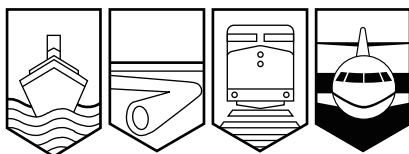


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A99A0100



SORTIE EN BOUT DE PISTE

FOKKER F28 MK 1000 C-GTIZ
EXPLOITÉ PAR INTER-CANADIEN
ST. JOHN'S (TERRE-NEUVE)
LE 1^{er} AOÛT 1999

Canada

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 aéronautique

Sortie en bout de piste

Fokker F28 Mk 1000 C-GTIZ
exploité par Inter-Canadien
St. John's (Terre-Neuve)
le 1^{er} août 1999

Rapport numéro A99A0100

Sommaire

L'appareil qui assurait le vol 2210 d'Inter-Canadien avait effectué une approche de nuit à l'aide du radiophare d'alignement de piste sur la piste 16 de l'aéroport de St. John's (Terre-Neuve) dans des conditions météorologiques de vol aux instruments. Le seuil de la piste 16 avait été décalé, faisant passer la longueur de piste utilisable de 7 000 à 5 530 pieds. La surface de la piste était mouillée, mais elle ne comportait pas d'eau stagnante. L'appareil a touché des roues à une vitesse de 118 noeuds, quelque 1 200 pieds après le seuil décalé de la piste. L'avion est sorti en bout de piste et s'est immobilisé à quelque 420 pieds au-delà de l'extrémité de piste; le train d'atterrissage avant s'est affaissé; 5 des 56 passagers et 2 des 4 membres d'équipage ont subi des blessures légères.

This report is also available in English.

Table des matières

1.0	Renseignements de base	1
1.1	Déroulement du vol	1
1.1.1	Préparation du vol	1
1.1.2	En route	1
1.1.3	Approche	1
1.1.4	Course à l'atterrissage	2
1.2	Victimes	3
1.3	Dommmages à l'aéronef	4
1.4	Autres dommages	4
1.5	Renseignements sur le personnel	4
1.5.1	Équipage de conduite	4
1.5.2	Personnel de cabine	4
1.6	Renseignements sur l'aéronef	5
1.6.1	Généralités	5
1.6.2	Maintenance de l'aéronef	5
1.6.2.1	Description des circuits de freinage	6
1.6.2.2	Vérification des circuits de freinage	6
1.6.3	Pneus du train principal	7
1.6.4	Système de sonorisation et d'interphone	7
1.6.5	Éclairage de secours de la cabine	7
1.6.6	Issues	7
1.7	Renseignements météorologiques	8
1.8	Aides à la navigation	8
1.8.1	Types d'approche	8
1.8.2	Indicateur visuel de pente d'approche	8
1.9	Renseignements sur l'aérodrome	9
1.10	Enregistreurs de bord	10
1.10.1	Enregistreur de données de vol	10
1.10.2	Enregistreur de la parole dans le poste de pilotage	10
1.11	Renseignements sur l'épave et sur l'impact	11
1.12	Incendie	11
1.13	Questions relatives à la survie des occupants	11
1.13.1	Directives données par le personnel de cabine concernant la position de sécurité	11
1.13.2	Directives données par l'équipage de conduite à la cabine	11
1.13.3	Intervention d'urgence complémentaire	11
1.14	Essais et recherches	12
1.15	Renseignements sur l'organisme et sur la gestion	12
1.16	Renseignements supplémentaires	12
1.16.1	SOP de la compagnie	12
1.16.2	Approches stabilisées	13
1.16.3	Régime d'atterrissage bas	13
1.16.4	Performances de l'aéronef	14
1.16.5	Hydroplanage	15
2.0	Analyse	17
2.1	Préparation du vol	17
2.2	Approche	17

2.3	Normes et pratiques recommandées en matière de balisage lumineux d'approche	17
2.4	Course à l'atterrissage	18
2.5	Freinage	18
2.6	Sécurité des passagers	19
2.6.1	Mesures prises par les agentes de bord	19
2.6.2	Configuration des postes des agentes de bord	19
2.6.3	Évacuation	19
2.6.4	Situation après l'évacuation	20
3.0	Conclusions	21
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	21
3.2	Faits établis quant aux risques	21
3.3	Autres faits établis	21
4.0	Mesures de sécurité	23
4.1	Mesures prises	23
4.1.1	Normes et pratiques recommandées en matière de balisage lumineux d'approche	23
4.1.2	Intervention d'urgence - Véhicules auxiliaires	23
5.0	Annexes	
	Annexe A - Schéma de l'atterrissage	25
	Annexe B - Liste des rapports de laboratoire	26
	Annexe C - Sigles et abréviations	27

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroutement du vol

1.1.1 Préparation du vol

Vers 20 h 15, heure avancée de l'Atlantique (HAA), l'équipage a signalé sa présence au régulateur de la compagnie qui se trouvait à Halifax (Nouvelle-Écosse). Le régulateur a alors fourni à l'équipage des renseignements météorologiques, des avis aux aviateurs (NOTAM), des devis de masse et centrage ainsi qu'une liste des points d'entretien différés (entre autres, le destructeur de portance avait été désactivé, comme le permettait la liste d'équipement minimal). Les tableaux des performances d'atterrissage pertinents ont été fournis.

1.1.2 En route

Le Fokker F28 Mk 1000 qui assurait le vol 2210 (ICN 2210) d'Inter-Canadien avait décollé de Halifax à 21 h 31 HAA pour un vol régulier à destination de St. John's (Terre-Neuve) avec à son bord 2 pilotes, 2 agentes de bord, 55 passagers et un pilote de la compagnie qui effectuait un vol de mise en place et qui occupait le strapontin du poste de pilotage.

Le vol de Halifax à St. John's s'est déroulé sans incident. La visibilité favorisait une approche sur la piste 16, mais une approche sur la piste 34 était également possible. L'équipage du vol ICN 2210 a demandé l'autorisation d'effectuer une approche sur la piste 16.

À 22 h 20, heure avancée de Terre-Neuve (HAT)¹, l'équipage d'un BAe 146 en approche sur la piste 16 a signalé qu'il apercevait les feux de balisage de l'aéroport, à 1 000 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl). L'équipage du vol ICN 2210 a avisé le centre de contrôle régional (ACC) qu'il allait poursuivre son approche de la piste 16 et qu'en cas d'approche interrompue, il tenterait une deuxième approche sur la piste 34. Le commandant de bord a expliqué l'approche pour la piste 16 au moyen du radiophare d'alignement de piste (LOC), en mentionnant une altitude de franchissement de la radioborne de 1 600 pieds et une altitude minimale de descente (MDA) de 1 000 pieds. Après avoir reçu l'autorisation de descendre à 4 000 pieds, l'équipage a commencé les vérifications avant descente et a calculé une vitesse de référence ($V_{\text{réf}}$) de 120 KIAS (vitesse indiquée en noeuds).

1.1.3 Approche

Le profil de vol de l'appareil a été reconstitué grâce aux données fournies par l'enregistreur de données de vol (FDR) et par le radar de contrôle de la circulation aérienne (ATC). À 23 h 16, l'appareil a été autorisé à effectuer une approche directe sur la piste 16 au moyen du LOC, et les volets ont été sortis à 11°. À 23 h 17, le pilote automatique s'est mis à mal fonctionner et il a été débrayé; le commandant de bord a piloté manuellement l'appareil pendant le reste de

¹ Les heures subséquentes sont exprimées en HAT (temps universel coordonné moins deux heures et demie).

l'approche. À peu près à ce moment, l'ACC a rappelé à l'équipage que le seuil de la piste était décalé et lui a demandé de passer sur la fréquence de la tour de St. John's. L'équipage a sorti le train, puis il a braqué les volets à 25° en passant 2 000 pieds en descente. La tour a signalé des vents du 240°M à 5 noeuds. Elle a également rappelé à l'équipage que le seuil de la piste avait été décalé de 1 470 pieds, et que le balisage lumineux de bord et de seuil de piste commençait au seuil décalé. En effectuant les vérifications avant atterrissage, l'équipage a confirmé que les destructeurs de portance étaient inutilisables et que le système d'antidérapage avait été vérifié et armé.

L'appareil a franchi la radioborne à l'altitude de franchissement, selon un cap au 169°M, à 154 KIAS. Il a amorcé la descente jusqu'à la MDA de 1 000 pieds asl, atteignant un taux de descente maximal de 1 300 pieds par minute (pi/min). À 2 milles marins (nm) du seuil décalé de la piste, l'appareil, qui volait à 150 KIAS, s'est momentanément mis en palier à la MDA, pour ensuite descendre jusqu'à quelque 900 pieds, altitude qu'il a maintenu pendant les 13 secondes qui ont suivi. L'équipage a établi le contact visuel avec les environs de la piste à 1 nm du seuil décalé. Le commandant de bord a réduit les gaz et il a annoncé l'atterrissage. Les volets ont été sortis à 42° et la descente en vue de l'atterrissage a été amorcée. L'angle et le taux de descente ont accusé des variations maximales qui ont atteint respectivement - 5° et 1 500 pi/min alors qu'un angle de descente normal et un taux de descente normal se situent aux environs de -3° et de 700 pi/min respectivement. À quelque 300 pieds au-dessus du sol (agl), le dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS) a signalé à plusieurs reprises la vitesse verticale de descente excessive. L'équipage a alors désactivé le GPWS et a continué la descente. L'appareil a atteint la puissance de ralenti au moment du survol du véritable seuil de piste, à 200 pieds agl, selon un cap au 164°M à 152 KIAS. Conformément aux procédures d'utilisation normalisées (SOP) de l'appareil, les aérofreins ont été sortis à quelque 100 pieds agl.

L'appareil a survolé le seuil décalé de la piste alors qu'il se trouvait entre 80 et 90 pieds agl, avec une puissance de ralenti et une vitesse décroissante de 138 KIAS, ce qui correspondait à 35 pieds et 18 KIAS de plus que les chiffres du profil désiré. L'appareil a touché des roues en douceur à 118 KIAS, à quelque 1 200 pieds au-delà du seuil décalé de la piste.

1.1.4 Course à l'atterrissage

Au toucher des roues du train principal, le cap de l'appareil a commencé à augmenter progressivement, passant de 163°M à 168°M en 7 secondes. Le train avant a touché le sol 2 secondes après le train principal, puis le commandant de bord a serré les freins; 6 secondes après le toucher des roues, le commandant de bord a senti que le freinage n'était pas efficace et il s'est empressé de demander au premier officier de l'aider à freiner. L'appareil se trouvait alors à quelque 2 400 pieds au-delà du seuil décalé de la piste, à une vitesse décroissante de 102 KIAS et sur un cap au 168°M. L'appareil a poursuivi sa course sur la piste, près de l'axe de piste, la partie avant orientée de 4 à 7° à droite du cap de piste. Une pression maximale continue a été exercée sur les pédales de frein pendant toute la durée du roulage au sol et, même si l'équipage a signalé avoir utilisé le circuit de freinage auxiliaire alors que l'appareil se trouvait à quelque 2 900 pieds de l'extrémité de la piste, il a senti qu'aucun des circuits de freinage qu'il utilisait n'avait un effet sur l'appareil. Le premier officier a confirmé avoir commencé à exercer une pression maximale sur les pédales de frein environ 12 secondes après le toucher du train principal, à 3 400 pieds du seuil décalé de la piste (à 2 130 pieds de l'extrémité de la piste), alors que l'appareil roulait à

89 KIAS. À quelque 1 330 pieds de l'extrémité de la piste, le cap de l'appareil s'est mis à varier, passant de 170°M à 178°M, avant de diminuer jusqu'à 147°M. L'appareil est sorti en bout de piste, légèrement à gauche de l'axe de piste, sur un cap au 147°M et à une vitesse de 65 KIAS. (Voir le schéma de l'atterrissage à l'Annexe A).

Après le toucher initial des roues, en réaction à l'atterrissage anormal, les membres du personnel de cabine ont donné, depuis leur siège, des directives pour que les occupants adoptent la position de sécurité. L'appareil s'approchant de l'extrémité de la piste, le contrôleur de la tour a déclenché l'alarme qui signale un accident sur le terrain d'aviation.

Pendant la sortie de piste, le train avant s'est détaché, et l'appareil a poursuivi sa course sur le nez avant de s'immobiliser à 420 pieds au-delà de l'extrémité de piste, légèrement à gauche du prolongement de l'axe de piste. Les réacteurs ont été coupés, les extincteurs ont été déchargés et l'alimentation électrique a été coupée.

Une fois les réacteurs coupés, le commandant de bord a tenté d'ordonner l'évacuation de l'appareil au moyen du système de sonorisation et d'établir le contact radio avec l'ATC. Ces communications n'ont pas été enregistrées par l'enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR), et il semble qu'elles n'ont pas été entendues parce que l'alimentation électrique avait déjà été coupée. N'ayant pas entendu l'ordre d'évacuation en provenance du poste de pilotage et n'ayant observé aucun signe de danger de mort, les membres du personnel de cabine ont demandé aux passagers de rester assis. Lorsque la porte du poste de pilotage s'est ouverte, le commandant de bord s'est aperçu que le personnel de cabine n'avait pas entendu son ordre d'évacuer et il a ordonné l'évacuation. Du fait que le nez de l'appareil reposait sur le sol, la porte avant gauche ne s'ouvrait pas complètement; tous les passagers et le personnel ont donc évacué l'appareil par la porte avant droite. Les véhicules de secours sont arrivés pendant l'étape initiale de l'évacuation, environ une minute après la sortie en bout de piste. Les issues de secours des ailes ont été ouvertes à la suite de l'ordre donné par l'agente de bord qui se trouvait à l'arrière, mais elles n'ont pas été utilisées pour l'évacuation.

1.2 Victimes

	Équipage	Passagers	Tiers	Total
Tués	-	-	-	-
Blessés graves	-	-	-	-
Blessés légers/indemnes	4	56	-	60
Total	4	56	-	60

1.3 Dommages à l'aéronef

Le train avant s'est détaché lorsqu'il a heurté des débris qui se trouvaient sur l'aire de dépassement de la piste, et le logement du train a subi des dommages structuraux. Le bord d'attaque de l'aile gauche a subi des dommages mineurs quand il a heurté l'antenne du LOC. Plusieurs antennes ainsi que le revêtement ventral de l'appareil ont subi des dommages.

1.4 Autres dommages

L'aile gauche de l'avion a renversé l'antenne du LOC. Le cisaillement de conduites hydrauliques du train avant a provoqué une fuite de liquide hydraulique.

1.5 Renseignements sur le personnel

	Commandant de bord	Premier officier
Âge	39 ans	42 ans
Licence	Pilote de ligne	Pilote de ligne
Date d'expiration du certificat médical	Octobre 1999	Octobre 1999
Heures de vol totales	14 000	10 276
Heures de vol sur type	350	301
Heures de vol dans les 90 derniers jours	172	147
Heures de vol sur type dans les 90 derniers jours	172	147
Heures de service avant l'événement	4	3
Heures libres avant la prise de service	27	27

1.5.1 Équipage de conduite

Le commandant de bord travaillait pour la compagnie depuis neuf mois et s'était qualifié sur type en décembre 1998. Il possédait un certificat médical ainsi qu'une vérification de compétence pilote (PPC) valides et il avait suivi toute la formation nécessaire. Le premier officier travaillait également pour la compagnie depuis neuf mois et s'était qualifié sur type en février 1999. Il possédait aussi un certificat médical ainsi qu'une PPC valides et il avait suivi toute la formation nécessaire.

1.5.2 Personnel de cabine

L'agente de bord qui se trouvait à l'avant possédait environ un an d'expérience, et elle était qualifiée sur l'ATR 42 et sur le F28. Elle était la chef de cabine désignée et, au moment de l'accident, elle occupait le strapontin avant. L'agente de bord qui se trouvait à l'arrière possédait une expérience et des qualifications similaires à celles de l'agente de bord qui se trouvait à l'avant. Au moment de l'accident, elle occupait le strapontin arrière.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	Fokker
Type et modèle	F28 Mk 1000C
Année de construction	1976
Numéro de série	11099
Heures de vol cellule	16 996
Moteurs	Deux moteurs Rolls Royce Spey MK 555-15
Masse maximale autorisée au décollage	66 500 lb

1.6.1 Généralités

Le Fokker F28 est un appareil d'une capacité de 65 passagers équipé de deux turboréacteurs double flux montés à l'arrière ainsi que d'un aérofrein de queue, mais d'aucun dispositif d'inversion de poussée. Il comporte deux portes de cabine principales, L1 et R1, situées de part et d'autre du fuselage, juste en arrière du poste de pilotage, et deux issues de secours d'aile. La porte gauche (L1) de la cabine est munie, au bas, d'une charnière et elle comporte un escalier intégré. La porte R1 est la porte de service et elle se trouve du côté droit de l'appareil. La cabine avait été configurée de façon à comporter 10 sièges en classe affaires et 45 en classe économique. L'avion est équipé de deux strapontins orientés vers l'avant; l'un se trouve près de la porte R1, et l'autre est monté sur la cloison arrière.

Les ailes sont munies de destructeurs de portance : chaque aile comporte cinq panneaux pouvant être sortis automatiquement ou manuellement après l'atterrissage. Les destructeurs de portance réduisent la portance des ailes, ce qui augmente la masse sur les roues de l'appareil et permet une utilisation optimale des freins de roues pendant toute la course à l'atterrissage.

1.6.2 Maintenance de l'aéronef

Six vols avant cet accident, l'équipage en cause dans cet accident avait remarqué un problème avec le mode de sortie automatique des destructeurs de portance. Le personnel de maintenance de l'entreprise n'avait pas eu le temps de réparer le circuit et avait choisi de désactiver les modes de sortie automatique et manuel, comme le permet la liste d'équipement minimal. C'est pourquoi les destructeurs de portance étaient inutilisables au moment de l'atterrissage ayant mené à l'accident ainsi qu'au cours des cinq vols précédents.

Parmi les autres points d'entretien différés qui figuraient sur la liste d'équipement minimal, on comptait : le pilote automatique, lequel « oscillait » mais était utilisable pendant certaines parties du vol; le groupe auxiliaire de bord; et l'indicateur de la vanne haute pression du réacteur n° 2. Tous les points de la liste d'équipement minimal ont été passés en revue conformément aux

procédures établies. L'équipage était au courant des points d'entretien différés et avait reçu avant le vol la documentation concernant la diminution des performances d'atterrissage de l'aéronef.

1.6.2.1 *Description des circuits de freinage*

Le freinage des roues du train principal est commandé par deux circuits, l'un dit « normal » et l'autre « auxiliaire », tous deux sélectionnés mécaniquement et actionnés hydrauliquement. On utilise le freinage normal en exerçant une pression maximale continue sur les pédales du pilote ou du copilote. Le circuit de freinage normal est alimenté par le circuit hydraulique n° 1 et il comporte un système d'antidérapage à commande électrique. Le freinage auxiliaire est sélectionné par le commandant de bord au moyen de deux commandes manuelles se trouvant sur le panneau gauche. Le circuit de freinage auxiliaire est alimenté par le circuit hydraulique n° 2 et il ne comporte pas de système d'antidérapage.

Le système d'antidérapage comporte des circuits de protection au toucher des roues qui empêchent le blocage des roues au toucher en fournissant aux freins un signal de « purge » complet tant que les contacteurs d'interdiction de train d'atterrissage sont à la position de vol. L'appareil avait été modifié conformément au bulletin de service F-28/32-116, en date du 1^{er} mars 1983. Cette modification permet un délai de freinage de 7 secondes après que la masse de l'avion repose sur les roues, afin d'offrir une protection antidérapage additionnelle au toucher des roues. Ce délai de 7 secondes est annulé dès la mise en rotation des roues, au toucher des roues. Tous les F-28 commerciaux d'Inter-Canadien/Air Canada Régional inc. ont été modifiés conformément au bulletin F28/32-116.

1.6.2.2 *Vérification des circuits de freinage*

Après l'accident, aucun des ensembles de freinage ne présentait de traces de surchauffe, et rien n'indiquait qu'il y avait eu fuite de liquide avant l'accident. Les deux palonniers étaient dégagés et la course des pédales de frein du pilote et celle des pédales de frein du copilote étaient normales. Le sélecteur du frein de parc fonctionnait normalement et, après l'accident, il se trouvait à la position rentrée. Le sélecteur d'antidérapage se trouvait à la position armée. Les accumulateurs normal et d'urgence comportaient tous deux la pression que requiert le circuit.

Les composants de freinage et d'antidérapage suivants ont été vérifiés et il a été établi qu'ils respectaient les spécifications du constructeur : tachogénérateurs d'essieu de roues, robinets de contrôle antidérapage doubles, contacteurs-relais au sol-en vol, bloc de contrôle antidérapage, mécanisme du frein de parc et circuits électriques connexes, circuits hydrauliques et de tension de câbles. Les composants individuels ont été déposés et ont fait l'objet d'essais au banc. Les conditions environnementales qui prévalaient pendant le vol n'ont pu être reproduites au moment des essais au banc. Ces essais ont permis d'établir que le bloc de contrôle antidérapage fournissait une tension anormale au robinet de contrôle antidérapage de la roue intérieure droite, ce qui aurait réduit de 30 % le freinage de cette roue. Des anomalies ont également été relevées sur d'autres composants, mais il a été établi que ces anomalies n'avaient pas contribué à réduire de façon perceptible les performances de freinage. Aucune anomalie ayant pu provoquer une panne totale de freinage n'a été décelée.

1.6.3 *Pneus du train principal*

Après l'accident, les quatre pneus du train principal ont été inspectés. Chaque pneu était muni d'une bande de roulement avec sculpture de 0,37 pouce, il était bien gonflé et était dans l'ensemble en bon état; il présentait des dommages qui ont été attribués au roulage et à la sortie en bout de piste. Chaque pneu présentait les mêmes dommages : un seul méplat d'environ 12 pouces de long sur 10 pouces de large et profond de l'épaisseur de la sculpture. La surface des méplats était marbrée, comme si le caoutchouc de la bande de roulement avait été exposé à un phénomène de réversion provoqué par une surchauffe modérée. Les plaques d'usure étaient recouvertes de coupures et de traces d'usure par frottement décalées de 15° par rapport au plan de rotation des pneus. Les dommages relevés sur les quatre pneus laissent croire que les pneus se sont bloqués simultanément avant que l'appareil ne sorte en bout de piste. Les coupures et les traces d'usure indiquent que les roues sont demeurées bloquées pendant le roulage sur le gravier au-delà de la piste.

1.6.4 *Système de sonorisation et d'interphone*

Le système de sonorisation de l'avion permet à l'équipage de conduite et au personnel de cabine de communiquer avec les passagers. Le système d'interphone permet la communication privée entre l'équipage de conduite et le personnel de cabine. Le combiné du système de sonorisation et de l'interphone de la cabine se trouve près de la porte du poste de pilotage. Lorsque l'agent de bord se trouvant à l'avant occupe le strapontin d'agent de bord, cet agent de bord ne peut pas utiliser le combiné car il n'est pas à sa portée. Sur cet appareil en particulier, le poste de l'agent de bord situé à l'arrière ne comportait aucun système de sonorisation ni aucun système d'interphone; toutefois, certains F28 sont équipés de ces systèmes.

1.6.5 *Éclairage de secours de la cabine*

Le circuit d'éclairage de secours de la cabine a fonctionné comme prévu et il s'est mis en marche automatiquement. Lorsque l'agent de bord qui se trouve à l'avant occupe le strapontin, cet agent de bord ne peut pas atteindre l'interrupteur de mise en marche manuelle du circuit.

1.6.6 *Issues*

Une fois les moteurs coupés, l'agente de bord n'a pas pu ouvrir complètement la porte L1. La porte R1 et les deux issues de secours d'aile étaient utilisables, mais seule la porte R1 a été utilisée. Vu que le nez de l'appareil reposait sur le sol, il n'a pas été nécessaire de déployer la glissière d'évacuation d'urgence R1. Aucune difficulté lors de l'évacuation des passagers par la porte R1 n'a été signalée.

1.7 Renseignements météorologiques

Avant l'approche, les pilotes ont reçu un rapport météo de pilote (PIREP) signalant que le contact visuel avec les feux d'atterrissage de la piste 16 avait été établi à 1 000 pieds asl en approche. Un message d'observation spéciale (SPECI) comportant les renseignements suivants pour l'aéroport de St. John's a été émis à 22 h 56 et transmis à l'appareil environ 15 minutes avant l'atterrissage : vents de surface du 230°M à 5 noeuds; visibilité de 6 milles dans des averses de pluie de très faible intensité et du brouillard, avec visibilité de 2 milles du nord-est au sud; couvert nuageux déchiqueté à 400 pieds; température de 18°C, point de rosée de 17°C et calage altimétrique de 29,76 pouces de mercure.

1.8 Aides à la navigation

1.8.1 Types d'approche

Habituellement, on peut effectuer des approches ILS (système d'atterrissage aux instruments) sur les pistes 11, 29 et 16 de l'aéroport de St. John's. À cause de travaux de construction sur les pistes, la piste 29 était fermée. Le seuil de la piste 16 avait été décalé et le radioalignement de descente pour cette piste était inutilisable. Seules des approches de non-précision pouvaient être effectuées sur la piste 16/34. Un NOTAM faisait état de ces conditions.

1.8.2 Indicateur visuel de pente d'approche

Un indicateur visuel de pente d'approche (VASIS) comporte un ensemble de feux conçus pour fournir des indications visuelles de la pente d'approche désirée vers une piste (habituellement 3°). Le document intitulé *Aérodromes - Normes et pratiques recommandées* (TP 312) précise ce qui suit :

5.3.6.1 Norme - Un indicateur visuel de pente d'approche sera installé pour desservir l'approche d'une piste où au moins une des conditions suivantes existe :

- a) la piste n'est pas desservie par un alignement de descente électronique et est utilisée par des avions à turboréacteurs ou autres aéronefs qui exigent un guidage analogue dans l'approche;
- b) le pilote d'un aéronef quelconque risque d'éprouver des difficultés pour évaluer son approche pour l'une des raisons suivantes :
 - (i) guidage visuel insuffisant, par exemple au cours d'une approche de jour au-dessus d'un plan d'eau ou d'un terrain dépourvu de repères ou, pendant la nuit, par suite de l'insuffisance de sources lumineuses non aéronautiques dans l'aire d'approche; ou
 - (ii) illusions d'optique dues par exemple à la configuration du terrain environnant ou à la pente de la piste;

- c) il existe dans l'aire d'approche des objets qui peuvent constituer un danger grave si un aéronef descend au-dessous de l'axe normal de descente surtout s'il n'y a pas d'aide non visuelle ou d'autre aide visuelle pour signaler ces objets;
- d) les caractéristiques physiques du terrain à l'une ou l'autre des extrémités de la piste présentent un danger grave en cas de prise de terrain trop courte ou trop longue; et
- e) la topographie ou les conditions météorologiques dominantes sont telles que l'aéronef risque d'être soumis à une turbulence anormale pendant l'approche.

5.3.6.2 Recommandation — Un indicateur visuel de pente d'approche devrait être installé pour desservir l'approche d'une piste lorsque le seuil de cette dernière est temporairement décalé de sa position normale et est utilisé par des avions à turboréacteurs.

Les cartes d'approche pour les pistes 11, 16 et 29 de St. John's comportent toutes une mise en garde concernant la turbulence modérée à forte. Ces pistes ne comportant pas de VASIS, elles ne respectent donc pas la norme (paragraphe 5.3.6.1.e). Même si le seuil de la piste 16 était décalé, cette dernière ne comportait aucun VASIS pour en faciliter l'approche, contrairement à la recommandation figurant en 5.3.6.2.

1.9 Renseignements sur l'aérodrome

Au moment de l'accident, un projet de reconstruction de la piste 11/29 était en cours. L'intersection de la piste 11/29 et de la piste 16/34 était en construction et, plus tôt dans la journée, le seuil de la piste 16 avait été décalé. Il s'agissait de la première nuit d'opérations de vol avec le seuil décalé.

Un NOTAM (990259 CYYT St. John's) avait fait état du fait que du 1^{er} au 15 août 1999 la piste 16 serait fermée sur les premiers 1 470 pieds à cause de travaux de construction. Le seuil avait été temporairement décalé de 1 470 pieds vers le bas de la piste. Le seuil décalé avait été marqué au moyen de drapeaux, de cônes et de feux de barre de flanc. Il y avait un chevalet en bois éclairé en travers de la piste, juste avant le seuil décalé. La distance d'atterrissage utilisable avait été réduite de 7 000 à 5 530 pieds. Au moment de l'accident, la piste était mouillée, mais aucune flaque d'eau stagnante n'a été signalée.

Au moment de l'accident, la piste 34 était équipée de feux d'approche séquentiels pour le guidage vertical visuel jusqu'à son seuil ainsi que de feux normaux d'extrémité et de balisage de piste, et son seuil était dégagé de tout obstacle. La MDA la plus basse était de 700 pieds, c'est-à-dire 300 pieds de moins que l'altitude d'approche pour la piste 16.

Le 14 juin 1999, six semaines avant l'accident, le frottement de la surface de la piste 16 avait été vérifié au moyen d'un véhicule de mesure du coefficient de frottement (SFT) de marque Saab. Le coefficient de frottement du véhicule SFT est étalonné sur une échelle de 0 à 100. Des travaux d'entretien d'une piste s'imposent si le coefficient de frottement moyen de la piste est inférieur

à 50 ou si, sur une longueur de 100 mètres de la piste, il est inférieur à 30. Des travaux d'entretien sont prévus lorsque les coefficients sont supérieurs de 10 % à ces valeurs. D'après les mesures de frottement effectuées, le coefficient de frottement moyen de la piste 16 était de 79 et le plus bas coefficient de frottement moyen mesuré sur 100 mètres de piste était de 75, dans la zone de poser.

Le lendemain de l'accident, des enquêteurs du BST ont inspecté la piste, à la recherche de marques de dérapage. Ils n'ont décelé aucun sillon, aucune trace de vapeur (signes d'hydroplanage), ni aucune marque de pneu qui auraient pu être associés à l'appareil. Trois jours après l'accident, des enquêteurs du BST ont survolé la piste et ses environs à bord d'un hélicoptère en prenant des photographies de la piste et de l'aire de dépassement. Sur certaines photographies, on pouvait observer, près de l'extrémité de la piste, la présence de marques noires à peine perceptibles qu'il avait été impossible d'observer à l'oeil nu du haut des airs. Les marques de la piste rejoignaient les traces de l'appareil sur l'aire de dépassement et n'étaient visibles que sur les photographies prises à une hauteur d'environ 25 pieds.

1.10 *Enregistreurs de bord*

1.10.1 *Enregistreur de données de vol*

L'enregistreur de données de vol (FDR) (modèle 980-4120-GQUN, numéro de série 20025 d'Allied Signal) était en bon état, et toutes les données enregistrées ont été récupérées. L'enregistrement comportait environ 26 heures de données, y compris celles du vol ayant mené à l'accident. Les données étaient de très bonne qualité, et il semble qu'aucune n'ait été perdue.

L'installation du FDR était conforme au *Règlement de l'aviation canadien (RAC)*. La désactivation du dispositif de blocage des commandes de vol met le FDR en marche. Les SOP de la compagnie recommandent à l'équipage de désactiver les dispositifs de blocage des commandes après le démarrage des réacteurs; la séquence de démarrage réacteur ne peut donc pas être enregistrée. D'après la spécification sur les systèmes FDR de l'European Organisation for Civil Aviation Equipment (EUROCAE ED-55 2.4.4), [TRADUCTION] : « il est recommandé que, dans la mesure du possible, les procédures d'exploitation de l'équipage nécessitent que l'enregistreur soit mis en marche, afin d'enregistrer chaque séquence de démarrage réacteur. »

1.10.2 *Enregistreur de la parole dans le poste de pilotage*

L'enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) (L-3 Communications, modèle 93-A100, portant le numéro de série 1057) était en bon état, et les 31 minutes de données audio ont été récupérées au complet. Le CVR a enregistré l'information captée par les micro-canaux du pilote, du copilote et de l'environnement du poste de pilotage. Avant l'approche, pendant les périodes où l'interphone n'était pas utilisé, les communications internes ont été enregistrées seulement par le micro-canal de l'environnement du poste de pilotage et elles sont plus difficiles à comprendre.

1.11 *Renseignements sur l'épave et sur l'impact*

Pendant la sortie en bout de piste, le train avant de l'appareil s'est rompu et l'appareil a poursuivi sa course sur le nez et sur le train principal. Des dalles en béton et des débris de revêtement qui se trouvaient le long du prolongement de l'axe de la piste ont provoqué l'affaissement du train avant.

1.12 *Incendie*

Il n'y a pas eu d'incendie.

1.13 *Questions relatives à la survie des occupants*

1.13.1 *Directives données par le personnel de cabine concernant la position de sécurité*

Les deux agentes de bord ont ordonné aux occupants de prendre la position de sécurité en criant : [TRADUCTION] « Urgence. Penchez-vous. Restez penchés », qui sont les directives prescrites dans pareille situation. Seuls les passagers en arrière de la rangée 7 ont entendu les directives de l'agente de bord qui se trouvait à l'arrière. La voix de l'agente de bord n'a pas porté en raison des fortes vibrations de l'appareil. Seuls les passagers dans les premières rangées de la cabine ont entendu les directives de l'agente de bord qui se trouvait à l'avant.

1.13.2 *Directives données par l'équipage de conduite à la cabine*

La terminologie standard relative aux directives données par l'équipage de conduite après un accident est traitée dans la partie sur les procédures d'urgence du *Manuel de l'agent de bord* de l'exploitant, sous la rubrique « Coordination de l'équipage ». Une fois l'appareil immobilisé, un membre de l'équipage de conduite peut ordonner verbalement une évacuation au moyen du système de sonorisation en disant : « Évacuez, évacuez, évacuez », ou en appuyant cinq fois à de courts intervalles sur le bouton d'appel d'un agent de bord. Lorsque les agents de bord entendent une directive émise de cette façon au moyen du bouton d'appel, ils doivent ordonner l'évacuation. Si l'équipage de conduite ne veut pas qu'il y ait évacuation, il doit dire : « Restez assis » dans le système de sonorisation pour indiquer aux passagers de rester à leur siège et pour prévenir les agents de bord que d'autres directives vont suivre.

1.13.3 *Intervention d'urgence complémentaire*

Habituellement, trois véhicules de lutte contre les incendies du service régional des incendies de St. John's sont en service et disponibles en cas d'urgence à l'aéroport. La nuit de l'accident, un seul de ces véhicules était disponible; les services ambulanciers de la St. John's Health Care Corporation ont été appelés à la rescousse. À cause de mauvaises communications entre l'aéroport et les services ambulanciers, l'ambulance n'est arrivée que quelque 40 minutes après qu'on a fait appel à ses services. À ce moment-là, les passagers et l'équipage avaient déjà été transportés en autobus jusqu'à l'aérogare, et quatre des blessés avaient été transportés à l'hôpital dans le véhicule qui était disponible à l'aéroport.

Peu après l'évacuation, le personnel d'intervention d'urgence a demandé que les passagers non blessés soient transportés en autobus par une entreprise locale de transport. L'autobus est arrivé environ 40 minutes plus tard. Le BST a relevé deux autres cas d'accidents où il y a eu un délai important avant le transport des passagers des lieux de l'accident à la zone d'attente².

1.14 *Essais et recherches*

Pendant l'enquête, le Conseil national de recherches a effectué une recherche sur les caractéristiques de décélération de l'appareil pendant la course au sol, afin de s'assurer de l'efficacité du freinage des roues. D'après les résultats de cette recherche, aucun freinage des roues n'était évident.

Des vols ont été effectués sur un simulateur de F28. Ce simulateur n'était pas du même modèle que l'avion accidenté et des réglages ont dû être effectués pour compenser les différences de performance entre les modèles. L'appareil (le simulateur) s'est immobilisé sans problème sur la piste, alors que son circuit de freinage était fonctionnel. Sans l'application des freins, les vitesses de sortie en bout de piste ressemblaient à celles de l'avion accidenté.

1.15 *Renseignements sur l'organisme et sur la gestion*

Le transporteur régional Inter-Canadien exploitait de nombreux avions F28 et ATR 42 et utilisait un système central de régulation qui fournissait aux équipages tous les renseignements nécessaires avant les vols. Cette compagnie a fermé ses portes.

1.16 *Renseignements supplémentaires*

1.16.1 *SOP de la compagnie*

Les pilotes de la compagnie avaient reçu les SOP suivantes relatives aux approches de non-précision :

[TRADUCTION]

Lors d'une approche de non-précision directe, descendre le plus tôt possible jusqu'à l'altitude minimale de descente (MDA), après avoir survolé en approche le repère final, train sorti, volets sortis à 25° et $[V_{\text{réf}}]_{42} + 20$ KIAS. .

Lorsque l'on aperçoit la piste et qu'il est possible d'effectuer un atterrissage direct, lors de l'interception du profil d'atterrissage, placer les volets en position d'atterrissage et ralentir jusqu'à $[V_{\text{réf}}]_{42} + 10$ KIAS. Survoler le seuil de la piste à $[V_{\text{réf}}]_{42}$.

² Rapports n° A95H0015 et A94C0034 du BST.

Le pilote ne doit pas piquer vers la piste en sortant des nuages à basse altitude lors d'une approche aux instruments. Les vitesses de descente élevées atteintes pendant cette manoeuvre ne sont pas faciles à observer ni sur l'anémomètre ni sur le variomètre, et il se peut qu'elles passent inaperçues jusqu'à l'arrondi³.

Les SOP de la compagnie mentionnent également que tout avertissement peut être annulé, sauf un avertissement GPWS. La bonne réaction à un avertissement de « vitesse de descente » consiste à ajuster le profil de vol, afin d'éliminer les conditions à l'origine de cet avertissement.

1.16.2 *Approches stabilisées*

Pendant une approche stabilisée, la vitesse de descente est constante le long d'une trajectoire d'approche d'environ 3° qui coupe la piste d'atterrissage à quelque 1 000 pieds au-delà du seuil et commence au plus loin au repère d'approche finale ou à la position équivalente. À partir de la hauteur établie au-dessus de la zone de poser, le vol doit se faire en configuration d'atterrissage à une vitesse, à une puissance et avec une compensation appropriés et stables ainsi qu'à un taux de descente constant. Normalement, dans des conditions météorologiques de vol aux instruments, une approche stabilisée devrait être obtenue au moins à 1 000 pieds agl.

L'équipage a effectué l'approche de non-précision comme une procédure de descente par paliers, ce qui a empêché qu'il y ait approche stabilisée. Les approches non stabilisées augmentent la charge de travail du pilote ainsi que les risques d'échec de l'approche. La grande majorité des accidents d'aéronef surviennent pendant les phases de descente, d'approche et d'atterrissage, pour la plupart au cours d'approches de non-précision.

1.16.3 *Régime d'atterrissage bas*

À 200 pieds, la puissance des réacteurs a été réduite au ralenti de vol, ce qui a eu pour effet de placer l'appareil dans un régime d'atterrissage tellement bas que si l'on avait tenté d'interrompre l'atterrissage, les réacteurs auraient réagi tardivement au déplacement des manettes de gaz. La *Circulaire d'information de l'Aviation commerciale et d'affaires* n° 0141, en date du 1998-05-13, publiée par Transports Canada donne des conseils aux pilotes et aux exploitants concernant les dangers potentiels associés aux approches, aux atterrissages interrompus et à la remise des gaz en régime bas. D'après cette circulaire, la décision de mettre un aéronef en régime d'atterrissage bas est une décision qui commande l'atterrissage.

³ Canadian Regional, *Standard Operating Procedures for the F28*, paragraphe 3.5.7.g, 1996, p. 58–59.

1.16.4 Performances de l'aéronef

Avant le décollage, une table des paramètres de décollage et d'atterrissage pour la piste 16 (surface mouillée) a été fournie à l'équipage. La table est basée sur l'utilisation d'une sortie des volets d'atterrissage à 42°, d'une hauteur de franchissement du seuil de 50 pieds à $V_{\text{réf}}$ et d'un point de poser situé à 1 000 pieds au-delà du seuil. La table indique que l'appareil aurait dû pouvoir s'immobiliser sur la piste même si les destructeurs de portance ne fonctionnaient pas. À 13 h 2, le même jour (vol 4), l'appareil en cause dans l'accident avait atterri en toute sécurité dans des conditions semblables (surface mouillée), sur la même piste.

Les données FDR de ces deux vols ont été comparées (voir Figure 1) et, d'après ces données et les coefficients aérodynamiques de l'appareil, il a été établi que lors du vol ayant mené à l'accident, à environ 4 secondes avant le toucher des roues, une masse suffisante a été transférée sur les roues du train principal de l'appareil pour actionner les contacteurs-relais au sol en vol et permettre la mise en marche du système d'antidérapage.

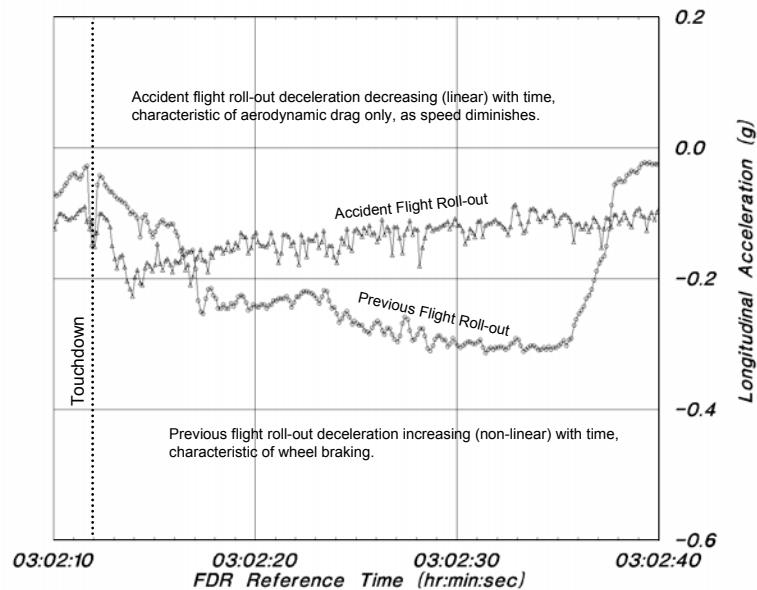


Figure 1 - Profils de décélération.

Note : Ce diagramme n'existe pas en français.

Légende de la Figure 1

Accident Flight Roll-out : Course à l'atterrissage du vol ayant mené à l'accident

Accident flight roll-out deceleration decreasing (linear) with time, characteristic of aerodynamic drag only, as speed diminishes : Pendant la course à l'atterrissage du vol ayant mené à l'accident, la décélération a été linéaire et décroissante en fonction du temps, ce qui est typique uniquement de la traînée aérodynamique.

FDR Reference - Time (hr:min:sec) : Les données FDR sont indiquées en heures, en minutes et en secondes.

Longitudinal Acceleration (g) : Accélération longitudinale (en g)

Previous Flight Roll-out : Course à l'atterrissage du vol ayant précédé le vol de l'accident

Previous flight roll-out deceleration increasing (non-linear with time, characteristic of wheel braking :
Pendant la course à l'atterrissage du vol ayant précédé le vol de l'accident, la décélération n'a pas été linéaire en fonction du temps, ce qui est typique du freinage des freins de roue.

Touchdown : Toucher des roues

Au cours de ces deux vols, immédiatement après le toucher des roues, il y a eu une soudaine augmentation de la décélération (caractéristique de la mise en rotation des roues), suivie de 5 secondes de décélération relativement constante à environ -4 pieds/sec/sec. Il a été établi que pendant le vol 4, il y avait eu deux segments de décélération successifs distincts attribués au freinage efficace des roues. Pendant la course à l'atterrissage de l'appareil accidenté, la décélération a été linéaire et décroissante en fonction du temps, ce qui est typique du freinage aérodynamique. Il a été établi que le freinage des roues de l'appareil accidenté avait été négligeable, la majeure partie de la décélération ayant été produite par le freinage aérodynamique.

1.16.5 Hydroplanage

Généralement, trois phénomènes peuvent produire des coefficients de frottement de freinage très faibles sur une piste mouillée : l'hydroplanage dynamique, l'hydroplanage visqueux et le dérapage dû à la dévulcanisation du caoutchouc (parfois également considéré comme une forme d'hydroplanage). L'hydroplanage dépend de la profondeur de la couche d'eau, de la vitesse de l'appareil et, dans le cas de l'hydroplanage dynamique, de la pression des pneus⁴. Un pneu qui n'est pas en rotation commence à hydroplaner à une vitesse inférieure à un pneu en rotation, car l'accumulation d'eau en-dessous d'un pneu qui n'est pas en rotation accroît l'effet de l'hydroplanage. Lorsqu'il y a hydroplanage, les pneus de l'aéronef se trouvent complètement séparés de la vraie surface de la piste par une mince couche d'eau. Ils continuent alors d'hydroplaner jusqu'à ce que la vitesse soit suffisamment basse pour reprendre le contact avec la piste.

Dans la publication *Flight Theory For Pilots*, Charles E. Dole décrit de la façon suivante l'hydroplanage dynamique et l'hydroplanage visqueux⁵ :

[TRADUCTION]

L'hydroplanage dynamique est causé par l'augmentation de la pression hydrodynamique dans la zone de contact entre les pneus et le revêtement. Cette pression génère une force vers le haut qui soulève réellement les pneus de la surface. Lorsque les pneus et le revêtement sont complètement séparés, on dit qu'il y a hydroplanage dynamique total et les roues cessent de tourner. Habituellement, il n'y a hydroplanage dynamique total que pendant une averse de pluie violente. Il doit y avoir une couche d'eau

⁴ Transports Canada, *A.I.P. Canada*, section AIR, paragraphe 1.6.5, TP 2300.

⁵ Charles E. Dole, *Flight Theory for Pilots*, 2^e éd., Institute of Safety and Safety Management, University of Southern California, É.-U.

stagnante d'une profondeur minimale sur la piste pour que les pneus hydroplanent. La profondeur exacte de la couche d'eau ne peut être prédéterminée, car d'autres facteurs, comme la rugosité de la piste et la bande de roulement des pneus, ont un effet sur l'hydroplanage dynamique. Une piste et une bande de roulement lisses favorisent l'hydroplanage avec une couche d'eau moins importante. Même si la profondeur exacte de la couche d'eau nécessaire pour qu'il y ait hydroplanage n'a pas été déterminée avec précision, d'après une estimation prudente pour une piste « moyenne », une couche d'eau de plus de 0,1 pouce peut provoquer un hydroplanage complet.

L'hydroplanage visqueux est plus courant que l'hydroplanage dynamique. Il peut survenir à des vitesses inférieures et en présence de couches d'eau moins importantes. Il y a hydroplanage visqueux lorsque la surface du revêtement de la piste est recouverte d'une mince couche d'eau que les pneus sont incapables de traverser, et que ces derniers perdent partiellement le contact avec le revêtement. Souvent, l'hydroplanage visqueux survient sur des pistes dont le revêtement est lisse ou qui comportent des dépôts de caoutchouc, habituellement dans la zone de poser, là où une mince couche d'eau peut réduire de façon importante le coefficient de frottement.

Il y a dérapage dû à la dévulcanisation du caoutchouc lorsque les pneus bloquent sur la surface d'une piste mouillée. La chaleur que génère alors le frottement provoque la dévulcanisation du caoutchouc de la bande de roulement des pneus, laquelle est habituellement facile à déceler à cause des marques de dérapage que comportent les pneus, et l'apparition de sillons blancs sur la piste à cause d'une accumulation de vapeur dans la zone de contact entre les pneus et le revêtement. Lorsque la surface d'une piste passe d'une texture lisse à une texture plus rugueuse, on peut également observer des marques de dérapage noires dues à l'érosion et aux dépôts de caoutchouc laissés par les pneus là où la surface est plus rugueuse.

2.0 *Analyse*

2.1 *Préparation du vol*

La préparation du vol a été effectuée conformément aux procédures normales. L'équipage possédait toute la documentation nécessaire pour le vol, et l'appareil a été exploité conformément à la politique de la compagnie. Les calculs de performances ont indiqué qu'il était possible d'atterrir en toute sécurité à St. John's, même si le seuil de la piste était décalé et que les destructeurs de portance étaient inutilisables. De plus, plus tôt ce jour-là, un vol avait été effectué sans incident dans des conditions similaires. La décision du commandant de bord d'effectuer le vol jusqu'à St. John's était une décision éclairée et raisonnable.

2.2 *Approche*

Avant l'approche, l'équipage avait étudié la possibilité d'effectuer une approche sur la piste 34, solution qui présentait les avantages suivants : MDA inférieure de 300 pieds, guidage visuel vertical jusqu'au seuil de piste, approche plus près de l'extrémité de piste, balisage d'approche standard et marques de zone de poser standard sur la piste. Ces avantages auraient permis une approche plus stable et ils auraient également permis à l'équipage d'obtenir et de maintenir plus facilement un angle d'approche constant de 3° de la MDA jusqu'au toucher des roues.

Pendant l'approche finale sur la piste 16, il y a eu des écarts par rapport aux vitesses recommandées et aux altitudes requises, et l'approche s'est déroulée à un angle supérieur à la normale. Lorsque la décision d'atterrir a été prise, l'appareil volait à une vitesse supérieure à la vitesse recommandée et il se trouvait à 1 nm du seuil décalé. Le pilote a jugé qu'il pouvait poursuivre l'approche et arriver au seuil en respectant les paramètres requis. Pour obtenir le profil requis, il a placé l'appareil en régime d'atterrissage bas pour effectuer une descente abrupte. Cette descente abrupte et la désactivation manuelle du GPWS n'étaient pas conformes aux SOP de la compagnie. La possibilité d'effectuer un atterrissage interrompu ou une remise des gaz était réduite en raison du régime d'atterrissage bas de l'appareil. Au seuil décalé, l'appareil se trouvait 35 pieds plus haut que la hauteur de franchissement recommandée et sa vitesse était supérieure de 18 noeuds à celle recommandée.

2.3 *Normes et pratiques recommandées en matière de balisage lumineux d'approche*

La pratique recommandée dans le document *Aérodromes - Normes et pratiques recommandées* (TP 312) et qui consiste à fournir un VASIS pour les pistes ayant un seuil décalé vise à réduire les risques associés aux approches dans un environnement d'atterrissage non standard. Les risques sont plus grands quand le seuil de piste est décalé parce que les repères visuels auxquels les pilotes se fient habituellement pour évaluer l'approche à l'atterrissage sont souvent absents ou trompeurs quand le seuil est décalé. La distance d'arrêt utilisable est également plus courte. Un VASIS aurait aidé le pilote à maintenir une trajectoire de descente appropriée jusqu'au point de poser.

2.4 *Course à l'atterrissage*

Les données de décélération fournies par le FDR ont montré que l'appareil n'avait pas décéléré de la même façon que lors de l'atterrissage à St. John's effectué dans des conditions similaires sur la même piste, plus tôt ce jour-là. De plus, des vols représentatifs sur simulateur ont démontré sans équivoque que l'appareil pouvait s'immobiliser sur la piste même si elle était plus courte. Une vérification poussée du circuit de freinage a donc été effectuée, et on a entrepris une évaluation complète de l'état de la piste afin de déterminer pourquoi la course à l'atterrissage s'était terminée par une sortie en bout de piste.

Pour qu'il y ait hydroplanage dynamique, la couche d'eau stagnante sur la piste aurait dû être plus profonde que la sculpture de la bande de roulement des pneus. Après l'accident, on n'a observé aucune eau stagnante sur la piste, et les pneus ainsi que la sculpture de leur bande de roulement étaient en bon état. Il est donc raisonnable de conclure qu'il n'y a pas eu hydroplanage dynamique. Il a été impossible d'établir jusqu'à quel point l'hydroplanage visqueux et/ou le dérapage dû à la dévulcanisation du caoutchouc ont contribué au mauvais freinage des roues, mais les conditions nécessaires à ces deux situations étaient présentes et tout indique que ces deux situations se sont produites. Le mauvais freinage des roues lors du serrage des freins dénote un hydroplanage visqueux, tout comme la force négligeable de virage lors des déviations de l'avion pendant la course à l'atterrissage. Toutefois, lors de l'atterrissage précédent à St. John's, la même piste a été utilisée sans problème dans des conditions d'exploitation semblables, et sans hydroplanage visqueux, ce qui permet de penser que l'atterrissage aurait dû se dérouler sans problème et sans hydroplanage visqueux. Les dommages relevés sur les pneus sont typiques d'un dérapage dû à la dévulcanisation du caoutchouc lors de tentatives de freinage d'urgence et indiquent que le circuit de freinage d'urgence fonctionnait.

2.5 *Freinage*

L'analyse du FDR et les calculs de performances montrent que la masse sur les roues était suffisante pour que les contacteurs-relais au sol-en vol passent à la position « au sol » moins de quatre secondes après le toucher des roues. D'après les données FDR, il y a eu mise en rotation des roues du train principal peu après le toucher des roues. Le circuit de freinage normal aurait donc dû être utilisable peu après le toucher des roues de l'appareil. L'utilisation du circuit de freinage d'urgence a provoqué le blocage des roues et a créé des méplats sur tous les pneus. Le blocage des roues indique que le circuit de freinage d'urgence fonctionnait. La faible augmentation de décélération observable indique que de mauvaises conditions de freinage prévalaient.

Il se peut que le circuit de freinage normal ait été utilisable pendant la course à l'atterrissage, mais que le freinage ait été inefficace à cause de divers facteurs, par exemple la réduction de la masse sur les roues due à l'impossibilité d'utiliser les destructeurs de portance, ce qui a causé un délai dans les circuits de protection de blocage des roues au toucher des roues; le fonctionnement cyclique du système d'antidérapage pendant l'hydroplanage visqueux; le dérapage dû à la dévulcanisation du caoutchouc après le serrage des freins d'urgence; le freinage réduit de la roue intérieure droite. L'enquête n'a pas permis de déterminer dans quelle mesure un ou l'autre de ces facteurs a contribué au mauvais freinage.

2.6 *Sécurité des passagers*

2.6.1 *Mesures prises par les agentes de bord*

Les agentes de bord n'ont pas été prévenues de la sortie en bout de piste, ni que l'avion risquait de ne pas s'immobiliser sur la piste. Les agentes de bord ont ordonné aux passagers d'adopter la position de sécurité alors que l'avion se trouvait toujours sur la piste, ce qui était tout à fait approprié dans les circonstances et dénote une très bonne conscience de la situation. Les mesures prises par les agentes de bord ont diminué les risques de blessures aux passagers.

2.6.2 *Configuration des postes des agentes de bord*

L'agente de bord assise à l'avant ne pouvait pas utiliser le système de sonorisation et d'interphone et elle ne pouvait pas atteindre l'interrupteur de l'éclairage d'urgence parce qu'ils n'étaient pas à sa portée. L'agente de bord assise à l'arrière n'avait pas de système de sonorisation à sa disposition. Même si ces conditions n'ont eu aucune conséquence malheureuse dans cet accident, elles constituent une menace à la sécurité des passagers.

Les passagers n'ont pas tous entendu les directives données par les agentes de bord leur demandant d'adopter la position de sécurité. La voix de l'agente de bord à l'avant et qui occupait le strapontin orienté vers l'avant a porté vers l'avant, dans la direction opposée aux passagers qui étaient derrière elle; c'est sans doute pour cette raison que les passagers ont eu du mal à entendre les directives de cette agente de bord. L'emplacement et l'orientation du strapontin ne sont pas particuliers à cet appareil. Les passagers ont entendu plus clairement les directives données par l'agente de bord qui se trouvait à l'arrière; son strapontin, qui était situé à l'arrière de l'appareil, était orienté vers l'avant. Comme il y avait beaucoup de bruit pendant la sortie de piste, il était d'autant plus difficile d'entendre les directives données par les agentes de bord.

L'agente de bord à l'arrière n'a aucun moyen de communiquer avec les autres membres du personnel de cabine ou avec le poste de pilotage concernant les directives ou l'état de l'aéronef. Dans cet accident, l'agente de bord à l'arrière n'avait aucun moyen de savoir s'il s'agissait d'une évacuation ou d'un débarquement rapide. Il est important que le personnel de cabine sache quelles directives ont été données pour savoir quelle procédure il faut suivre, car ces deux situations font appel à des procédures très différentes.

2.6.3 *Évacuation*

L'évacuation s'est déroulée rapidement et dans l'ordre, mais elle a été un peu retardée en raison des mauvaises communications entre le poste de pilotage et la cabine et à cause de l'ouverture partielle de la porte L1. Ce retard n'a eu aucune conséquence malheureuse sur les passagers ni sur l'équipage.

2.6.4 *Situation après l'évacuation*

L'intervention immédiate a été rapide et efficace. Le contrôleur de la tour a accéléré l'intervention en déclenchant l'alarme avant que l'avion sorte en bout de piste. Dans ce cas-ci, le retard des services ambulanciers additionnels et le retard dans le transport des passagers n'ont eu aucune conséquence malheureuse; cependant, ces facteurs pourraient avoir une importance cruciale lors d'un accident plus grave.

3.0 *Conclusions*

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

1. L'appareil n'a pas pu s'immobiliser sur la piste en raison du freinage inefficace des roues.
2. Il semble que les facteurs suivants ont contribué au freinage inefficace des roues : le délai lié aux circuits de protection qui empêchent le blocage des roues au toucher; le fonctionnement cyclique du système d'antidérapage pendant l'hydroplanage visqueux; le dérapage dû à la dévulcanisation du caoutchouc après le serrage des freins d'urgence; et la diminution du freinage de la roue intérieure droite lors du serrage des freins. L'enquête n'a pas permis d'établir dans quelle mesure un ou l'autre de ces facteurs a contribué au mauvais freinage.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Comme il n'y avait pas d'indicateur visuel de pente d'approche (VASIS) pour l'approche finale jusqu'au seuil décalé, il a été plus difficile pour l'équipage d'établir le contact visuel et d'exécuter l'approche finale.
2. La possibilité d'effectuer un atterrissage interrompu ou une remise des gaz pendant l'approche finale était réduite en raison du régime d'atterrissage bas de l'appareil.
3. Les mauvaises communications au début de l'évacuation ont légèrement retardé l'évacuation.
4. Là où elles étaient assises, les agentes de bord ne pouvaient utiliser l'équipement de communication, ce qui a accru les risques de mauvaise communication ou de retard.
5. Il y a eu un délai de 40 minutes avant l'intervention des services ambulanciers additionnels et le transport des passagers.

3.3 *Autres faits établis*

1. Les calculs de performances ont montré que la piste 16 de l'aéroport de St. John's était suffisamment longue pour que l'appareil s'immobilise sur la piste, même si le seuil de piste était décalé.
2. La piste 34 aurait permis une meilleure approche à l'atterrissage.
3. Aucune anomalie ayant pu provoquer une panne totale du freinage des roues n'a été décelée dans le système d'antidérapage ou de freinage.

4. Les méplats relevés sur les pneus ont été causés par le blocage des roues lors du freinage d'urgence.
5. La séquence de démarrage des réacteurs n'est pas enregistrée sur l'enregistreur de données de vol (FDR) des F28 parce que les procédures d'utilisation normalisées (SOP) de la compagnie recommandent à l'équipage de désactiver les dispositifs de blocage des commandes de vol après le démarrage des réacteurs. Cette désactivation met le FDR en marche.
6. Les débris sur l'aire de dépassement de la piste ont grandement contribué à l'affaissement du train avant.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

4.1.1 *Normes et pratiques recommandées en matière de balisage lumineux d'approche*

Le 15 octobre 1999, le BST a transmis à Transports Canada un avis sur la sécurité aérienne lui demandant d'envisager des moyens de favoriser ou d'exiger l'utilisation d'indicateurs visuels de pente d'approche (VASIS) aux aéroports canadiens. Le 3 avril 2000, Transports Canada a répondu qu'il soutenait l'augmentation de l'utilisation des VASIS. Avant d'entreprendre la révision complète de la réglementation relatives aux normes d'aérodromes, Transports Canada va recommander au Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne (CCRAC) sur la Partie III de transformer en norme la recommandation qui figure au paragraphe 5.3.6.2 du document intitulé *Aérodromes - Normes et pratiques recommandées* (TP 312). Les gestionnaires régionaux de la Sécurité des aérodromes ont également été informés des préoccupations signalées dans cet avis. On leur demande de plus d'en tenir compte dans le processus d'approbation des plans de construction des aéroports.

4.1.2 *Intervention d'urgence - Véhicules auxiliaires*

Le 2 mars 2000, le BST a transmis à Transports Canada un avis sur la sécurité aérienne suggérant que les exploitants d'aéroports et les organismes pertinents revoient leurs plans d'intervention d'urgence en pensant à y intégrer le déploiement rapide de véhicules de secours et auxiliaires. Le 10 mai 2000, Transports Canada a répondu en mentionnant qu'il est prévu qu'une révision majeure de la Partie III du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) inclue de la documentation qui, actuellement, n'est disponible qu'à titre indicatif. Cette révision aura un effet sur les exigences en matière de planification d'urgence, et le processus de révision du RAC tiendra compte de cet avis du BST. Transports Canada a également indiqué que les anomalies décelées dans le système seraient signalées à tous les exploitants d'aéroports pour les encourager à évaluer les lacunes de leur propre programme. La région de l'Atlantique de l'Aviation civile a déjà pris des mesures à cet égard en distribuant une lettre aux exploitants d'aéroports de cette région, dans laquelle elle leur recommande d'ajouter à leur plan d'intervention d'urgence une partie sur le transport des passagers non blessés, en l'absence de représentant de la compagnie aérienne sur les lieux.

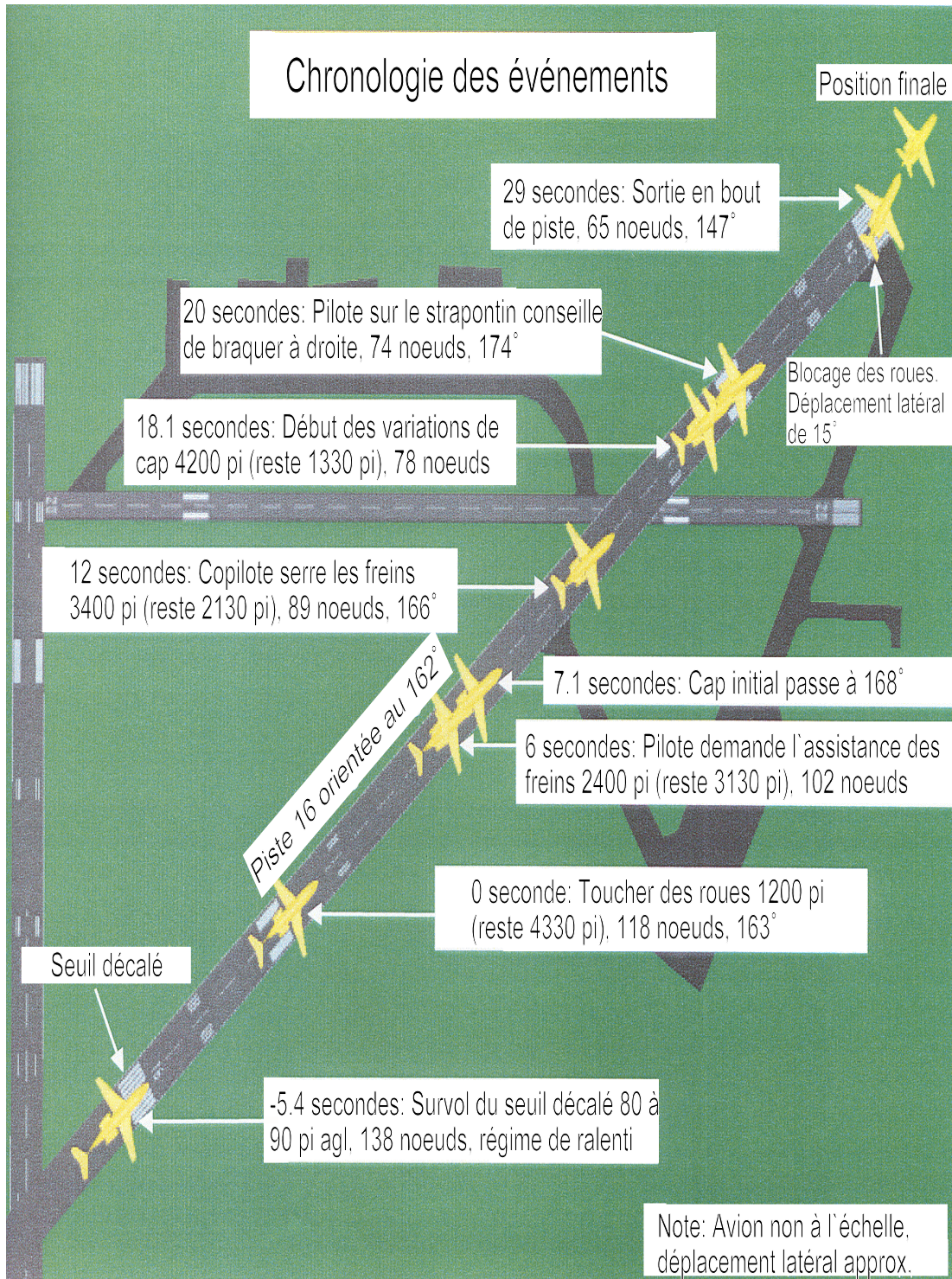
L'Avis de proposition de modification (APM) 2000-244 intitulé « Planification des services d'urgence » dans les aéroports est à l'étude par le ministère de la Justice.

L'aéroport de St. John's a fait l'acquisition d'un autobus pour assurer le transport des passagers dans les situations d'urgence. L'aéroport de St. John's et la Health Care Corporation of St. John's (fournisseur des services ambulanciers) ont révisé leurs procédures de communication afin d'assurer une communication directe dans les situations d'urgence. Dans les situations d'urgence, l'appel d'un fournisseur de services ambulanciers ne se fera plus en passant par un tiers (opérateur 911). Les communications se feront directement de la tour de contrôle au fournisseur de services ambulanciers, et elles comporteront davantage de renseignements pour déterminer les ressources qui pourraient s'avérer nécessaires. De plus, la Health Care

Corporation of St. John's a mis en oeuvre un nouveau système « sur appel » qui permet d'assurer la présence d'un représentant capable d'intervenir immédiatement en cas d'urgence à l'aéroport.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 12 février 2002.

Annexe A - Schéma de l'atterrissage



Annexe B - Liste des rapports de laboratoire

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

LP 88/99 - *Flight Recorders and Aircraft Performance Analysis* (Analyse des enregistreurs de bord et des performances de l'aéronef);

LP 096/99 - *Examination of Tires* (Inspection des pneus).

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

Annexe C - Sigles et abréviations

ACC	centre de contrôle régional
agl	au-dessus du sol
asl	au-dessus du niveau de la mer
ATC	contrôle de la circulation aérienne
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CCRAC	Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne
CVR	enregistreur de la parole dans le poste de pilotage
FDR	enregistreur de données de vol
GPWS	dispositif avertisseur de proximité du sol
h	heure(s)
HAA	heure avancée de l'Atlantique
HAT	heure avancée de Terre-Neuve
ICN	Inter-Canadien
KIAS	vitesse indiquée en noeuds
LOC	radiophare d'alignement de piste
MDA	altitude minimale de descente
nm	mille(s) marin(s)
NOTAM	avis aux aviateurs
PPC	vérification de compétence pilote
pi	pied(s)
pi/min	pieds/minute
PIREP	rapport météo de pilote
RAC	<i>Règlement de l'aviation canadien</i>
SFT	véhicule de mesure du coefficient de frottement
SOP	procédures d'utilisation normalisées
SPECI	message d'observation spéciale
$V_{\text{réf}}$	vitesse de référence
VASIS	indicateur visuel de pente d'approche
°	degré(s)
°C	degré(s) Celsius
°M	degré(s) magnétique