En prenant une masse de 101 000 livres pour l'avion et une estimation du μ_{b} , l'équipage a calculé que, par vent nul, la distance d'atterrissage serait de 4 200 pieds. En vertu du tableau, il faut ajouter à cette distance 50 pieds par noeud de vent arrière. Le commandant de bord avait calculé une composante de vent arrière de 10 noeuds, d'où l'ajout de 500 pieds à la distance d'atterrissage pour en arriver à un total de 4 700 pieds. L'équipage croyait que la longueur de piste utilisable à l'atterrissage sur la piste 16 était de 7 500 pieds, alors qu'elle était en réalité de 7 000 pieds.

Le manuel d'exploitation de Boeing précise qu'il faudrait garder une correction pour les rafales jusqu'au toucher des roues et que la vitesse d'approche minimale ($V_{\text{ref}} + 5$ noeuds) devrait repasser à V_{ref} à l'approche du toucher des roues. Le manuel indique également qu'aucune correction pour le vent ne devrait être appliquée à V_{ref} en cas de vent arrière. Le manuel insiste sur l'importance de bien maîtriser la vitesse en cas d'atterrissage sur une piste glissante. L'équipage concerné ainsi que les pilotes instructeurs de la compagnie croyaient que la composante établie de vent arrière ainsi que la totalité des rafales devaient être ajoutées à la vitesse d'approche.

Des calculs effectués par l'avionneur pour illustrer l'atterrissage à partir de la masse à l'atterrissage de l'avion accidenté, d'un μ_{b} de 0,075 (l'équivalent du CRFI communiqué) et d'une vitesse sol de 180 noeuds au toucher des roues effectué au point nominal de 1 000 pieds, ont montré que la distance nécessaire pour immobiliser l'appareil sur la piste aurait été de quelque 5 600 pieds après le point de toucher des roues. La distance d'atterrissage nécessaire aurait donc été de 6 600 pieds. Ces calculs ont été vérifiés au cours de vols représentatifs effectués en simulateur. Un atterrissage avec volets sortis à 40° aurait permis à l'avion de s'immobiliser sur une distance plus courte d'environ 200 pieds.

Enregistreurs de vol

Un enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) L3 Communications et un enregistreur de données de vol (FDR) Honeywell ont été déposés de l'avion et envoyés au Laboratoire technique du BST pour y être analysés. Les deux enregistreurs étaient en bon état de fonctionnement et ont fourni des données utilisables.

Renseignements sur l'organisme et sur la gestion

Au moment de l'accident, Royal Cargo était exploité par l'entremise de Royal Aviation Inc., entreprise qui possédait un certificat d'exploitation aérienne approuvé et en état de validité. La

Royal Aviation exploitait le Boeing 737 dans les configurations passagers et cargo en vertu de l'article 705 — Exploitation d'une entreprise de transport aérien du *Règlement de l'aviation canadien*.

Deux systèmes de contrôle d'exploitation distincts, un de type A et l'autre de type C, étaient utilisés. Les avions de transport de passagers étaient autorisés à partir en vertu du système de type A, tandis que les avions cargo l'étaient en vertu du système de type C. Dans un système de type A, un vol fait l'objet d'une régulation en co-responsabilité, et le régulateur doit assurer une surveillance du vol³, ce qui l'oblige notamment à garder le commandant de bord au courant de la totalité des facteurs et des conditions (comme les NOTAM pertinents) intéressant le vol. Le vol ayant mené à l'accident faisait appel au système de contrôle d'exploitation de type C, et la régulation était placée sous la seule responsabilité du pilote; le vol comme tel n'était assujéti qu'à la procédure de suivi du vol⁴ de la part du régulateur. Une directive émise par la compagnie à l'intention des régulateurs de vol précisait cependant que les opérations de la compagnie devaient mettre à jour les conditions météorologiques et les NOTAM [TRADUCTION] « uniquement en cas de changements importants ou d'une modification dans les prévisions ».

Fatigue

Les vols de nuit perturbent les habitudes de sommeil et sont réputés engendrer de la fatigue. De plus, il est connu que la partie du jour pendant laquelle une personne travaille et l'horloge biologique d'une personne ont des effets beaucoup plus importants sur la vigilance que n'en a le nombre total d'heures consécutives de travail. La vigilance est à son plus bas entre 3 h et 5 h, et une augmentation de la fatigue entraîne généralement une baisse de la vigilance. C'est le niveau de vigilance qui détermine comment une personne va réussir à bien s'acquitter de ses tâches. Quand l'équipage a quitté Halifax, il y a tout lieu de croire que son niveau de fatigue était à son plus haut, et son niveau de vigilance à son plus bas.

Parmi les indicateurs connus de fatigue et de moins bonne vigilance, mentionnons les sautes d'humeur, le fait de ne pas suivre ou l'oubli de vérifications ou de procédures normales, une moins bonne attention, le fait de sauter ou de mal placer des éléments dans des tâches séquentielles, une préoccupation pour des tâches ou des éléments simples (attitude ancrée) et une propension à prendre des risques qui ne seraient normalement pas tolérés en cas de vigilance habituelle. De plus, des personnes fatiguées sont moins vigilantes et moins conscientes de leur baisse de rendement par rapport aux normes, et il est fréquent qu'elles ne se rendent pas compte qu'elles sont fatiguées ni que leur rendement en souffre.

³ *Surveillance du vol* signifie le fait de tenir à jour les données sur la progression du vol et de surveiller tous les facteurs et toutes les conditions qui peuvent influencer sur le plan de vol d'exploitation.

⁴ *Suivi du vol* signifie la surveillance de la progression d'un vol, la fourniture des renseignements opérationnels demandés par le commandant de bord, et le fait d'aviser les autorités appropriées de l'exploitant aérien et de recherches et sauvetage si le vol est en retard ou porté manquant. Le personnel de suivi des vols doit fournir au commandant de bord les renseignements météorologiques demandés sans analyse ni interprétation.

Analyse

Avant de quitter Halifax, le commandant de bord à l'entraînement n'a pas reçu de mise à jour des NOTAM de St. John's, ces renseignements n'ayant d'ailleurs pas été spécifiquement demandés. Si le fait d'obtenir des renseignements relatifs aux NOTAM est une composante élémentaire de la planification avant le départ, notamment dans le cas de vols effectués en vertu d'un système de contrôle d'exploitation de type C, les directives de la compagnie et les attentes de l'équipage étaient telles qu'il y aurait fourniture d'une mise à jour des NOTAM seulement en cas de modification importante. Une fois en vol, le commandant de bord instructeur s'est rendu compte que l'impossibilité d'utiliser la piste 11/19 nuisait considérablement aux conditions d'atterrissage attendues à St. John's. Compte tenu de son expérience relativement plus importante, il a décidé d'assumer toutes les fonctions de commandant de bord et de PF. Il y a eu une discussion quant à l'éventualité d'interrompre le vol et d'atterrir à l'aéroport de dégagement. Toutefois, malgré l'absence d'approche ILS à St. John's et l'obligation de faire un atterrissage sur une piste plus courte dans de mauvaises conditions météorologiques, cette éventualité n'est plus discutée pendant le reste du trajet.

Les performances d'atterrissage prévues par l'équipage de conduite étaient basées sur des renseignements erronés quant au vent de surface. Une fois la décision prise de faire une approche en vue d'un atterrissage sur la piste 16, l'équipage a reçu plusieurs messages indiquant que le vent de surface était beaucoup plus fort que celui utilisé et en a accusé réception. Toutefois, le commandant de bord à l'entraînement n'a questionné le commandant de bord qu'à une seule reprise à propos de la différence dans les comptes rendus du vent, et le commandant de bord n'a pas tenu compte de la remarque ou l'a laissée passer. Finalement, ils ont utilisé, parmi les divers comptes rendus, le vent le plus favorable pour planifier l'approche et l'atterrissage sur la piste 16.

En plus d'utiliser un vent erroné dans ses calculs d'approche et d'atterrissage, l'équipage a appliqué une mauvaise correction aux vitesses d'approche et d'atterrissage pour tenir compte du vent arrière. L'équipage a envisagé une compensation pour la distance supplémentaire nécessaire à l'atterrissage avec le vent arrière calculé. Toutefois, il n'a pas réalisé que le fait d'appliquer une mauvaise correction pour tenir compte du vent allait donner un excédent de vitesse en approche et à l'atterrissage. Cette situation a été exacerbée à la suite d'une mauvaise maîtrise de la vitesse en approche et au toucher des roues. Ce malentendu quant à l'application d'une correction pour le vent de la part d'un équipage expérimenté et d'un pilote instructeur de compagnie au sein d'une entreprise de transport aérien relativement bien établie constitue une lacune en matière de formation et d'exploitation qui aurait dû être décelée par Transports Canada.

Les calculs de la distance d'atterrissage fournis par l'avionneur ont confirmé que, même avec la vitesse plus élevée au toucher des roues, l'avion aurait dû pouvoir s'immobiliser sur la distance disponible s'il avait touché des roues à son point nominal situé à 1 000 pieds après le seuil de la piste.

L'équipage présentait de nombreux symptômes typiques de la fatigue. En voici certains, accompagnés d'exemples :

1. Une baisse de vigilance : malgré plusieurs indications trahissant des contradictions dans les renseignements sur le vent, l'équipage n'a pas réussi à établir les bonnes conditions.
2. Le fait de ne pas suivre ou l'oubli de vérifications ou de procédures normales : en approche finale, il n'y a pas eu les annonces de vitesse faisant partie des procédures d'utilisation normalisées (SOP).
3. Le fait de sauter ou de mal placer des éléments dans des tâches séquentielles : l'équipage a eu du mal à exécuter les vérifications en approche et avant l'atterrissage et à calculer les vitesses

d'approche.

4. Attitude ancrée : l'équipage a poursuivi le vol vers St. John's et a accepté sans se questionner des risques que n'auraient probablement pas acceptés la plupart des équipages. Le meilleur exemple en est que l'équipage a essayé de se poser, dans de mauvaises conditions météorologiques et avec un vent arrière soufflant en rafales, sur une piste contaminée relativement courte.

En somme, le rendement de l'équipage a été inférieur à celui auquel on pouvait s'attendre de la part d'un équipage expérimenté et entraîné. Malgré ce rendement inférieur à la normale, il n'a pas été possible d'établir si les membres d'équipage souffraient de fatigue.

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

LP 023/2001- *FDR/CVR Analysis* (Analyse du FDR et du CVR).

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Du fait de la vitesse excessive à l'atterrissage, du toucher des roues loin sur la piste et du faible coefficient de frottement sur la piste, l'avion est sorti en bout de piste.

Faits établis quant aux risques

1. Avant de quitter Halifax, l'équipage de conduite n'a pas demandé les avis aux aviateurs (NOTAM) signalant la panne du système d'approche aux instruments de la piste 11 de l'Aéroport international de St. John's et le régulateur n'a pas avisé l'équipage de ces avis.
2. Les renseignements sur la vitesse du vent à St. John's transmis au centre de contrôle régional de Gander étaient erronés, ce que le contrôleur ignorait.
3. L'équipage a appliqué des corrections de vent arrière conformément aux pratiques de la compagnie; toutefois, ces pratiques n'étaient pas conformes à celles mentionnées dans le manuel d'exploitation.

Mesures de sécurité

Nav Canada a publié un bulletin d'exploitation de station destiné à tout le personnel de la station d'information de vol de St. John's. Ce bulletin clarifiait la procédure à suivre pour communiquer des estimations sur le vent dans un message d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR). Nav Canada a aussi publié un bulletin à toutes les unités demandant part au personnel des services de circulation aérienne d'être vigilant lors de conditions givrantes, et faisant part des mesures à prendre s'ils soupçonnent que le givrage nuit au bon fonctionnement de l'anémomètre.

Transports Canada, par l'entremise d'une correspondance avec Nav Canada, a identifié un manquement à la sécurité au niveau du rendement inférieur des anémomètres en raison du givrage. Il a aussi demandé à Nav Canada d'apporter des modifications aux logiciels afin de supprimer les renseignements erronés sur le vent dans de telles conditions.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée par le Bureau le 19 mai 2003.

Rendez-vous sur le site Web du BST (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST et consulter sa documentation. Vous y trouverez aussi des liens vers d'autres organismes de prévention des accidents, ainsi que d'autres sites connexes.

Annexe A : Sigles et abréviations

ACC	centre de contrôle régional
asl	au-dessus du niveau de la mer
ATIS	service automatique d'information de région terminale
CRFI	coefficient canadien de frottement sur piste
CVR	enregistreur de la parole dans le poste de pilotage
EPR	rapport de pression moteur
FDR	enregistreur de données de vol
FSS	station d'information de vol
ILS	système d'approche aux instruments
KIAS	vitesse air indiquée en noeuds
M	magnétique
METAR	message d'observation météorologique régulière pour l'aviation
NOTAM	Avis aux aviateurs
PF	pilote aux commandes
PNF	pilote non aux commandes
RSC	état de la surface des pistes
SIGMET	message de renseignements météorologiques significatifs
SOP	procédures d'utilisation normalisées
TAF	prévision d'aérodrome
V _{ref}	vitesse de référence d'atterrissage