

## **RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ACCIDENT AÉRONAUTIQUE**

### **PANNE SÈCHE**

**BUFFALO AIRWAYS (1986) LTD.  
DOUGLAS DC-3C C-FROD  
5 nm au sud-ouest de  
l'AÉROPORT DE FORT SIMPSON  
(TERRITOIRES DU NORD-OUEST)  
26 JUIN 1994**

**RAPPORT NUMÉRO A94W0106**

## **MISSION DU BST**

La Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports établit les paramètres légaux qui régissent les activités du BST. La mission du BST consiste essentiellement à promouvoir la sécurité du transport maritime, par productoduc, ferroviaire et aérien:

- en procédant à des enquêtes indépendantes et, au besoin, à des enquêtes publiques sur les événements de transport, afin d'en dégager les causes et les facteurs;
- en publiant des rapports rendant compte de ses enquêtes, publiques ou non, et en présentant les conclusions qu'il en tire;
- en constatant les manquements à la sécurité mis en évidence par de tels accidents;
- en formulant des recommandations sur les moyens d'éliminer ou de réduire ces manquements;
- en menant des enquêtes et des études spéciales en matière de sécurité des transports.

Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales. Ses conclusions doivent toutefois être complètes, quelles que soient les inférences qu'on puisse en tirer à cet égard.

## **INDÉPENDANCE**

Pour que le public puisse faire confiance au processus d'enquête sur les accidents de transport, il est essentiel que l'organisme d'enquête soit indépendant et libre de tout conflit d'intérêt et qu'il soit perçu comme tel lorsqu'il mène des enquêtes sur les accidents, constate des manquements à la sécurité et formule des recommandations en matière de sécurité. La principale caractéristique du BST est son indépendance. Il relève du Parlement par l'entremise du président du Conseil privé de la Reine pour le Canada et il est indépendant de tout autre ministère ou organisme gouvernemental. Cette indépendance assure l'objectivité de ses conclusions et recommandations.



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 sur accident aéronautique

### Panne sèche

Buffalo Airways (1986) Ltd.  
Douglas DC-3C C-FROD  
5 nm au sud-ouest de l'aéroport  
de Fort Simpson  
(Territoires du Nord-Ouest)  
26 juin 1994

Rapport numéro A94W0106

### *Résumé*

L'avion cargo de type DC-3 effectuait un vol d'affrètement entre Trout Lake et Fort Simpson (Territoires du Nord-Ouest). Pendant qu'il virait en finale pour la piste 31 à Fort Simpson, l'équipage de conduite a signalé à la station d'information de vol (FSS) qu'il tentait un atterrissage forcé sur une route. L'avion s'est écrasé dans les arbres à environ un demi-mille marin de la piste et a été lourdement endommagé. Le copilote a été grièvement blessé; le commandant de bord a subi des blessures légères.

Le Bureau a déterminé que l'équipage a entrepris le vol en emportant une quantité de carburant inférieure à la quantité minimale exigée, et l'avion a subi une panne sèche. Un manque de coordination entre les membres de l'équipage de conduite a contribué à l'accident.

This report is also available in English.

*Table des matières*

	Page
1.0 Renseignements de base .....	1
1.1 Déroulement du vol .....	1
1.2 Victimes .....	3
1.3 Dommages à l'aéronef .....	3
1.4 Autres dommages .....	3
1.5 Renseignements sur le personnel .....	4
1.6 Renseignements sur l'aéronef .....	4
1.7 Renseignements météorologiques .....	5
1.8 Aides à la navigation .....	5
1.9 Télécommunications .....	5
1.10 Renseignements sur l'aérodrome .....	5
1.11 Enregistreurs de bord .....	6
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact .....	6
1.12.1 Lieu de l'accident .....	6
1.12.2 L'avion .....	6
1.12.3 Marques au sol .....	6
1.12.4 Systèmes d'aéronef .....	6
1.12.5 Examen des hélices .....	6
1.12.6 Examen des moteurs .....	6
1.12.7 Examen du circuit carburant .....	7
1.13 Renseignements médicaux .....	7
1.14 Incendie .....	7
1.15 Questions relatives à la survie des occupants .....	7
1.16 Services d'avitaillement en carburant .....	8
1.17 Opérations de la compagnie .....	8
1.18 Exigences en matière de carburant .....	8
1.18.1 Règlement de l'Air .....	8
1.18.2 Exigences de la compagnie .....	10
1.19 Calculs et contrôle du carburant .....	10
1.19.1 Charge en carburant .....	10
1.19.2 Carburant nécessaire au démarrage, à la circulation au sol, au point fixe et au décollage .....	10
1.19.3 Carburant nécessaire à la montée et au vol de croisière .....	11
1.19.4 Contrôle du carburant .....	11
1.20 Coordination au sein de l'équipage .....	12
2.0 Analyse .....	13

2.1	Introduction .....	13
2.2	Calculs de carburant .....	13
2.3	Prise de décisions .....	13
2.4	Coordination au sein de l'équipage .....	14
2.5	Bretelles de sécurité .....	14
3.0	Conclusions .....	15
3.1	Faits établis .....	15
3.2	Causes .....	15
4.0	Mesures de sécurité .....	17
5.0	Annexes	
	Annexe A - Trajectoire de vol .....	19
	Annexe B - Sigles et abréviations .....	21
	Figures	
	Figure 1 - Segments de vol .....	2

## 1.0 Renseignements de base

### 1.1 Déroutement du vol

Le vol 526 de Buffalo Air, un avion cargo DC-3C basé à Yellowknife, transportait du carburéacteur à Trout Lake à partir de Fort Simpson, dans les Territoires du Nord-Ouest, dans le cadre d'une mission d'appui à des opérations de lutte contre l'incendie.

Avant le départ de Yellowknife à destination de Trout Lake, l'équipage de conduite a vérifié la météo en route et a déposé un itinéraire de vol de la compagnie. Le régulateur des vols a délivré à l'équipage de conduite un reçu de charge de carburant qui indiquait que l'avion avait été ravitaillé en carburant la nuit précédente et qu'il avait reçu environ 436 gallons impériaux : les réservoirs principaux avaient été remplis (336 gallons impériaux), chaque réservoir auxiliaire comprenait 50 gallons (100 gallons impériaux). Le copilote a confirmé cette quantité à l'aide d'une jauge manuelle de carburant empruntée au ravitailleur.

À 7 h 40, heure avancée des Rocheuses (HAR)<sup>1</sup>, l'équipage de conduite a quitté Yellowknife selon les règles de vol à vue (VFR)<sup>2</sup>. À bord de l'avion se trouvaient 17 fûts de 45 gallons impériaux remplis de carburéacteur Turbo-B.

À 10 h 20, l'avion s'est posé à Fort Simpson. Dix-sept fûts de carburéacteur ont été chargés à bord, puis l'avion a décollé à 10 h 49. Le commandant de bord est monté à une altitude de 3 500 pieds-mer. Après avoir mis les ailes de l'avion à l'horizontale, il a réglé la puissance des moteurs à 575 HP au frein (BHP).

À 11 h 20, l'avion s'est posé à Trout Lake où les fûts ont été déchargés. L'avion a repris l'air à 11 h 35 pour le second vol aller-retour.

Trente-cinq minutes plus tard, l'avion s'est posé à Fort Simpson. Pendant que le fret était chargé à bord, les membres de l'équipage de conduite ont discuté de leurs calculs et de la quantité de carburant de l'avion. Le copilote a déclaré que l'avion avait besoin de carburant. Le commandant de bord avait calculé qu'il restait suffisamment de carburant, et il a décidé que l'avion serait ravitaillé à Fort Simpson lors du prochain vol. Néanmoins, comme l'équipage de conduite jugeait que les indicateurs de carburant du poste de pilotage n'étaient pas fiables, le commandant de bord a demandé au copilote de confirmer la quantité de carburant à l'aide d'une jauge manuelle.

1 Les heures sont exprimées en HAR (temps universel coordonné [UTC] moins six heures) sauf indication contraire.

2 Voir l'annexe B pour la signification des sigles et abréviations.

À 9 h 25, l'avion s'est posé à Trout Lake, et 17 des fûts de carburéacteur ont été déchargés; l'avion a ensuite décollé pour Fort Simpson à 9 h 45. Le vol de 82 milles marins (nm) vers Fort Simpson s'est déroulé à une altitude de 2 500 pieds-mer; l'équipage de conduite a signalé de légers vents de face.

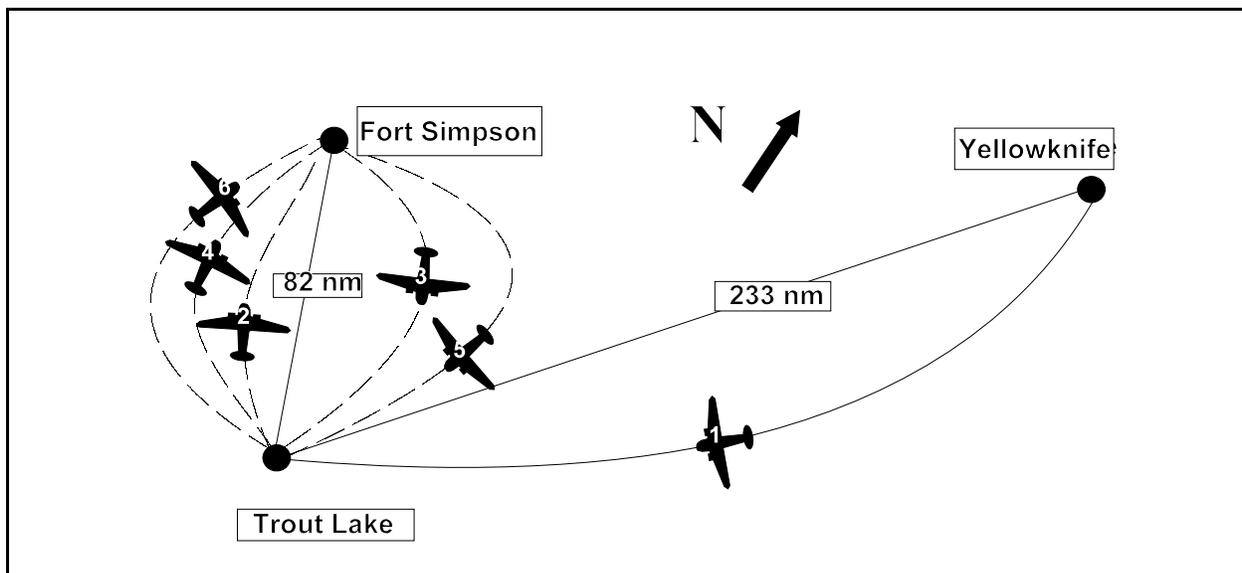


Figure 1 - Segments de vol

À 12 h 28, l'avion a quitté Fort Simpson et est monté à 5 000 pieds-mer. Environ huit minutes plus tard, l'équipage de conduite a remarqué que la pression de carburant fluctuait, indiquant que les réservoirs auxiliaires étaient vides. Le commandant de bord a réglé les sélecteurs de carburant sur leur réservoir principal respectif et s'est informé des mesures obtenues à l'aide de la jauge manuelle. Le

copilote a répondu qu'il n'avait pas vérifié la quantité de carburant parce qu'il n'avait pas trouvé la jauge. L'équipage a discuté de la quantité de carburant qui restait, et le commandant de bord a calculé que l'avion avait du carburant pour environ 45 minutes de vol.

À la suite de l'atterrissage à Trout Lake à 13 h, le fret a été déchargé, et 31 fûts de

carburant vides ont été chargés à bord de l'avion pour Fort Simpson.

À 13 h 25, l'avion a quitté Trout Lake. Le copilote était aux commandes de l'avion en place droite. Le commandant de bord exécutait les tâches du pilote qui n'est pas aux commandes. À 20 milles au sud-ouest de Fort Simpson, le pilote qui n'était pas aux commandes a signalé la position de l'avion à la station d'information de vol (FSS) de Fort Simpson. Il a aussi demandé qu'on avise le ravitailleur que l'avion aurait besoin de carburant après l'atterrissage. L'équipage de conduite a alors effectué les vérifications pour la descente et, à 10 milles au sud-ouest de l'aéroport, le pilote qui n'était pas aux commandes a communiqué la nouvelle position à la FSS et a reçu l'avis sur l'aéroport.

À quelque six milles de l'aéroport, à une hauteur d'environ 400 à 500 pieds-sol, le pilote aux commandes a avisé le pilote qui n'était pas aux commandes que la pression de carburant du moteur gauche diminuait. Peu après, le moteur gauche est tombé en panne. Le pilote qui n'était pas aux commandes a immédiatement mis en marche la pompe d'appoint de carburant de gauche et a déplacé le sélecteur de carburant de gauche de *LEFT MAIN* à *LEFT AUXILIARY*. Le moteur a redémarré brièvement, puis a arrêté. Le pilote qui n'était pas aux commandes a mis le sélecteur de carburant de gauche sur *RIGHT AUXILIARY*, et le moteur a redémarré avant de s'arrêter de nouveau aussitôt.

Se rendant compte qu'il n'y avait plus de carburant dans trois des quatre réservoirs, le commandant de bord a repris les commandes de l'avion et s'est dirigé directement vers la piste 31. Comme le commandant de bord demandait la vérification en cas de panne moteur pour le moteur gauche, le copilote l'a avisé que le moteur droit perdait de la puissance. Les deux moteurs en panne et n'ayant pas suffisamment d'altitude pour planer, le copilote a appelé la FSS de Fort Simpson pour indiquer que l'équipage allait tenter de se poser sur la route (l'autoroute Mackenzie), au nord de la rivière Liard. Toutefois, l'approche sur la route n'a pas

réussi, et l'avion s'est écrasé dans une zone boisée (voir l'annexe A).

Vers 14 h 3, plusieurs témoins à l'embarcadère du traversier de la rivière Liard ont observé l'avion voler bas en direction nord-ouest. On a estimé que l'avion a survolé l'embarcadère à environ

3

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

40 pieds-sol en descente. Les témoins ont déclaré avoir entendu le bruit entrecoupé des moteurs avant que l'avion ne les survole. Ils ont aussi déclaré avoir vu le train d'atterrissage sortir. L'avion a ensuite disparu derrière les arbres.

Immédiatement après, l'avion a heurté des arbres près de la route et s'est écrasé à environ un demi-mille avant la piste 31. L'avion volait depuis environ 4 heures et 37 minutes depuis qu'il avait été ravitaillé en carburant.

L'avion s'est écrasé de jour vers 14 h 4 par 61° 45' de latitude Nord et 121° 14' de longitude Ouest<sup>3</sup>, à une altitude de 450 pieds-mer.

## 1.2 Victimes

	Équipage	Passagers	Tiers	Total
Tués	-	-	-	-
Blessés graves	1	-	-	1
Blessés légers/ indemnes	1	-	-	1
Total	2	-	-	2

Les deux pilotes ont subi des blessures à la tête et au torse.

## 1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été lourdement endommagé.

#### 1.4 *Autres dommages*

Aucun.

#### 1.5 *Renseignements sur le personnel*

	Commandant de bord	Copilote
Âge	38 ans	28 ans
Licence	pilote de ligne	pilote professionnel
Date d'expiration du certificat de validation	1er sept 1994	1er mars 1995
Nombre d'heures de vol	14 000 h	1 300 h
Nombre d'heures de vol sur type en cause	9 000 h	850 h
Nombre d'heures de vol dans les 90 derniers jours	315 h	200 h
Nombre d'heures de vol sur type en cause dans les 90 derniers jours	315 h	170 h
Nombre d'heures de service avant l'accident	7,5 h	7,5 h
Nombre d'heures libres avant la prise de service	8,5 h	8 h

Les membres de l'équipage de conduite possédaient les licences et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur. Leur expérience a été établie grâce à leurs dossiers de vol et aux dossiers de la compagnie.

Le commandant de bord a été décrit par le chef pilote, par ses collègues et par lui-même comme un pilote très expérimenté qui s'efforçait toujours de faire le travail le plus rapidement et le plus efficacement possible.

Le copilote a commencé sa carrière de pilote avec la compagnie en cause dans l'accident. Sa licence était annotée pour le DC-3 et le DC-4. Il a été décrit par ses collègues comme un pilote professionnel et une personne ayant une bonne attitude au travail. On l'a aussi

décrit comme un pilote qui n'hésitait pas à s'affirmer.

#### 1.6 *Renseignements sur l'aéronef*

Constructeur	Douglas Aircraft Corporation
Type et modèle	DC-3C
Année de construction	1942
Numéro de série	12307
Certificat de navigabilité (Permis de vol)	valide
Nombre d'heures de vol cellule	18 456 h
Type de moteur (nombre)	Pratt & Whitney R-1830-92 (2)
Type d'hélice/ de rotor (nombre)	Hamilton Standard 23E50-437 (2)
Masse maximale autorisée au décollage	26 899 lb
Type(s) de carburant recommandé(s)	essence aviation 100-130, 100 LL
Type de carburant utilisé	essence aviation 100 LL

L'avion était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

La masse et le centrage de l'avion au moment du vol se situaient dans les limites prescrites. Les documents de masse et centrage, les manifestes et une formule de plan de vol ont tous été trouvés dans le poste de pilotage de l'avion. Ces documents avaient été remplis à l'avance, conformément aux procédures de la compagnie.

Le service d'entretien de la compagnie a signalé que l'avion avait fonctionné normalement lors des vols précédents; aucune anomalie sur la consommation de carburant n'était consignée dans les dossiers d'entretien.

#### 1.7 *Renseignements météorologiques*

Les prévisions du Service de l'environnement atmosphérique (SEA) d'Environnement Canada pour Fort Simpson et les environs étaient les suivantes : nuages fragmentés à ciel couvert avec base nuageuse à 1 500 pieds-sol. La visibilité prévue était d'au moins six milles avec quelques averses de pluie.

Un rapport de pilote (PIREP) publié quatre minutes avant l'accident indiquait que la base des nuages était à 2 800 pieds-sol.

Les observations météorologiques en surface de 14 h, publiées par le SEA, étaient les suivantes : visibilité de 15 milles, vents du 320 degrés à 10 noeuds et température de 13 degrés Celsius.

Le tableau de 850 millibars (mb) de 18 h indique que les vents au-dessus de la vallée du haut Mackenzie à 5 000 pieds-mer soufflaient du 310 ou du 320 degrés à environ 10 noeuds.

## 1.8 Aides à la navigation

Au moment de l'accident, l'aéroport de Fort Simpson était desservi par les aides à la navigation suivantes : un radiophare non directionnel (NDB), un radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence (VOR) et un équipement de mesure de distance (DME). Tant le NDB que le VOR/DME étaient en bon état de service et étaient utilisés par l'équipage pour la navigation à destination et en provenance de Fort Simpson.

L'équipage utilisait aussi un système de positionnement mondial (GPS) pour la navigation en route.

## 1.9 Télécommunications

Des radiocommunications à très haute fréquence (VHF) entre le vol 526, le spécialiste de la FSS et d'autres aéronefs sur la fréquence obligatoire (MF) de 122,2 mégahertz (MHz) avaient été établies et se déroulaient normalement au moment de l'accident. Un enregistrement des communications a été transcrit à partir des bandes de la FSS.

### 1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aéroport de Fort Simpson est un aéroport certifié qui est exploité par Transports Canada. Il est situé à environ 6 nm au sud-est de l'agglomération à une altitude de 555 pieds-mer. La piste 31/13 mesure 6 000 pieds sur 150 pieds, et sa surface est asphaltée.

Le terrain immédiatement au sud-est de l'aéroport descend vers la rivière Liard. La végétation qui se succède à divers niveaux comprend des arbustes près de la rive, des saules et finalement de grands conifères et de grands arbres à feuilles caduques d'environ 125 pieds de hauteur. Le point d'impact initial se trouve à environ 100 pieds en contrebas de l'altitude de la piste.

Il y a des services d'intervention d'urgence pour les accidents et les incidents qui se produisent sur l'aérodrome.

### 1.11 Enregistreurs de bord

L'avion n'était pas équipé d'un enregistreur de données de vol (FDR) ni d'un enregistreur phonique (CVR), et il n'y était pas tenu par la réglementation.

### 1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

#### 1.12.1 Lieu de l'accident

L'avion a heurté les arbres et le relief ascendant d'une vallée à environ 2 900 pieds du seuil de la piste 31. Le lieu de l'accident est situé juste à côté de l'autoroute Mackenzie, près de l'endroit où passe le traversier sur la rivière Liard.

#### 1.12.2 L'avion

Au cours de sa trajectoire de vol finale, l'avion a heurté des arbres au cap d'environ 300 degrés magnétique, sous une faible pente descendante de 5 degrés, l'aile droite inclinée de 28 degrés vers le bas. L'avion a poursuivi sa course dans les arbres dans cette assiette sur environ 97 pieds, puis il a fait une embardée à droite, et le nez a heurté le sol. L'avion s'est immobilisé à la verticale, appuyé sur l'aile gauche, à 164 pieds du point d'impact initial, au cap de 100 degrés magnétique. La queue était appuyée sur des peupliers de 12 pouces de diamètre.

#### 1.12.3 Marques au sol

Les marques au sol et sur les arbres laissées par l'avion révèlent une décélération et correspondent à la trajectoire finale de l'avion. Les hélices ne présentaient aucune marque de rotation.

#### 1.12.4 *Systèmes d'aéronef*

L'examen de la cellule après l'accident n'a révélé aucun signe de défaillance antérieure à l'impact ni perte d'intégrité des commandes. L'examen des instruments de l'avion n'a pas permis de déterminer la vitesse de l'avion à l'impact.

#### 1.12.5 *Examen des hélices*

L'hélice droite se trouvait du côté droit du sillon laissé par l'avion, à 141 pieds du point d'impact initial. Une pale des hélices tripales était repliée dans une position asymétrique. Aucune hélice ne présentait un angle de calage élevé ni ne se trouvait en drapeau; aucune ne présentait des dommages en torsion ou en rotation, ni aucun dommage au bord d'attaque.

L'absence de dommages en rotation aux pales d'hélice et de dommages à leur bord d'attaque confirme l'absence de puissance moteur au moment de l'impact.

#### 1.12.6 *Examen des moteurs*

Les moteurs ont été examinés dans la mesure du possible, et ils ne présentaient aucune déféctuosité.

#### 1.12.7 *Examen du circuit carburant*

Une inspection visuelle sur le terrain des réservoirs de carburant de l'avion a révélé qu'il n'y avait pas de carburant utilisable à bord. Le carburant qui restait dans les réservoirs de l'avion a été retiré, mesuré et examiné. La quantité absolue extraite des quatre réservoirs totalisait environ trois gallons impériaux; le carburant était du bon indice d'octane et de bonne qualité.

Le circuit de carburant a été examiné et il ne présentait aucun défaut ni aucune

défécuosité, que ce soit avant ou pendant le vol.

L'avion a quitté Yellowknife en emportant à peu près la même quantité de carburant dans les deux ailes, et le circuit d'intercommunication n'a pas été utilisé pendant les segments de vol, sauf lorsqu'il y a eu perte de puissance moteur. En approche finale, il y a eu perte de puissance des deux moteurs à environ deux minutes d'intervalle. La perte de puissance presque simultanée des moteurs indique que ces derniers consommaient le carburant de façon égale. Par conséquent, il est peu probable qu'une fuite de carburant, un mélange riche ou une défaillance de moteur se soient produites.

Pendant l'examen de l'épave, on a retrouvé la jauge manuelle sous la plate-forme du groupe auxiliaire de bord, à l'arrière de l'avion. La jauge est normalement rangée à cet endroit.

### 1.13 *Renseignements médicaux*

Rien n'indique qu'une incapacité ou des facteurs physiologiques aient pu perturber les capacités de l'équipage.

#### 1.14 *Incendie*

Il n'y a pas eu d'incendie, que ce soit avant ou après l'accident.

#### 1.15 *Questions relatives à la survie des occupants*

Les forces de décélération qui se sont produites pendant la trajectoire de vol finale ont été atténuées et progressivement absorbées par un groupe de saules épais, de petits arbres et, finalement, par de gros arbres. En outre, l'aile droite basse, inclinée à 28 degrés, a fait faire la roue à l'avion pendant le contact avec les saules

épais. Au cours de cette manoeuvre, la plus grande partie de l'énergie de déplacement de l'avion a été dissipée, et l'appareil a glissé à reculons avant de s'immobiliser.

La cabine a conservé son intégrité pendant l'accident; toutefois, la partie du poste de pilotage située immédiatement devant les sièges a été gravement endommagée.

L'avion n'était pas équipé de bretelles de sécurité, mais ce n'était pas obligatoire.

La radiobalise de détresse n'a pas été endommagée dans l'accident. Elle s'est déclenchée et a fonctionné normalement après l'écrasement.

L'accès facile au lieu de l'accident, situé à environ 150 pieds au nord de l'autoroute Mackenzie, a permis au personnel de sauvetage d'évacuer rapidement l'équipage de conduite.

### 1.16 Services d'avitaillement en carburant

Il y a un service d'avitaillement en carburant à l'aéroport de Fort Simpson. L'installation d'avitaillement est située à environ 2 500 pieds au sud de la base forestière où le DC-3 chargeait et déchargeait son fret. Le service d'avitaillement peut être utilisé pendant les heures normales de travail du lundi au vendredi. Des frais d'appel sont imposés après les heures normales de travail et les fins de semaine. Le vol en question s'est déroulé un dimanche.

Il n'y a pas de service d'avitaillement en carburant à Trout Lake.

### 1.17 Opérations de la compagnie

Buffalo Airways emploie un système de régulation des vols géré par les pilotes. De par ce système, le pilote commandant de bord de n'importe quel vol est le seul autorisé à prendre des décisions sur le décollage, la poursuite, le report, le déroutement ou réacheminement et le ravitaillement d'un vol lorsque les conditions sont telles que ces décisions opérationnelles sont nécessaires. Le pilote commandant de

bord est le seul responsable de la sécurité du vol.

Au cours de l'enquête, on a déterminé que la direction de la compagnie n'exerçait pas de pressions sur ses pilotes pour que les vols se déroulent avec une quantité de carburant inférieure à la quantité minimale exigée par la compagnie. De plus, les équipages de conduite avaient reçu instruction du chef pilote de se ravitailler à chaque étape de vol, si possible, pour pouvoir se conformer aux exigences d'avitaillement et permettre de donner un rendement optimal dans le transport du fret.

### 1.18 Exigences en matière de carburant

#### 1.18.1 Règlement de l'Air

Aux fins de la planification des vols et pour assurer que l'aéronef emporte suffisamment de carburant, le *Règlement de l'Air* no 544 stipule que :

La quantité de carburant et d'huile à bord d'un aéronef (...), au début d'un vol VFR, doit être suffisante, compte tenu du vent et des autres conditions atmosphériques prévues, pour permettre à l'appareil de voler jusqu'au point d'atterrissage prévu, et, en outre,

- a) dans le cas d'un aéronef autre qu'un hélicoptère, pendant 45 minutes à la vitesse normale de croisière.

Des extraits des articles 26, 27 et 29 de l'Ordonnance sur la navigation aérienne (ONA), série VII, no 2 indiquent ce qui suit :

Aucune personne ne doit autoriser un vol ou entreprendre un vol sauf si, compte tenu des conditions

météorologiques et des retards prévus au cours du vol, l'avion transporte :

- a) une quantité suffisante de carburant et d'huile pour que le vol puisse être accompli en toute sécurité;

La quantité de carburant et d'huile transportée (...) doit, dans le cas d'un avion à hélice, être au moins suffisante pour permettre à l'avion

- a) s'il n'est pas nécessaire de prévoir un aéroport de dégagement,
  - i) d'atteindre l'aéroport d'atterrissage prévu puis de voler pendant une période de 45 minutes à la vitesse normale de croisière, et
  - ii) d'avoir une réserve de carburant basée sur la prévision de facteurs imprévus.

Pour le calcul de la quantité de carburant et d'huile (...), il doit être tenu compte des facteurs imprévus suivants :

- (a) prévision des conditions météorologiques;
- (b) prévision pour les acheminements du contrôle de la circulation aérienne et les retards de circulation;
- (c) une approche aux instruments à l'aéroport d'atterrissage prévu, y compris une approche manquée;

- (d) les procédures exposées dans le manuel d'exploitation du transporteur aérien relativement à la dépressurisation en vol, lorsqu'elles sont applicables, ou à la défaillance en route d'un groupe propulseur; et

- (e) toute autre condition qui peut retarder l'atterrissage de l'avion.

### 1.18.2 Exigences de la compagnie

Les exigences minimales de carburant qui figurent à la section 1, page 33 du manuel d'exploitation de la compagnie sont les suivantes :

#### Charge en carburant

La quantité minimale de carburant avec laquelle il est permis d'exploiter l'avion pour tout vol, à partir de n'importe quelle base, doit être de 146 gallons impériaux, plus le carburant nécessaire à la circulation au sol, répartis de la façon suivante :

- a. Dans tous les cas, chaque réservoir arrière doit contenir au moins 10 gallons impériaux.
- b. Le reste (126 gallons impériaux plus 10 gallons impériaux pour la circulation au sol) doit être réparti également entre les deux réservoirs avant.

Aucun des pilotes ne connaissait suffisamment bien les exigences minimales de carburant qui figurent dans le manuel d'exploitation de la compagnie.

## 1.19 Calculs et contrôle du carburant

### 1.19.1 Charge en carburant

Au début de la journée, l'avion transportait environ 436 gallons impériaux de carburant,

comme l'indiquait le reçu de carburant : les réservoirs principaux étaient pleins (336 gallons impériaux), et il y avait 50 gallons dans chaque réservoir auxiliaire (100 gallons impériaux). Le copilote a confirmé cette quantité à l'aide d'une jauge manuelle.

La section 1, page 33, du manuel d'exploitation de la compagnie traite de la quantité de carburant inutilisable de l'avion. Le sous-alinéa 10, paragraphe (3), sous la rubrique «Circuit de carburant» précise ce qui suit :

Lorsqu'il est nécessaire d'économiser le carburant, il est possible de vider les réservoirs jusqu'à une quantité approximative de deux gallons en volant en légère montée tout en maintenant l'aile basse de 3 à 5° du côté opposé au réservoir en train d'être vidé.

Le commandant de bord a déclaré avoir incliné l'avion au cours de la descente finale afin d'économiser le carburant. La quantité totale de carburant inutilisable serait alors de 8 gallons impériaux; par conséquent, la quantité totale de carburant utilisable de l'avion était de 428 gallons impériaux.

#### *1.19.2 Carburant nécessaire au démarrage, à la circulation au sol, au point fixe et au décollage*

La section 6, page 1, du manuel d'exploitation de la compagnie indique que tous les vols doivent être planifiés en fonction d'une puissance de 550 HP au frein. Le manuel indique également que 10 gallons impériaux additionnels doivent être prévus pour chaque point fixe, circulation au sol et décollage.

S'il n'est pas nécessaire d'effectuer un point fixe avant le départ, les pilotes de la compagnie utilisent moins de 10 gallons impériaux. Le commandant de bord a indiqué qu'il avait utilisé 7 gallons impériaux pour la circulation au sol et le décollage. L'avion a effectué six décollages au cours du vol en question.

#### *1.19.3 Carburant nécessaire à la montée et au vol de croisière*

Le tableau des performances en montée qui se trouve à la section 6, page 6, du manuel d'exploitation de la compagnie précise les exigences de carburant pour que l'avion monte en altitude lorsque le réglage de la puissance de montée est de 785 HP au frein.

Ce tableau renferme de nombreux paramètres, comme la température extérieure, l'altitude à laquelle la montée a été amorcée, l'altitude à laquelle s'est terminée la montée, la durée de la montée, la distance en montée, le carburant nécessaire à la montée, etc. Par exemple, la quantité de carburant nécessaire pour monter du niveau de la mer à 5 000 pieds-mer est de 22 gallons impériaux, et la quantité de carburant nécessaire pour monter du niveau de la mer à 2 000 pieds-mer est de 9 gallons impériaux. L'avion a effectué six montées comprises entre 1 000 et 5 000 pieds.

Le tableau de puissance figurant à la section 3, page 3, du manuel d'exploitation de la compagnie précise :

La consommation en carburant des deux moteurs à une puissance de 550 HP au frein, à une altitude inférieure à 5 000 pieds-mer, alors que la commande de mélange est réglée à *AUTO LEAN* est d'environ 71 gallons impériaux par heure. La consommation de carburant des deux moteurs à une puissance de 575 et de 600 HP au frein, dans les mêmes conditions que ci-dessus, est de quelque 75 et 77 gallons impériaux respectivement.

Ni le commandant de bord ni le copilote n'ont consulté les tables de consommation de carburant pour faire les calculs de carburant et pour en discuter. Le jour de l'accident, tous les segments de vol ont été effectués à un réglage moteur de 575 HP au frein, le mélange étant sur *AUTO RICH*; la consommation de carburant aurait alors été supérieure aux 75 gallons impériaux par heure indiqués.

Pour accélérer la planification du vol et les calculs de carburant, certains équipages de

conduite ajoutent 10 à 15 gallons impériaux par heure aux calculs de consommation de carburant plutôt que de calculer les exigences de carburant en montée. L'équipage de conduite d'un autre DC-3, qui a pris la relève pour terminer les livraisons de carburant après l'accident, a indiqué que leur estimation de consommation de carburant pour le reste des vols se situait entre 85 et 90 gallons impériaux par heure.

#### *1.19.4 Contrôle du carburant*

Pour vérifier la quantité de carburant de l'avion, les pilotes de l'avion en cause ont utilisé les indicateurs de carburant du poste de pilotage, qui de leur propre aveu étaient peu fiables, ainsi qu'une jauge manuelle de carburant. L'équipage de conduite n'a pas vérifié visuellement la quantité de carburant.

Les pilotes de DC-3 utilisent de nombreuses méthodes pour vérifier visuellement la quantité de carburant. Si, au cours de l'inspection visuelle, on ne peut voir le carburant en regardant directement vers le bas dans le réservoir par le capuchon de carburant de huit pouces de diamètre, il reste habituellement moins de 35 gallons impériaux de carburant. Les soudures des réservoirs de carburant permettent aussi de vérifier visuellement la quantité de carburant. La première soudure à partir du fond du réservoir équivaut à environ 50 gallons impériaux, et la seconde, à environ 100 gallons impériaux. Cette méthode, toutefois, ne peut être utilisée que sur un avion à train tricycle qui est de niveau.

#### *1.20 Coordination au sein de l'équipage*

Le commandant de bord et le copilote avaient effectué une trentaine d'heures de vol ensemble au cours de l'année précédente.

L'équipage de conduite n'avait reçu aucune formation officielle de la compagnie en gestion du poste de pilotage (CRM) ni en prise de décisions (PDM). Le commandant de bord avait reçu ces deux types de formation chez un autre employeur. La gestion des ressources du

poste pilotage se définit généralement comme étant l'utilisation efficace de toutes les ressources disponibles à l'équipage de conduite, notamment l'équipement, les compétences techniques et procédurales ainsi que les contributions mutuelles entre l'équipage de conduite et d'autres intervenants. L'objet de la formation en gestion des ressources du poste de pilotage est :

Utiliser toutes les ressources disponibles pour assurer des opérations aériennes sûres et efficaces tout en fournissant de la formation au niveau des compétences techniques et de pilotage qui sont nécessaires pour maintenir sa compétence pilote de la façon la plus efficace possible.

## 2.0 Analyse

### 2.1 Introduction

Comme il a été déterminé que l'avion était apte au vol avant l'impact et que les conditions météorologiques se prêtaient au vol à vue au moment de l'accident, il a fallu se tourner vers les facteurs humains relatifs à la planification du vol pour déterminer la raison pour laquelle l'accident s'est produit. Par conséquent, l'analyse porte principalement sur la gestion du carburant et la coordination au sein de l'équipage.

### 2.2 Calculs de carburant

Au cours d'un entretien avec le copilote au sujet du dernier vol à Trout Lake, environ 15 minutes après avoir quitté Fort Simpson, le commandant de bord a indiqué qu'il restait du carburant pour 45 minutes de vol. Après s'être posé à Trout Lake alors qu'il restait environ 30 minutes de carburant, l'avion a décollé pour Fort Simpson avec moins de carburant que le minimum exigé, comme le précisait le *Règlement de l'Air* et les exigences de la compagnie. Les deux vols précédents à Fort Simpson avaient duré 35 minutes; toutefois, le commandant de bord croyait quand même qu'il y avait suffisamment de carburant pour se rendre à Fort Simpson. Aucun des deux pilotes ne connaissait suffisamment bien les exigences minimales de carburant qui figuraient dans le manuel d'exploitation de la compagnie.

Rien n'indiquait que la direction de la compagnie exerçait des pressions sur ses pilotes pour qu'ils poursuivent les vols avec une quantité de carburant inférieure à la quantité minimale exigée. La politique de régulation des vols utilisée par la compagnie confiait au pilote commandant de bord la pleine responsabilité de toutes les décisions une fois le vol assigné.

La jauge manuelle de carburant, qui est utilisée pour contre-vérifier la lecture des indicateurs de carburant, n'a pu être trouvée lors de la dernière escale. Il était plus difficile de vérifier la lecture des indicateurs de

carburant sans la jauge manuelle; par contre, une vérification visuelle des réservoirs de carburant par le bouchon de carburant de huit pouces de diamètre aurait pu permettre d'évaluer la quantité de carburant. Ainsi, la jauge manuelle n'aurait fait que confirmer le bas niveau de carburant affiché sur les indicateurs dans le poste de pilotage.

### 2.3 Prise de décisions

En l'absence de toute pression de la part de la direction, de défauts mécaniques ou de toute autre influence extérieure, il est évident que le commandant de bord a décidé d'entreprendre le vol en emportant une quantité de carburant inférieure à la quantité minimale exigée. Comme marge de sécurité, les exigences de la compagnie et les règlements de l'aviation prévoient une réserve de carburant pour faire face aux imprévus. C'est le commandant de bord qui a décidé que le vol pouvait être effectué en toute sécurité. Ses calculs ont dû être inexacts.

La décision finale de voler avec un bas niveau de carburant a également été prise dans le contexte d'une gestion des risques influencée par des opérations aériennes en régions isolées, ce qui, en certaines occasions, se traduit par des risques plus élevés. Cependant, il est clair qu'en prenant sa décision, le commandant de bord a mal jugé les exigences en carburant nécessaires pour effectuer le vol en toute sécurité.

### 2.4 Coordination au sein de l'équipage

Sur les appareils à plusieurs membres d'équipage, le travail d'équipe est essentiel pour que des erreurs soient décelées dans divers domaines, par exemple la gestion du carburant. Des communications efficaces dans le poste de pilotage sont essentielles à un bon travail d'équipe. Ni le commandant de bord, ni le copilote n'avaient reçu une formation CRM ou une formation PDM officielle de la compagnie, même si le commandant de bord avait suivi un cours CRM chez un employeur précédent.

À la suite d'une discussion sur la quantité de carburant de l'avion lors de l'escale

précédente, le copilote a accepté les calculs de carburant du commandant de bord et sa décision de poursuivre le vol. Les calculs ne concordaient pas, et le copilote, qui avait beaucoup moins d'expérience que le commandant de bord, n'a pas suffisamment fait valoir son point de vue concernant la faible quantité de carburant de l'avion.

## 2.5 *Bretelles de sécurité*

Les deux pilotes ont probablement subi des blessures à la tête et au torse parce qu'ils ont heurté le tableau de bord et les commandes au moment de l'impact.

L'avion n'était pas équipé de bretelles de sécurité. Si les pilotes avaient porté des bretelles de sécurité, ils n'auraient peut-être pas été blessés ou leurs blessures auraient peut-être été moins graves.

### 3.0 Conclusions

Les deux membres d'équipage ont subi des blessures à la tête et au torse.

#### 3.1 Faits établis

1. Les membres de l'équipage de conduite possédaient les licences et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur.
2. L'avion était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.
3. L'avion a volé 4 heures et 37 minutes sans être ravitaillé en carburant.
4. Les moteurs sont tombés en panne sèche pendant l'approche.
5. Rien n'indique qu'il y ait eu une défaillance de la cellule ou d'un système, que ce soit avant ou pendant le vol.
6. Les dommages aux hélices révèlent que les moteurs ne produisaient pas de puissance au moment de l'impact.
7. L'équipage de conduite a entrepris le vol en emportant une quantité de carburant inférieure à la quantité minimale exigée par la compagnie à la section 1, page 33, du manuel d'exploitation de la compagnie.
8. L'équipage de conduite a volé avec une quantité de carburant inférieure à la quantité minimale exigée en vertu de l'ONA, série VII, no 2, articles 26 et 27, et du *Règlement de l'Air* no 544.
9. Aucun des membres de l'équipage de conduite n'avait reçu, au sein de la compagnie, une formation CRM ni une formation PDM.
10. L'avion n'était pas équipé de bretelles de sécurité, ce qui n'était pas obligatoire.

#### 3.2 Causes

L'équipage a entrepris le vol en emportant une quantité de carburant inférieure à la quantité minimale exigée, et l'avion a subi une panne sèche. Un manque de coordination entre les membres de l'équipage de conduite a contribué à l'accident.

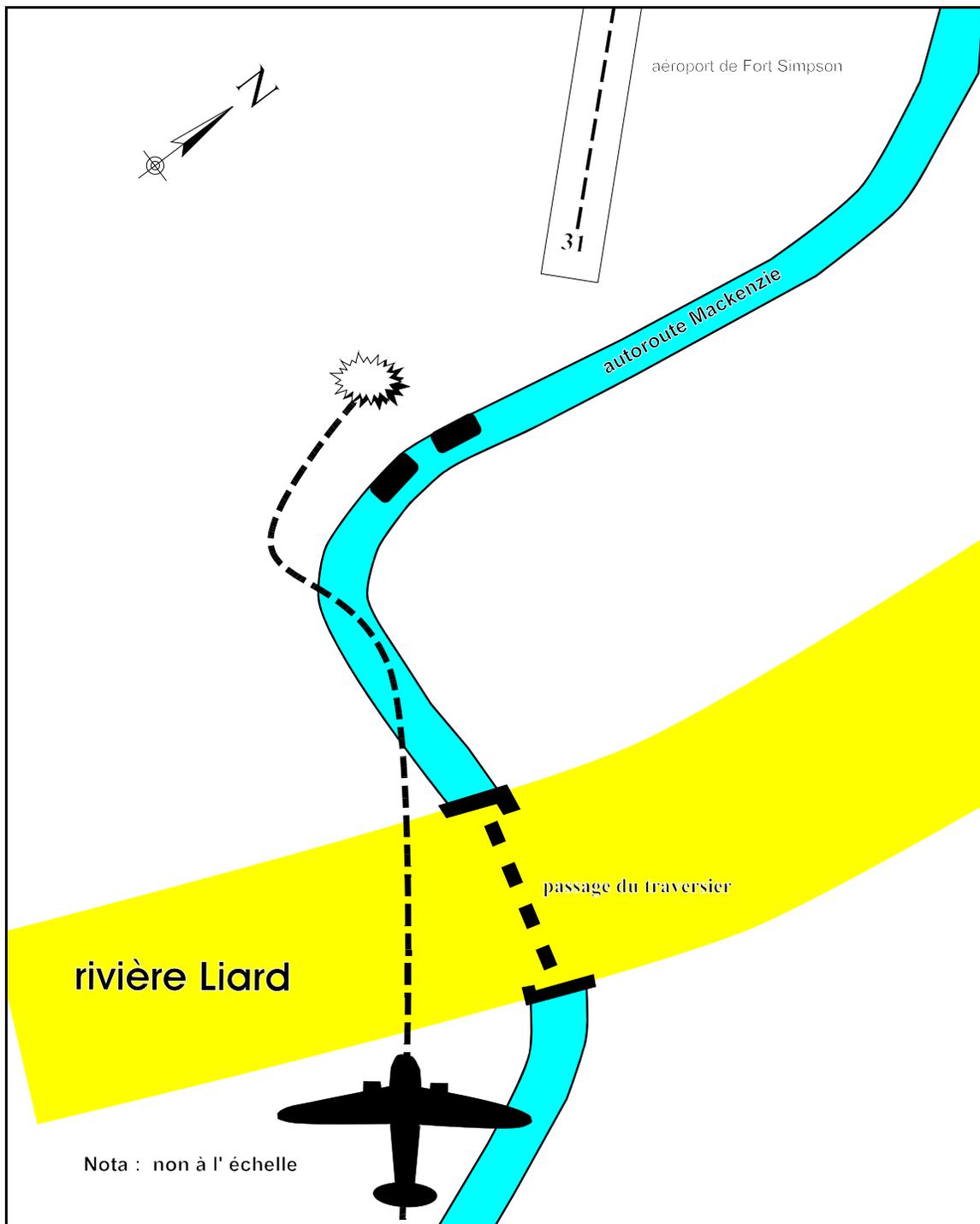


## 4.0 Mesures de sécurité

Le Bureau n'a, jusqu'ici, recommandé aucune mesure de sécurité.

*Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée le 7 juin 1995 par le Bureau, qui est composé du Président, John W. Stants, et des membres Zita Brunet et Hugh MacNeil.*



*Annexe A - Trajectoire de vol*



*Annexe B - Sigles et abréviations*

BST	Bureau de la sécurité des transports
BHP	puissance au frein
CRM	gestion du poste de pilotage
CVR	enregistreur phonique
DME	équipement de mesure de distance
FDR	enregistreur de données de vol
FSS	station d'information de vol
h	heure(s)
HAR	heure avancée des Rocheuses
HP	horse power
lb	livre(s)
LL	basse teneur en plomb
mb	millibar(s)
MF	fréquence obligatoire
MHz	mégahertz
NDB	radiophare non directionnel
nm	mille(s) marin(s)
ONA	Ordonnance sur la navigation aérienne
PDM	prise de décisions
PIREP	compte rendu de pilote
SEA	Service de l'environnement atmosphérique
UTC	temps universel coordonné
VFR	règles de vol à vue
VHF	très haute fréquence
VOR	radiophare omnidirectionnel
°	degré(s)
'	minute(s)
"	seconde(s)

# BUREAUX DU BST

## ADMINISTRATION CENTRALE

### HULL (QUÉBEC)\*

Place du Centre  
4<sup>e</sup> étage  
200, promenade du Portage  
Hull (Québec)  
K1A 1K8  
Tél. (819) 994-3741  
Télécopieur (819) 997-2239

### INGÉNIERIE

Laboratoire technique  
1901, chemin Research  
Gloucester (Ontario)  
K1A 1K8  
Tél. (613) 998-8230  
24 heures (613) 998-3425  
Télécopieur (613) 998-5572

## BUREAUX RÉGIONAUX

### ST. JOHN'S (TERRE-NEUVE)

Marine  
Centre Baine Johnston  
10, place Fort William  
1<sup>er</sup> étage  
St. John's (Terre-Neuve)  
A1C 1K4  
Tél. (709) 772-4008  
Télécopieur (709) 772-5806

### LE GRAND HALIFAX (NOUVELLE-ÉCOSSE)\*

Marine  
Place Metropolitan  
11<sup>e</sup> étage  
99, rue Wyse  
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)  
B3A 4S5  
Tél. (902) 426-2348  
24 heures (902) 426-8043  
Télécopieur (902) 426-5143

### MONCTON (NOUVEAU-BRUNSWICK)

Productoduc, rail et aviation  
310, boulevard Baig  
Moncton (Nouveau-Brunswick)  
E1E 1C8  
Tél. (506) 851-7141  
24 heures (506) 851-7381  
Télécopieur (506) 851-7467

### LE GRAND MONTRÉAL (QUÉBEC)\*

Productoduc, rail et aviation  
185, avenue Dorval  
Pièce 403  
Dorval (Québec)  
H9S 5J9  
Tél. (514) 633-3246  
24 heures (514) 633-3246  
Télécopieur (514) 633-2944

### LE GRAND QUÉBEC (QUÉBEC)\*

Marine, productoduc et rail  
1091, chemin Saint-Louis  
Pièce 100  
Sillery (Québec)  
G1S 1E2  
Tél. (418) 648-3576  
24 heures (418) 648-3576  
Télécopieur (418) 648-3656

### LE GRAND TORONTO (ONTARIO)

Marine, productoduc, rail et aviation  
23, rue Wilmot est  
Richmond Hill (Ontario)  
L4B 1A3  
Tél. (905) 771-7676  
24 heures (905) 771-7676  
Télécopieur (905) 771-7709

### PETROLIA (ONTARIO)

Productoduc et rail  
4495, rue Petrolia  
C.P. 1599  
Petrolia (Ontario)  
N0N 1R0  
Tél. (519) 882-3703  
Télécopieur (519) 882-3705

### WINNIPEG (MANITOBA)

Productoduc, rail et aviation  
335 - 550, rue Century  
Winnipeg (Manitoba)  
R3H 0Y1  
Tél. (204) 983-5991  
24 heures (204) 983-5548  
Télécopieur (204) 983-8026

### EDMONTON (ALBERTA)

Productoduc, rail et aviation  
17803, avenue 106 A  
Edmonton (Alberta)  
T5S 1V8  
Tél. (403) 495-3865  
24 heures (403) 495-3999  
Télécopieur (403) 495-2079

### CALGARY (ALBERTA)

Productoduc et rail  
Édifice Sam Livingstone  
510 - 12<sup>e</sup> avenue sud-ouest  
Pièce 210, C.P. 222  
Calgary (Alberta)  
T2R 0X5  
Tél. (403) 299-3911  
24 heures (403) 299-3912  
Télécopieur (403) 299-3913

### LE GRAND VANCOUVER (COLOMBIE-BRITANNIQUE)

Marine, productoduc, rail et aviation  
4 - 3071, rue Number Five  
Richmond (Colombie-Britannique)  
V6X 2T4  
Tél. (604) 666-5826  
24 heures (604) 666-5826  
Télécopieur (604) 666-7230

\*Services disponibles dans les deux langues officielles

○ Services en français (extérieur de la RCN) : 1-800-387-3557