



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ACCIDENT AÉRONAUTIQUE

PERTE DE MAÎTRISE EN VOL

**SUPERMARINE AIRCRAFT INC.
PZL M18A DROMADER
PETIT LAC MUSKRAT (ONTARIO)
11 AOÛT 1994**

RAPPORT NUMÉRO A94C0160

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

Perte de maîtrise en vol

Supermarine Aircraft Inc.
PZL M18A Dromader
Petit lac Muskrat (Ontario)
11 août 1994

Rapport numéro A94C0160

Résumé

Le pilote de l'avion agricole effectuait une approche indirecte au-dessus d'un bois dans l'intention d'y répandre de l'herbicide. L'avion est descendu verticalement en vrille et a heurté le sol avant de prendre feu. Le pilote qui était seul à bord a subi des blessures mortelles; l'avion a été détruit.

Le Bureau a déterminé que l'avion avait décroché et avait amorcé une vrille à une altitude insuffisante pour que le pilote puisse redresser. A contribué à l'accident : la diminution des caractéristiques et du domaine de vol de l'avion attribuable au fait que l'avion était exploité à une masse supérieure à la masse autorisée par l'homologation de type du constructeur conformément à l'autorisation accordée par un programme spécial de dérogation pour les exploitants d'avions agricoles.

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	1
1.3 Dommages à l'aéronef	1
1.4 Autres dommages	1
1.5 Renseignements sur le personnel	2
1.5.1 Expérience du pilote	2
1.5.2 Formation du pilote	2
1.6 Renseignements sur l'aéronef	3
1.6.1 Renseignements généraux sur l'aéronef	3
1.6.2 Exploitation de l'avion	4
1.7 Renseignements météorologiques	4
1.8 Aides à la navigation	4
1.9 Renseignements sur l'aérodrome	5
1.10 Enregistreurs de bord	5
1.11 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	5
1.12 Renseignements médicaux	5
1.13 Incendie	5
1.14 Questions relatives à la survie des occupants	5
1.15 Dérogation relative à la masse maximale au décollage	6
1.15.1 Supplément au manuel de vol de la CAAA	6
1.15.2 Lignes directrices relatives à l'évaluation des avions	7
1.15.3 Résultats de l'évaluation	7
1.16 Limites de l'avion	8
1.16.1 Limites de masse maximale	8
1.16.2 Limites de centrage	8
1.16.3 Vitesses de décrochage de l'avion	8
1.16.4 Limites de manoeuvre de l'avion	9
1.17 Vols en surcharge à la masse de 11 700 lb pour la lutte contre les incendies	10
1.18 Caractéristiques de l'avion en vrille	11
2.0 Analyse	13
2.1 Météo et environnement	13

2.2	Défectuosité de l'avion	13
2.3	Facteurs personnels	13
2.4	Caractéristiques et performances de l'avion	13
2.5	Vols en surcharge	14
2.6	Déroulement de l'accident	14
3.0	Conclusions	15
3.1	Faits établis	15
3.2	Causes	16
4.0	Mesures de sécurité	17
4.1	Mesures prises	17
4.1.1	Déroptions relatives à la masse maximale au décollage	17
5.0	Annexes	
	Annexe A - Plages de masse et centrage du PZL-M18A	19
	Annexe B - Limites du PZL-M18A	21
	Annexe C - Liste des rapports pertinents	23
	Annexe D - Sigles et abréviations	25
 Figures		
	Figure 1 - PZL-M18A	3

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroutement du vol

Le pilote a décollé à 9 h 51, heure avancée de l'Est (HAE)¹, avec 2 040 litres d'herbicide et le plein de carburant pour effectuer son quatrième vol d'épandage de la journée. L'avion a mis une dizaine de minutes pour se rendre à la zone d'épandage où d'autres pilotes de la compagnie accomplissaient déjà leurs tâches. Quand il est arrivé dans la zone de vol peu après 10 h HAE², le pilote a eu une courte conversation par radio avec un autre pilote qui volait dans la zone. C'était une conversation de routine, et rien n'indiquait que le pilote avait des problèmes. Pendant la conversation, l'avion a effectué une approche indirecte au-dessus du secteur assigné à environ 400 pieds-sol. Quelques instants plus tard, un appel de détresse a été entendu. L'avion est alors descendu verticalement en vrille jusqu'au sol.

-
- 1 Les heures sont exprimées en HAE (temps universel coordonné [UTC] moins quatre heures) sauf indication contraire.
 - 2 Voir l'annexe D pour la signification des sigles et abréviations.
 - 3 Les unités correspondent à celles des manuels officiels, des documents, des rapports et des instructions utilisés ou reçus par l'équipage.

Les autres pilotes ont immédiatement demandé de l'aide par radio et ont effectué un passage à basse altitude au-dessus de l'avion qui s'était écrasé, mais ils n'ont pu atterrir pour porter secours au pilote. Quelques instants plus tard, un incendie s'est déclaré et, lorsque le personnel au sol est arrivé, l'incendie avait pris des proportions telles qu'il n'a pas été possible de porter secours au pilote.

L'accident s'est produit de jour par 49° 13' de latitude Nord et 89° 1' de longitude Ouest à une altitude de 1 150 pieds-mer³.

1.2 Victimes

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

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été détruit par l'impact au sol et par l'incendie qui a suivi.

1.4 Autres dommages

L'avion transportait 2 040 litres de glyphosate qui s'est répandu sur les lieux de l'accident lorsque le réservoir de produit chimique s'est rompu sous le choc.

1.5 Renseignements sur le personnel

	Pilote
Âge	25 ans
Licence	pilote professionnel
Date d'expiration du certificat de validation	1er mai 1995
Nombre d'heures de vol sur type en cause	1 645
Nombre d'heures de vol dans les 90 derniers jours	35 (approx.)
Nombre d'heures de vol sur type en cause dans les 90 derniers jours	130
Nombre d'heures de service avant l'accident	35 (approx.)
Nombre d'heures libres avant la prise de service	3
	12

1.5.1 Expérience du pilote

Le pilote avait commencé son entraînement au pilotage en 1988. En outre, pendant qu'il suivait les cours d'un programme collégial en technologie aéronautique, il avait obtenu, en février 1990, la licence de pilote professionnel et l'annotation multimoteurs. Cette annotation comprenait une qualification générale pour tous les avions ayant une masse maximale en exploitation de 12 500 livres (lb). Il avait obtenu la qualification de vol aux instruments en avril 1990. Le pilote avait commencé à voler pour l'exploitant en mai 1990; il travaillait pour l'exploitant pendant l'été et faisait des études universitaires.

L'examen des documents disponibles a révélé qu'avant de commencer à piloter l'avion en question, le pilote totalisait environ 1 230 heures de vol sur Cessna 150, 152 et 172, et environ 350 heures de vol sur les avions agricoles Cessna 188 et Grumman G164A. Le 6 juillet 1994, après un exposé théorique concernant le fonctionnement du monoplace PZL-M18A Dromader, le pilote avait effectué un vol local de 0,9 heure. Aucun document n'indiquait les heures de vol que le pilote avait effectuées après le 6 juillet 1994, mais la compagnie a estimé que le pilote avait effectué 35 heures sur le Dromader au moment de l'accident.

1.5.2 Formation du pilote

Aucun règlement n'exige un entraînement spécifique sur un type d'avion ni un entraînement à l'épandage aérien, et aucun cours officiel d'entraînement au pilotage n'est offert aux pilotes d'avions agricoles au Canada. Les exploitants d'avions agricoles font partie de la catégorie service commercial, et ils reçoivent un certificat d'exploitation qui indique qu'ils offrent un service spécialisé. Grâce à cette désignation, les exploitants d'avions agricoles ne sont pas tenus d'avoir un manuel d'exploitation de compagnie approuvé par Transports Canada; ce manuel comprend normalement les exigences relatives à l'entraînement et au maintien des qualifications des pilotes. L'exploitant n'était pas tenu d'avoir un programme d'entraînement officiel, et il n'en avait pas. Lorsque le pilote en question a

obtenu sa licence de pilote professionnel et qu'il a commencé à travailler pour l'exploitant, c'est ce dernier qui lui a donné son entraînement. Aucun document n'indiquait que de la formation avait été donnée au pilote. Le pilote possédait la licence et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	PZL-Mielec, Poland
Type et modèle	Aeroplane
Année de construction	1985
Numéro de série	1Z015-12
Certificat de navigabilité (Permis de vol)	certificat de navigabilité restreint spécial avec dérogation de masse
Nombre d'heures de vol cellule	1 955
Type de moteur (nombre)	à pistons (1)
Type d'hélice/ de rotor (nombre)	à vitesse constante (1)
Masse maximale autorisée au décollage	12 500 lb (certificat de navigabilité restreint avec dérogation de masse)
Type(s) de carburant recommandé(s)	essence aviation avec indice d'octane minimal de 91
Type de carburant utilisé	essence aviation 100 LL

1.6.1 Renseignements généraux sur l'aéronef

Le PZL-M18 Dromader est un avion agricole spécialisé pouvant transporter une charge moyenne; il est équipé d'un moteur à pistons en étoile de 967 HP. C'est un avion monoplace entièrement métallique à ailes basses en porte-à-faux, et il est équipé d'un train d'atterrissage principal et d'une roulette de queue fixes. Une trémie à produits chimiques d'une capacité de 2 500 litres est située à l'avant du poste de pilotage. L'avion peut être équipé soit pour l'épandage de produits chimiques liquides ou secs, soit pour la lutte contre les incendies de forêt. Le M18A Dromader diffère du M18 en ce qu'un siège de mécanicien faisant face à l'arrière a été ajouté derrière le siège du pilote et que la batterie a été placée dans la partie avant du fuselage. La réglementation canadienne interdit de transporter une personne dans le siège du mécanicien.

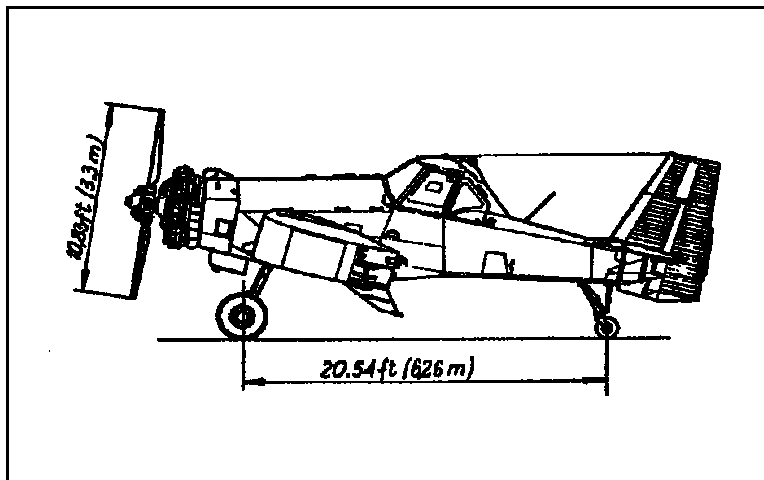


Figure 1 - PZL-M18A

L'avion était l'un des deux avions qui avaient été achetés par la compagnie en juillet 1994 et importés des États-Unis. L'avion avait été construit en Pologne et avait été exporté de l'Allemagne de l'Est avant d'être homologué et immatriculé aux États-Unis.

Un certificat de navigabilité pour exportation avait été délivré par la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis le 15 juillet 1994. Après l'arrivée de l'avion au Canada, le personnel de Transports Canada a inspecté l'appareil et a approuvé sa mise en service le 28 juillet 1994. Les dossiers indiquent que l'avion était certifié et équipé conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

1.6.2 *Exploitation de l'avion*

L'exploitant exploite des Dromader depuis 1990. Le personnel de la compagnie a indiqué qu'il exploitait des Dromader parce que ces avions offrent une charge utile supérieure aux autres avions agricoles. L'exploitant avait obtenu d'une compagnie de produits forestiers un contrat d'épandage aérien dans la zone; l'accident est survenu le premier jour du contrat. L'avion en question était l'un des quatre Dromader que l'exploitant utilisait sur les lieux indiqués dans le contrat. Le personnel présent sur les lieux n'a pas indiqué de problème de fonctionnement du Dromader.

Pendant l'épandage, les pilotes pulvérisent de l'herbicide au niveau de la cime des arbres en effectuant des passages contigus successifs. À la fin d'un passage, le pilote effectue normalement un virage en montée afin de se préparer à effectuer le passage suivant. Selon la situation et les passages, les virages en montée peuvent demander des manoeuvres plus brusques afin de mieux placer l'avion ou pour éviter le sol ou un obstacle.

Au moment de l'accident, les ailes de l'avion étaient munies de rampes de pulvérisation pour l'épandage de produits chimiques liquides; la masse de l'avion était d'environ 12 115 lb, et le centre de gravité était situé à 27,19 pouces à l'arrière de la ligne de référence.

1.7 *Renseignements météorologiques*

Le ciel était généralement clair, et il y avait un faible afflux du sud-ouest à la surface. La zone était dominée par une crête de haute pression, et il peut y avoir eu des bancs de brouillard tôt le matin. Toutefois, le brouillard se serait dissipé avant l'accident. Il n'y avait aucun autre phénomène météorologique important dans la zone.

Les pilotes qui volaient dans la zone au moment de l'accident ont indiqué que la visibilité était illimitée, que le vent était faible et qu'il n'y avait pratiquement pas de turbulence.

1.8 *Aides à la navigation*

L'aérodrome n'était équipé d'aucune aide à la navigation. Tous les vols étaient effectués à l'aide de cartes et de repères visuels. Puisque la précision de l'épandage était extrêmement importante, les pilotes avaient à bord des photos aériennes détaillées qu'ils utilisaient pour assurer la navigation et pour reconnaître les zones d'épandage et leur orientation.

1.9 *Renseignements sur l'aérodrome*

L'aérodrome utilisé pour les vols d'épandage est une propriété privée et il n'est pas indiqué dans le *Supplément de vol - Canada*. La piste en gravier damé a 3 500 pieds de longueur sur 75 pieds de largeur environ.

1.10 *Enregistreurs de bord*

L'avion n'était pas équipé d'un enregistreur de données de vol (FDR) ni d'un enregistreur phonique (CVR), ce qui n'était pas contraire à la réglementation.

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

L'avion s'est écrasé à 185 pieds environ à l'est d'un chemin forestier en pente, et il s'est immobilisé au cap de 040 degrés magnétique. L'avion s'est écrasé dans un endroit entouré de bouleaux de 50 à 60 pieds de hauteur environ,

mais qui n'ont pas été touchés pendant l'impact. La collision avec le sol a produit un cratère uniforme mesurant environ 12 pieds de diamètre et 3 ½ pieds de profondeur. L'avion s'est immobilisé sur le bord avant gauche du cratère.

Le moteur a été arraché de ses supports; trois des quatre pales de l'hélice ont été lourdement endommagées par l'impact au sol et se sont rompues au niveau du moyeu. L'extrémité de l'aile droite était à l'avant de sa position normale, et l'aile gauche était repliée vers l'arrière par rapport à sa position normale. Les deux ailes et le fuselage ont été lourdement endommagés par le feu. Toutes les commandes de vol ont été retrouvées et ont fait l'objet d'un examen. L'examen de l'avion et de ses systèmes n'a révélé aucun signe de mauvais fonctionnement.

1.12 Renseignements médicaux

D'après l'autopsie, les résultats des analyses toxicologiques et les dossiers médicaux, rien n'indique qu'une incapacité ou des facteurs physiologiques aient pu perturber les capacités du pilote.

1.13 Incendie

Rien n'indique qu'il y ait eu un incendie en vol; toutefois, un incendie s'est déclaré après l'accident.

1.14 Questions relatives à la survie des occupants

La radiobalise de détresse (ELT) s'est déclenchée à l'impact et a continué à fournir un signal jusqu'à ce que l'incendie l'empêche de fonctionner. Une équipe de recherches et sauvetage a entrepris des recherches, mais pendant que les membres de l'équipe se dirigeaient vers les lieux de l'accident, l'intervention a été annulée parce que des communications ont été établies entre l'équipe et le personnel au sol qui avait déjà commencé sa propre intervention.

Une boucle de ceinture de sécurité fermée ainsi que les attaches des bretelles de sécurité ont été trouvées sur les lieux de l'accident. Les sangles de toile des ceintures manquaient; on croit qu'elles ont été détruites par le feu. L'accident n'offrait aucune chance de survie à cause de l'importance des forces de décélération.

1.15 Dérogation relative à la masse maximale au décollage

Les paragraphes 210(1) et 218(a) du *Règlement de l'Air* stipulent qu'il faut utiliser un avion à l'intérieur des limites maximales de masse autorisées par le certificat de navigabilité. Toutefois, l'exploitant avait été autorisé par Transports Canada à exploiter l'avion à une masse plus élevée. Cette demande de dérogation au *Règlement de l'Air* avait été motivée par une situation survenue quelques années plus tôt alors qu'un appel d'offres portant sur un contrat d'épandage aérien au Canada avait favorisé un exploitant américain. Une compagnie canadienne, dont la soumission n'avait pas été retenue, avait par la suite soutenu que l'exploitant qui avait obtenu le contrat avait présenté une soumission qui indiquait un type d'avion qui devait être utilisé conformément aux autorisations de masse américaines moins restrictives pour le transport des charges nécessaires stipulées dans le contrat. La Canadian Aerial Applicators Association (CAAA) avait alors pris l'initiative, au nom des exploitants d'avions agricoles canadiens, d'obtenir une dérogation de Transports Canada qui permettrait aux exploitants de transporter des charges dépassant celles autorisées par l'homologation de type du constructeur.

En réponse à l'initiative de la CAAA, Transports Canada, de concert avec cette dernière, avait énoncé des lignes directrices et des procédures pour qu'un exploitant effectue une évaluation en vol des avions pour lesquels une dérogation était demandée. Un avis de navigabilité avait alors été publié par Transports Canada pour informer le milieu aéronautique qu'un programme de dérogation au *Règlement de l'Air* était offert.

L'exploitant en cause dans l'accident avait été subventionné par la CAAA et avait effectué les évaluations en vol initiales du Dromader en mars 1993. Les résultats de l'évaluation effectuée par l'exploitant ont ensuite été incorporés à un supplément au manuel de vol, également subventionné par la CAAA, qui a été soumis à Transports Canada avec la demande de dérogation.

Une dérogation au *Règlement de l'Air* nécessite que la demande pour chaque avion spécifique soit traitée par Transports Canada. Transports Canada a accordé une dérogation concernant la masse pour l'avion qui avait été utilisé dans l'évaluation initiale. Des dérogations semblables pour d'autres exploitants du même type d'avion peuvent être obtenues par l'intermédiaire d'une demande écrite, sans évaluation en vol. Les dérogations sont accordées sur la base de l'évaluation en vol initiale.

1.15.1 *Supplément au manuel de vol de la CAAA*

Une fois la dérogation accordée, les avions peuvent être exploités conformément aux limites de masse plus élevées spécifiées dans le supplément au manuel de vol de la CAAA. Bien que Transports Canada accorde la dérogation au *Règlement de l'Air*, ses lignes directrices relatives à l'évaluation stipulent qu'il n'a pas approuvé le supplément au manuel de vol de la CAAA.

Le supplément au manuel de vol de la CAAA indique ce qui suit : Les renseignements contenus dans ce supplément viennent donner du poids ou remplacent ceux contenus dans le manuel de vol de base. En ce qui concerne les points non traités dans le présent manuel, veuillez vous reporter au manuel de vol de base. Le supplément au manuel de vol stipule qu'il n'a pas été approuvé par Transports Canada, et il indique que, en acceptant le document, l'exploitant reconnaît que les masses maximales sûres en exploitation peuvent être inférieures à celles indiquées dans le supplément et qu'elles varieront selon la température, l'altitude, le relief, l'état et la configuration de l'avion, les habiletés du pilote et le type de vol. Le supplément ne comprend aucune

documentation qui évalue comment ces facteurs influent sur les performances de l'avion lorsque les masses sont plus élevées.

1.15.2 *Lignes directrices relatives à l'évaluation des avions*

Les lignes directrices publiées par Transports Canada pour l'évaluation en vol et l'élaboration du supplément au manuel de vol indiquent que la masse maximale au décollage proposée ne doit pas dépasser 1,25 fois la masse maximale au décollage dans la catégorie normale, ou la masse maximale au décollage que l'analyse du constructeur a déterminée comme étant acceptable pour la cellule. Les lignes directrices de Transports Canada nécessitent également une évaluation de la tendance de l'avion à décrocher, à piquer ou à s'incliner latéralement, et la détermination de vitesses d'exploitation minimales et de vitesses maximales les ailes à l'horizontale; il doit y avoir un minimum de 30 noeuds (34 mi/h) entre ces vitesses. En outre, les charges maximales dans la trémie et les limites de centrage doivent être spécifiées. Les lignes directrices précisent que les limites de centrage déjà approuvées ne doivent pas être augmentées pour cette évaluation, ou à la suite de cette évaluation. Les lignes directrices ne précisent pas l'expérience que doivent posséder les pilotes ni les exigences d'entraînement.

1.15.3 *Résultats de l'évaluation*

Dans son rapport d'évaluation en vol du Dromader à 12 500 lb, le pilote a indiqué que l'avion se comportait très bien. Le pilote a déterminé que la vitesse minimale d'exploitation indiquée était de 100 mi/h, et la vitesse maximale d'exploitation indiquée, de 139 mi/h. La charge maximale dans la trémie a été déterminée à 5 300 lb, et la plage de centrage autorisée, de 25,9 à 27,9 pouces.

1.16 *Limites de l'avion⁴*

1.16.1 *Limites de masse maximale*

L'homologation de type d'aéronef canadienne n° A-132 indique que la masse maximale au décollage et à l'atterrissage du PZL-M18 et M18A est de 9 260 lb. Le Nota 3 de l'homologation indique que l'avion peut également être exploité en version surcharge à la masse maximale de 10 340 lb, conformément au supplément n° 1 du manuel de vol approuvé de l'avion. Le certificat de navigabilité restreint spécial de Transports Canada indique que l'avion avait été immatriculé à la masse maximale au décollage de 10 340 lb.

Le 5 août 1994, l'exploitant avait obtenu une autorisation temporaire de Transports Canada lui permettant d'exploiter tous ses Dromader à la masse maximale au décollage de 12 500 lb, conformément au supplément au manuel de vol fourni par la CAAA. L'autorisation permanente a été accordée à l'exploitant le 18 octobre 1994.

ligne de référence (bord d'attaque de l'aile) pour les vols à la masse minimale d'exploitation de 6 160 lb. Les limites passent à une plage comprise entre 24,3 et 27,9 pouces à l'arrière de la ligne de référence pour les vols à la masse maximale de 9 260 lb.

Les tableaux de centrage pour les vols en surcharge à la masse de 10 340 lb sont présentés dans le supplément n° 1 du manuel de vol de l'avion pour le M18, et dans le supplément n° 8 pour le M18A. Les tableaux montrent qu'à la masse de 10 340 lb, les limites de centrage sont réduites à une plage de 25,2 à 27,9 pouces à l'arrière de la ligne de référence. Le supplément au manuel de vol fourni par la CAAA indique que la plage de centrage autorisée se situe entre 25,9 et 27,9 pouces pour les vols à la masse maximale au décollage de 12 500 lb. Toutefois, le supplément au manuel de vol ne comprend pas les tableaux de performances permettant de calculer la variation du centrage à d'autres masses et distributions de charge.

1.16.3 *Vitesses de décrochage de l'avion*

L'avion n'était pas équipé de l'avertisseur de décrochage du constructeur; aucun règlement n'exige que l'avion soit équipé de ce dispositif.

Les vitesses de décrochage des avions varient en fonction de la masse et de l'angle d'inclinaison latérale. Le manuel de vol de l'avion ne donne pas les tableaux de calcul des vitesses de décrochage pour les avions qui volent à la masse de 12 115 livres. Le supplément au manuel de vol de la CAAA indique une vitesse indiquée minimale d'exploitation de 100 mi/h pour les vols à la masse de 12 500 lb. Toutefois, il n'y a pas de tableaux de référence pour déterminer les vitesses de décrochage à divers angles d'inclinaison latérale, masses et configurations.

Le tableau suivant montre les vitesses de décrochage avec moteur coupé calculées par le Laboratoire technique du BST pour l'avion les ailes à l'horizontale, selon la configuration qu'il présentait au moment de l'accident.

4 Voir l'annexe A pour connaître les différentes plages de masse et de centrage autorisées, et l'annexe B pour connaître les limites et les références relatives au PZL-M18/A Dromader.

1.16.2 *Limites de centrage*

L'homologation de type d'aéronef renvoie au manuel de vol de l'avion approuvé relativement à la spécification des limites de centrage. Ces dernières sont indiquées dans un tableau compris dans la section «limites» du manuel de vol de l'avion. Les limites varient en fonction de la masse totale et montrent une plage autorisée de 20,7 à 25,2 pouces à l'arrière de la

Tableau des vitesses de décrochage du PZL-M18A
Ailes à l'horizontale, moteur coupé, volets rentrés
Configuration épandage

Angle inclinaison latérale (°)	Facteur de charge (g)	Vitesse indiquée décolage à 19 260 lb	Vitesse indiquée décolage (mi/h) à 12 500 lb
0	1,0	82	94
15	1,04	83	96
30	1,15	88	99
45	1,41	96	110
60	2,1	114	131

1.16.4 Limites de manoeuvre de l'avion

La section «limites» du manuel de vol de l'avion indique que les manoeuvres acrobatiques volontaires, y compris la mise en vrille, sont interdites, et que l'angle d'inclinaison latérale maximal autorisé en virage est de 60 degrés. Cette section indique que les facteurs de charge maximaux sont de +3,4 g et de -1,4 g pour les vols à la masse de 9 260 lb avec volets rentrés, et qu'ils sont réduits à +3 g et à -1,2 g lorsque la masse est augmentée à 10 340 lb. Le manuel de vol précise que la vitesse indiquée maximale de vol est de 120 mi/h si l'avion est équipé de rampes de pulvérisation.

Le supplément au manuel de vol stipule que, pendant les vols à la masse de 12 500 lb (exception faite des manoeuvres nécessaires à l'épandage), les vrilles, les manoeuvres acrobatiques ou brusques et les décrochages volontaires sont interdits. L'angle d'inclinaison latérale maximal autorisé et les facteurs de charge ne sont pas spécifiés dans le supplément. Le supplément ne spécifiait pas les différences de limites dans différentes configurations de l'avion, mais l'examen d'un autre Dromader de l'exploitant a révélé qu'il y avait une affiche dans le poste de pilotage qui mentionnait la limite de vitesse indiquée de 120 mi/h dans la configuration d'épandage.

1.17 Vols en surcharge à la masse de 11 700 lb pour la lutte contre les incendies

En configuration de lutte contre les incendies, le Dromader peut être exploité à la masse maximale au décollage de 11 700 lb. Le supplément n° 16 au manuel de vol de l'avion approuvé indique les critères du constructeur relativement à l'exploitation de l'avion dans cette version surcharge pour la lutte contre les incendies. Toutefois, le supplément n° 16 indique que l'exploitation de l'avion à la masse de 11 700 lb n'est pas permise dans la configuration d'épandage.

Le supplément n° 16 indique que, pour les vols en configuration de lutte contre les incendies à la masse au décollage de 11 700 lb, la limite maximale de vitesse indiquée est de 120 mi/h en croisière ou en exploitation, et que la vitesse minimale indiquée est de 103 mi/h. L'angle d'inclinaison latérale maximal est limité à 15 degrés, et les facteurs de charge sont réduits à +2,8 g et à -1,1 g, volets rentrés. La charge maximale indiquée pour la trémie est de 4 850 lb, et le tableau de centrage indique une plage autorisée de 26,3 à 27,9 pouces à 11 700 lb. Il est également indiqué qu'il faut monter une cloison de 8 à 10 pouces dans la trémie à partir de l'arrière de la trémie pour la diviser en deux compartiments. Le compartiment avant est conçu pour recevoir l'agent extincteur, et le compartiment arrière, des bouteilles d'air de 78 gallons américains. Les bouteilles d'air servent à limiter le déplacement du centre de gravité vers l'arrière.

La section «vol à l'horizontale» stipule que, à 11 700 lb, l'avion présente une instabilité dynamique avec commande libre après environ 20 secondes ou deux cycles, et elle décrit la tendance de l'avion à décrocher ou à dépasser la vitesse de vol maximale. La section «lutte contre les incendies» indique que, pendant un vol à la masse de 11 700 lb, la vitesse minimale indiquée pendant les manoeuvres doit être de

106 mi/h parce que les efforts exercés sur la commande (manche) de profondeur peuvent diminuer. Le supplément n° 16 indique également que le pilote qui vole à une vitesse inférieure à 106 mi/h doit redoubler de vigilance.

En outre, le supplément n° 16 comprend une section qui indique les recommandations du constructeur concernant les qualifications du pilote pour le pilotage à la masse plus élevée de 11 700 lb. Le constructeur indique que les pilotes qui peuvent piloter l'avion à cette masse doivent totaliser 2 000 heures de vol, dont 1 000 heures dans des opérations d'épandage et de lutte contre les incendies, y compris 200 heures de vol sur le Dromader. Le constructeur exige également que les instructeurs, qui accordent à d'autres pilotes l'autorisation d'effectuer des vols dans cette configuration, suivent un entraînement sous la surveillance de pilotes d'essai instructeurs, et ce aux installations du constructeur.

1.18 Caractéristiques de l'avion en vrille

La section du manuel de vol de l'avion qui porte sur les procédures d'urgence indique que pour sortir d'une vrille intempestive, il faut mettre les gaz à fond, braquer la gouverne de direction à fond dans le sens contraire à la rotation, et pousser le manche à l'avant du neutre. Lorsque la rotation cesse, il faut ramener la gouverne de direction au neutre, réduire les gaz jusqu'au régime de ralenti, et sortir en douceur du piqué.

Un Nota relatif à la procédure de sortie de vrille indique que la réduction de la puissance avant que l'avion ait fait un quart de tour et avant que le nez de l'avion pique peut se traduire par une vrille dont il est impossible de sortir.

2.0 Analyse

2.1 Météo et environnement

Des pilotes qui volaient dans la zone au moment de l'accident ont indiqué qu'ils avaient rencontré des vents faibles et pratiquement pas de turbulence. Il n'y avait aucun autre phénomène météorologique dans la zone. Le pilote effectuait son quatrième vol de la journée; par conséquent, il connaissait bien la zone, le type de vol et les conditions de vol. Il est peu probable que les conditions météorologiques aient joué un rôle dans l'accident.

2.2 Défectuosité de l'avion

L'examen des dossiers a permis de constater que l'avion était certifié et équipé conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures en vigueur. L'examen de l'avion n'a révélé aucun signe de mauvais fonctionnement. Il est peu probable qu'une défaillance mécanique d'un composant ou d'un système de l'avion ait joué un rôle dans l'accident.

2.3 Facteurs personnels

Le pilote possédait la licence et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur. D'après l'autopsie, les résultats des analyses toxicologiques et les dossiers médicaux, rien n'indique qu'une incapacité ou des facteurs physiologiques aient pu perturber les capacités du pilote. Le pilote possédait plusieurs années d'expérience en épandage aérien, mais il ne totalisait que 35 heures de vol environ sur le Dromader.

2.4 Caractéristiques et performances de l'avion

L'évaluation par l'exploitant de l'avion en vol à la masse de 12 500 lb n'indiquait pas de modification des caractéristiques de l'avion en vol; or, le manuel de vol de l'avion approuvé

indique que, pour les vols à la masse de 11 700 lb dans la configuration de lutte contre les incendies, la charge dans la trémie doit être modifiée afin de contrôler le déplacement du centre de gravité vers l'arrière; il précise également qu'une instabilité longitudinale dynamique peut se produire.

La masse de l'avion était d'environ 12 115 lb, par comparaison à 11 700 lb dans la configuration de lutte contre les incendies. L'effet du poids supplémentaire de 415 lb et de la configuration d'épandage n'a pu être déterminé. Toutefois, une comparaison des caractéristiques et des limites de l'avion indiquées dans le manuel de vol de base et celles spécifiées dans le supplément approuvé du manuel de vol pour les vols à la masse de 11 700 lb indique que les caractéristiques de vol diminuent en fonction de l'augmentation de la masse. Par exemple, le manuel de vol indique qu'une diminution de la stabilité longitudinale dynamique de l'avion et qu'une augmentation de la vitesse de manoeuvre minimale peuvent survenir parce que les efforts sur la commande de profondeur diminuent. Le manuel indique également qu'à une vitesse inférieure à 106 mi/h, le pilote doit redoubler de vigilance. La modification des caractéristiques de vol de l'avion révèle que le vol à des masses élevées est beaucoup plus difficile pour le pilote, ce qui explique que le manuel de vol exige une expérience minimale de 200 heures sur type lorsque la masse de l'avion est de 11 700 lb.

Le tableau des vitesses de décrochage (voir la section 1.16.3) montre l'augmentation de la vitesse de décrochage de l'avion les ailes à l'horizontale, en fonction de la masse et de l'angle d'inclinaison latérale. L'augmentation de la vitesse de décrochage réduit le domaine de vol de l'avion, c'est-à-dire la plage de vitesses à l'intérieur de laquelle l'avion peut être exploité.

La masse élevée de l'appareil au moment de l'accident aurait considérablement réduit le domaine de vol de l'avion et augmenté les risques de décrochage, en diminuant sa stabilité dynamique et en augmentant sa vitesse de décrochage.

2.5 *Vols en surcharge*

Plusieurs anomalies ont été relevées entre le manuel de vol de l'avion et le supplément au manuel de vol relativement aux vols à la masse de 12 500 lb (voir l'annexe B). La plage de centrage, les limites relatives au facteur de charge, et certaines des vitesses spécifiées dans le supplément au manuel de vol s'opposent aux limites du manuel de vol de l'avion qui sont plus restrictives pour les vols à une masse inférieure. Le supplément au manuel de vol ne précise aucune limite ni modification de performance en fonction des diverses configurations de l'avion, comme la configuration d'épandage. Les avertissements et les recommandations du constructeur contenus dans le manuel de vol concernant les vols à la masse de 11 700 lb, et l'interdiction de voler dans la configuration d'épandage à une masse supérieure à 10 340 lb, n'étaient pas mentionnés dans le supplément concernant les vols à la masse de 12 500 lb; la vitesse de vol maximale de 120 mi/h si l'avion est équipé de rampes de pulvérisation n'était pas indiquée non plus. Malgré ces anomalies, Transports Canada a accordé une dérogation au paragraphe 210(1) et à l'alinéa 218 a) du *Règlement de l'Air*, ce qui autorisait l'utilisation de l'avion à une masse supérieure à la masse autorisée par l'homologation de type du constructeur.

disponible était insuffisante pour que le pilote puisse redresser l'appareil.

2.6 *Déroulement de l'accident*

L'enquête n'a pas permis d'établir avec certitude ce qui s'est réellement passé dans le poste de pilotage immédiatement avant la mise en vrille; par conséquent, il n'a pas été possible de déterminer pourquoi l'avion a décroché et a amorcé une vrille. Toutefois, la masse élevée de l'appareil a réduit sa stabilité dynamique et augmenté sa vitesse de décrochage les ailes à l'horizontale, ce qui a augmenté les risques de décrochage. Comme le pilote possédait peu d'expérience sur type, il est possible qu'il n'ait pas reconnu assez tôt les symptômes du décrochage pour agir en conséquence, pendant qu'il évoluait au-dessus du secteur assigné, et qu'il ait laissé l'avion décrocher et se mettre en vrille. Après la mise en vrille, l'altitude

3.0 Conclusions

3.1 Faits établis

1. Il est peu probable que les conditions météorologiques aient joué un rôle dans l'accident.
2. L'avion était certifié et équipé conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.
3. L'examen de l'avion n'a révélé aucun signe de mauvais fonctionnement. Il est peu probable qu'une défaillance mécanique d'un composant ou d'un système de l'avion ait joué un rôle dans l'accident.
4. Rien n'indique qu'il y ait eu un incendie en vol; toutefois, un incendie s'est déclaré après l'accident.
5. Le pilote possédait la licence et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur.
6. D'après l'autopsie, les analyses toxicologiques et les dossiers médicaux, rien n'indique qu'une incapacité ou des facteurs physiologiques aient pu perturber les capacités du pilote.
7. Le pilote possédait plusieurs années d'expérience dans le domaine de l'épandage aérien; toutefois, il ne totalisait que quelque 35 heures de vol sur le Dromader.
8. La masse et le centrage de l'avion ont diminué sa stabilité dynamique et augmenté sa vitesse de décrochage.
9. Il est possible que le pilote n'ait pas reconnu l'imminence du décrochage et

qu'il ait laissé l'avion décrocher et se mettre en vrille.

10. L'avion a décroché et a amorcé une vrille à une altitude insuffisante pour permettre au pilote de redresser.
11. Malgré les anomalies entre le supplément au manuel de vol relativement aux vols effectués à la masse de 12 500 lb et les limites du manuel de vol de l'avion qui sont plus restrictives pour les vols à une masse inférieure, Transports Canada a accordé une dérogation au paragraphe 210(1) et à l'alinéa 218 a) du *Règlement de l'Air*, ce qui autorisait l'utilisation de l'avion à une masse supérieure à la masse autorisée par l'homologation de type du constructeur.

3.2 Causes

L'avion a décroché et a amorcé une vrille à une altitude insuffisante pour que le pilote puisse redresser. A contribué à l'accident : la diminution des caractéristiques et du domaine de vol de l'avion attribuable au fait que l'avion était exploité à une masse supérieure à la masse autorisée par l'homologation de type de l'avionneur conformément à l'autorisation accordée par un programme spécial de dérogation pour les exploitants d'avions agricoles.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

4.1.1 *Dérogations relatives à la masse maximale au décollage*

Le 23 juin 1995, le BST a envoyé un avis de sécurité à Transports Canada pour lui demander d'évaluer de nouveau les dérogations accordées en vertu du programme de dérogation de masse et pour lui demander de revoir le bien-fondé du programme.

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 17 juillet 1995 par le Bureau, qui est composé du Président John W. Stants, et des membres Zita Brunet et Hugh MacNeil.

Annexe A - Plages de masse et centrage du PZL-M18A

Annexe B - Limites du PZL-M18A

Facteur	Homologation de type (A132 no 3)	Manuel de vol approuvé (AFM) catégorie normale	AFM supplément 1 Version surcharge (TA A132-Nota 3)	AFM supplément 16 Version lutte contre les incendies et version surcharge	Supplément selon la dérogation jusqu'à 12 500 lb
Masse maximale autorisée au décollage	9 260 lb	9 260 lb	10 340 lb	11 700 lb	12 500 lb
Masse maximale autorisée à l'atterrissage	9 260 lb	9 260 lb	9 260 lb	9 260 lb	9 260 lb
Masse maximale autorisée pour la trémie	3 300 lb	3 300 lb	4 180 lb (version avec pulvérisateur, maximum de 166 gal US de carburant)	4 850 lb avec bouteilles d'air de 78 gal US placées à l'arrière de la trémie pour limiter le déplacement du centre de gravité vers l'arrière	5 300 lb
Limites de centrage	voir l'AFM supplément 8	à 9 260 lb 24,3 pouces avant 27,9 pouces arrière	à 10 340 lb 25,2 pouces avant 27,9 pouces arrière	à 11 700 lb 26,3 pouces avant 27,9 pouces arrière	25,9 pouces avant 27,9 pouces arrière
Vmax	avec l'équipement agricole 104 K (120 mi/h)	avec l'équipement agricole 120 mi/h (104 K) IAS	120 mi/h (limite supérieure de l'arc vert)	120 mi/h (vol opérationnel)	139 mi/h
Vmin	selon l'AFM	84 mi/h (limite inférieure de l'arc vert)	84 mi/h (limite inférieure de l'arc vert)	103 mi/h (vol opérationnel) 106 mi/h au cours d'une manoeuvre	100 mi/h
Facteurs de charge	volets 0 +3,4 à -1,4 g volets 15 +2,0 à 0,0 g	volets 0 +3,4 à -1,4 g volets 15 +2,0 à 0,0 g	volets 0 +3,0 à -1,2 g	volets 0 +2,8 à -1,1 g	non spécifié/inchangé
Inclinaison maximale	selon l'AFM	60 degrés	60 degrés	15 degrés	non spécifié/inchangé
Critères d'homologation	FAR 23, Manuel E&I Partie 2, chap. 1, section 1.4.9-16	Transports Canada TA A-132 (FAR23)	autorisé par Transports Canada, amendement à l'AFM, affichette dans l'avion	vols d'épandage interdits à 11 700 lb	vérification en vol par un exploitant qualifié, et autorisation de Transports Canada

Facteur	Homologation de type (A132 no 3)	Manuel de vol approuvé (AFM) catégorie normale	AFM supplément 1 Version surcharge (TA A132-Nota 3)	AFM supplément 16 Version lutte contre les incendies et version surcharge	Supplément selon la dérogation jusqu'à 12 500 lb
Autres restrictions	Selon l'AFM	Les manoeuvres acrobatiques intentionnelles (y compris les mises en vrille) sont interdites.	<p>1) Les manoeuvres acrobatiques intentionnelles (y compris les mises en vrille) sont interdites.</p> <p>2) Vitesse minimale d'approche pour atterrissage à une masse supérieure à 9 260 lb - 96,3 mi/h (chaque atterrissage effectué à une masse supérieure à 9 260 lb doit être consigné dans le journal de bord).</p>	<p>1) Vitesse minimale d'approche pour atterrissage à une masse supérieure à 9 260 lb - 106 mi/h (chaque atterrissage effectué à une masse supérieure à 9 260 lb doit être consigné dans le journal de bord).</p> <p>2) Le pilote doit totaliser 2 000 heures de vol, dont 1 000 heures de vol d'épandage et 200 heures sur type, et être autorisé pour les vols à 11 700 lb; les instructeurs chargés d'autoriser les pilotes doivent avoir reçu l'entraînement du constructeur.</p> <p>3) Nota - L'aéronef démontre une instabilité dynamique avec la commande libre après 20 sec et 2 cycles.</p>	<p>1) Outre les vols d'épandage, aucune manoeuvre acrobatique intentionnelle ou brusque n'est autorisée.</p> <p>2) Aucun vol au-dessus des habitations ou à proximité d'aéronefs commerciaux avec passagers n'est autorisé.</p>

Annexe C - Liste des rapports pertinents

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

LP 181/94 - *Aircraft Performance Analysis PZL-M18A Dromader, C-GHVZ* (Analyse des performances du Dromader C-GHVZ).

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

Annexe D - Sigles et abréviations

AFM	manuel de vol approuvé
approx.	approximativement
BST	Bureau de la sécurité des transports
CAAA	Canadian Aerial Applicators Association
CVR	enregistreur phonique
ELT	radiobalise de détresse
FAA	Federal Aviation Administration
FDR	enregistreur de données de vol
g	facteur de charge
h	heure(s)
HAE	heure avancée de l'Est
lb	livre(s)
mi/h	mi/h
UTC	temps universel coordonné

BUREAUX DU BST

ADMINISTRATION CENTRALE

HULL (QUÉBEC)*

Place du Centre
4^e 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^{er} 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^e 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^e 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