

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ÉVÉNEMENT AÉRONAUTIQUE

RISQUE DE COLLISION

ENTRE

LE BRITISH AEROSPACE JETSTREAM 41 C-FTVQ

DE AIR ATLANTIC

ET

LE LOCKHEED T-33 PIRATE 61

DU MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE

16 nm au sud-est de

FREDERICTON (NOUVEAU-BRUNSWICK)

17 AVRIL 1997

RAPPORT NUMÉRO A97H0004

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

## Rapport d'enquête sur événement aéronautique

Risque de collision

entre

le British Aerospace Jetstream 41 C-FTVQ

de Air Atlantic

et

le Lockheed T-33 Pirate 61

du ministère de la Défense nationale

16 nm au sud-est de Fredericton

(Nouveau-Brunswick)

17 avril 1997

Rapport numéro A97H0004

### *Sommaire*

Le vol 427 de Air Atlantic, un Jetstream 41, avait quitté Saint John (Nouveau-Brunswick) et approchait de Fredericton par le sud-est le long de la rivière Saint-Jean. Pirate 61, un avion à réaction militaire T-33 participant à un exercice militaire, était établi dans un circuit d'attente situé le long de la rivière Saint-Jean. À un moment donné, les deux appareils sont passés à moins de 100 pieds l'un de l'autre.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

À 11 h 22, heure avancée de l'Atlantique (HAA<sup>1</sup>), le Jetstream avec trois membres d'équipage et 16 passagers décolle de Saint John (Nouveau-Brunswick) en vertu d'un plan de vol établi selon les règles de vol aux instruments (IFR) à destination de Fredericton. Il s'agit d'un vol commercial régulier. L'avion est autorisé à se rendre à l'aéroport de Fredericton en passant directement par l'intersection Frenn, puis directement sur Fredericton, à une altitude de 5 000 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl).

Après le décollage de Saint John, l'équipage du Jetstream demande l'autorisation de passer « en visuel, autour du camp ». Le Centre de contrôle régional (ACC) de Moncton lui accorde cette autorisation. Pourvu que la rivière coule du côté gauche de l'avion, l'équipage est assuré de rester à l'écart de la zone réglementée CYR 724 de Gagetown (voir l'annexe A). Cette route permet au Jetstream de demeurer dans l'espace aérien protégé conçu pour la route directe vers l'intersection Frenn (voie aérienne V310); toutefois, l'avion se trouve à 1,6 mille marin à gauche de l'axe de la voie aérienne. Il s'agit d'un écart par rapport à l'exigence IFR qui stipule que l'avion doit suivre le plus près possible l'axe de la route autorisée. Depuis un certain nombre d'années, cette procédure *ad hoc* « en visuel, autour du camp » est une pratique courante IFR lorsqu'il y a des conditions météorologiques de vol à vue entre Saint John et Fredericton. La route commence habituellement vers l'intersection Frenn, mais tourne à gauche avant d'atteindre l'intersection et suit le côté droit de la rivière jusqu'à Fredericton.

---

<sup>1</sup> Les heures sont exprimées en HAA (temps universel coordonné [UTC] moins trois heures), sauf indication contraire.

À 11 h 30 min 3 s, le contrôleur de l'ACC de Moncton observe un risque de conflit et avise l'équipage du Jetstream de la présence d'un appareil en VFR se dirigeant vers l'ouest à la position 11 heures, à six milles et à une altitude non confirmée de 4 300 pieds. L'équipage du Jetstream observe la présence de l'appareil sur son système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions (TCAS/ACAS)<sup>2</sup> correspondant à cette position, mais ne peut établir le contact visuel avec l'appareil. À 11 h 30 min 32 s, le contrôleur informe le vol que le même appareil, probablement un avion haute performance, se trouve maintenant à la position 12 heures, à cinq milles et qu'il tourne dans une direction opposée à une altitude non confirmée de 4 100 pieds. L'équipage remarque de nouveau un écho radar sur son TCAS/ACAS qui correspond à cette dernière information, mais l'appareil n'est toujours pas visible, même si les deux pilotes le cherchent du regard. À 11 h 31 min 1 s, le contrôleur avise l'équipage du Jetstream que la cible se trouve maintenant à 12 heures, à trois milles, à 4 500 pieds en montée. Les données radar indiquent qu'à ce moment-là le Jetstream se trouvait à 4 961 pieds et qu'il venait d'amorcer une légère descente. Le commandant de bord aperçoit finalement le T-33 militaire. Il se trouve alors sur une trajectoire de collision évidente. Le commandant de bord accentue la descente et entame un virage légèrement incliné sur la droite. Les deux membres d'équipage ont vu le ventre du T-33 passer devant eux en montée et très incliné; le T-33 est passé de l'extrémité inférieure gauche à l'extrémité supérieure droite du pare-brise des pilotes du Jetstream. Le T-33 occupait tout le pare-brise du pilote, et les membres de l'équipage du Jetstream estiment que le T-33 est passé à environ 50 pieds d'eux.

Le T-33 militaire (Pirate 61) avec un seul pilote à bord avait quitté la Base des Forces canadiennes (BFC) Greenwood (Nouvelle-Écosse) pour participer à un exercice militaire dans la zone réglementée militaire CYR 724 de la BFC Gagetown. Le vol est exécuté selon les règles de vol à vue (VFR).

Le T-33 a pour mission d'aider à l'entraînement de contrôleurs aériens avancés qui dirigent des frappes aériennes contre des cibles ennemies simulées au sol et situées dans la CYR 724. La mission fait partie d'une des missions d'un exercice nommé Nimrod Gale, qui se déroule du 16 avril au 2 mai 1997. Pendant tout l'exercice, des tirs d'artillerie intenses et d'armes légères ainsi que des vols de chasseurs à réaction et d'hélicoptères sont prévus à l'intérieur de la CYR 724. Par mesure de sécurité, les avions qui attendent des instructions sont tenus de se tenir à l'écart de la CYR 724 jusqu'à ce qu'ils soient autorisés à y pénétrer par les contrôleurs. La présence de nombreux polygones de tir du côté ouest de la zone d'entraînement de Gagetown interdit tout survol en provenance de l'ouest. Plusieurs points géographiques autour de la zone

---

<sup>2</sup> Le TCAS/ACAS est un système indépendant conçu pour appuyer le système de contrôle de la circulation aérienne et seconder le concept du « voir et être vu ». Le TCAS/ACAS balaie continuellement l'espace aérien autour d'un avion à la recherche d'une réponse des transpondeurs d'avions se trouvant dans le voisinage. Le TCAS/ACAS surveille les trajectoires de vol selon les réponses des transpondeurs. Le système produit un avis de trafic (TA) ou un avis de résolution de conflit (RA) si une trajectoire de vol coupe la zone de collision située autour de l'avion. Le Jetstream était équipé d'un TCAS/ACAS d'un ancien modèle qui ne fournissait pas d'avis de résolution de conflit.

réglémentée sont désignés comme des points d'attente VFR pour ces appareils. Ces points d'attente, qui pour la plupart se trouvent à l'est et au sud de la CYR 724, ont été utilisés pour des exercices semblables au cours des 10 dernières années. Selon les circonstances opérationnelles, les appareils doivent se tenir dans les environs de ces points d'attente pour des périodes plus ou moins longues.

Un de ces points d'attente est le point initial (IP) Delta, situé à l'extrémité nord de l'île de Gagetown, sur la rivière Saint-Jean. Ce point initial est situé à l'intérieur des limites spécifiés pour la voie aérienne V310 et se trouve à quelque 2,4 milles marins à l'ouest de l'axe de la voie aérienne. V310 est considéré comme un espace aérien de classe E où les vols IFR et VFR sont autorisés. Les dimensions latérales de l'espace aérien contrôlé pour cette voie aérienne sont de 4 milles marins de chaque côté de son axe. Ce point initial se trouve aussi à moins de deux milles de la route directe entre l'aéroport de Saint John et l'intersection Frenn. Il convient de signaler que la rivière Saint-Jean est une route populaire pour les avions évoluant selon un plan de vol VFR entre Saint John et Fredericton.

Le T-33 est arrivé tôt à la limite sud de la zone réglementée. Le pilote a été avisé par le contrôleur militaire que sa première passe vers la cible commencera à partir du point initial Delta. Le pilote se rend à ce point initial, en restant à l'écart du polygone et en suivant la rivière à 4 500 pieds asl. Le pilote a choisi cette altitude parce qu'elle répond aux exigences d'altitude de la direction du vol VFR et pour des raisons d'atténuation du bruit, d'économie de carburant et de facilité de navigation. Le pilote a l'intention de s'intégrer au circuit d'attente à partir du point initial Delta en attendant ses instructions pour sa passe de bombardement simulé. Le T-33 arrive à son point d'attente vers 11 h 28 et entre dans le circuit d'attente en hippodrome par la gauche. Les données radar révèlent que l'altitude de l'avion a fluctué de plus ou moins 200 pieds pendant qu'il se trouvait dans le circuit d'attente.

Le pilote du T-33 voit d'abord le Jetstream en descente, qui le dépasse et vole au-dessous de lui à la position 7 heures; le T-33 se trouve dans une orbite à gauche et franchit un cap orienté au nord-ouest. À ce moment-là, il entamait son deuxième circuit en hippodrome. Le pilote du T-33 a déclaré qu'au moment où il a aperçu le Jetstream il y avait de 300 à 500 pieds de distance entre eux.

Vers 11 h 31 min 28 s, les deux appareils évitent une collision de justesse après s'être rapprochés face à face à une vitesse d'environ 400 noeuds. Selon les observations des pilotes du Jetstream et les données radar, on estime que les deux appareils se sont croisés à moins de 100 pieds de distance.

Les deux équipages ont déclaré que la météo était bonne au moment de l'incident et qu'il y avait un peu de brume sèche. La station de compte rendu météorologique pour l'aviation la plus proche est à la BFC Gagetown, soit 11 milles marins à l'ouest. À 11 h 41, les conditions météorologiques observées à Gagetown étaient les suivantes : vents légers, visibilité de 15 milles dans de légères averses de pluie, nuages épars à 5 100 pieds, nuages fragmentés à 8 000 pieds et ciel couvert à 25 000 pieds.

Les pilotes qui volent en IFR sont tenus d'assurer leur propre espacement de façon visuelle avec les appareils

VFR s'ils volent en conditions météorologiques de vol à vue. De même, les pilotes volant en VFR sont tenus d'assurer leur propre espacement par rapport aux autres appareils. Les deux avions, par conséquent, volaient selon le concept du « voir et être vu » pour éviter les collisions. L'efficacité de ce concept dépend de la capacité des équipages de conduite de déceler des appareils sur des trajectoires de collision et de prendre des mesures d'évitement au bon moment. Les problèmes avec le concept du « voir et être vu » sont presque entièrement attribuables au fait qu'on ne voit pas l'appareil qui présente une menace. La capacité d'un pilote à déceler visuellement la présence d'un autre appareil dépend de nombreux facteurs. Dans le cas qui nous occupe, les éléments pertinents sont les suivants : les limites physiologiques du système de vision humain, le fait que le pilote doit être conscient de la présence d'un autre appareil et le fait qu'un appareil attire l'attention.

Le système de vision humain présente des limites physiques qui réduisent l'efficacité de la vision. Par exemple, les gens détectent particulièrement bien le mouvement, mais ont plus de mal à déceler les objets fixes. Malheureusement, à cause de la géométrie des trajectoires de vol, l'appareil qui se trouve sur la trajectoire de collision semble être fixe dans le champ de vision du pilote.

Dans une situation où il y a risque de collision, l'habileté du pilote à repérer visuellement une cible dépend de la taille et de la vitesse de l'appareil. En termes généraux, si le pilote regarde dans la bonne direction, la détection visuelle d'une cible dépend en grande partie de la taille de la cible. Le pilote peut voir une cible s'approcher seulement si elle grossit suffisamment pour correspondre à la capacité de résolution minimale de l'œil. La cible grossit lentement et ne devient vraiment visible que dans les dernières secondes qui précèdent la collision alors qu'il pourrait être trop tard pour exécuter une manoeuvre d'évitement. En fait, selon un rapport<sup>3</sup> de 1989 du département des transports des États-Unis sur une étude relative à l'efficacité du concept « voir et être vu », à des vitesses de rapprochement de 400 noeuds et plus, pouvoir éviter une collision dans ces cas relève principalement de la chance.

On reconnaît généralement que les avis de trafic aident le pilote à établir le contact visuel avec un appareil. Une recherche effectuée par le Lincoln Laboratory<sup>4</sup> pendant des vols d'essais du système d'alerte de trafic et d'évitement de collisions (TCAS/ACAS) confirme que l'avis prévient l'équipage qu'il y a un conflit potentiel et permet à l'équipage d'avoir plus de temps pour repérer visuellement le trafic. De plus, l'avis aide le pilote à concentrer ses recherches dans la bonne direction. Ces études montrent que le fait de savoir où chercher augmente les chances du pilote de déceler le trafic. Ces études révèlent également que le pilote qui a été prévenu a huit fois plus de chances de repérer l'appareil que le pilote qui n'a pas été averti. Dans le cas qui nous occupe, le T-33 n'était équipé que d'une seule radio à ultra-haute fréquence (UHF) à une seule voie. Le principal moyen de communication aéronautique au Canada est la très haute fréquence (VHF). Très peu

---

<sup>3</sup> W. Graham, *See and Avoid/Cockpit Visibility*, U.S. Department of Transportation DOT/FAA/CT-TN/89/18.

<sup>4</sup> J.W. Andrews, *Modelling of Air-to-Air Visual Acquisition*, The Lincoln Laboratory Journal, vol. 2, n° 3, 1989, p. 478.

d'appareils civils (à supposer qu'il y en ait) sont équipés de radios UHF. Le T-33 est le seul avion militaire canadien en service à l'heure actuelle à être équipé d'une seule radio UHF. Le pilote du T-33 était à l'écoute de la fréquence UHF des opérations. Dans les circonstances, les services ATC ne pouvait pas signaler au pilote la présence d'autres appareils dans le secteur. De plus, le T-33 n'était pas équipé d'un TCAS/ACAS qui aurait pu signaler à son pilote qu'un autre appareil approchait.

La difficulté à détecter un appareil est fonction du contraste entre l'appareil et son arrière-plan. L'appareil est plus difficile à détecter si son contour et sa luminosité se combinent à un arrière-plan semblable et complexe. Ce problème, connu sous le nom d'interaction de contour, est moins grave s'il y a un déplacement angulaire rapide par rapport à l'arrière-plan; cependant, comme on l'a mentionné précédemment, dans les cas de collisions ou de quasi-collisions, il n'y a pas de mouvements relatifs rapides. Au moment de l'incident, presque toute la neige le long de la rivière Saint-Jean avait fondu, et des amoncellements de neige recouvraient une partie de la campagne grise et beige typique du début du printemps. Le T-33 offrait peu de contraste parce qu'il était peint en divers tons de gris. Sa livrée, de par sa conception, permet de distinguer assez difficilement l'avion de l'arrière-plan. De même, la livrée bleue et grise du Jetstream n'aurait présenté qu'un faible contraste sur le fond d'une couverture nuageuse.

## *Analyse*

Les risques de collision en vol dans un espace aérien donné dépendent, en partie, du nombre d'appareils évoluant dans cet espace aérien. La zone située à l'est de la zone réglementée CYR 724 de Gagetown a deux caractéristiques qui attirent le trafic VFR et IFR. D'une part, les avions volant en IFR entre Saint John et Fredericton sont obligés de voler le long de la voie aérienne 310, et les pilotes volant en VFR entre ces deux points sont naturellement portés à suivre la rivière Saint-Jean. Compte tenu de cette concentration d'appareils civils le long de ce corridor, l'utilisation du point initial Delta comme point d'attente pour les T-33 militaires a fait courir aux appareils militaires en attente dans ce corridor de plus grands risques de collision en vol avec des appareils civils. La pratique informelle voulant que le trafic IFR utilise la rivière comme route « en visuel, autour du camp » a augmenté le volume du trafic au-dessus du point initial Delta et dans ses environs.

L'équipage du Jetstream a aperçu le T-33 dans les dernières secondes de son approche. Le pilote du T-33 n'a aperçu le Jetstream qu'après l'incident. Cet incident montre les limites du concept « voir et être vu » à plusieurs égards.

L'équipage du Jetstream avait été averti de la présence de l'appareil militaire par le contrôleur de l'ATC et par son TCAS/ACAS. Les deux pilotes cherchaient activement l'avion militaire, mais, malgré leurs efforts, ils n'ont aperçu le T-33 qu'au dernier moment.

Lorsqu'il a été avisé de la présence du T-33 pour la première fois, l'équipage du Jetstream dépassait le T-33 et se trouvait au-dessus de lui et à six milles derrière. Le T-33 était au-dessous de l'horizon, et sa livrée à faible contraste ainsi que sa taille relativement petite, à cette distance et par rapport au relief environnant, le

rendaient pratiquement impossible à déceler. Lorsqu'il a été avisé que le T-33 se trouvait à cinq milles et qu'il avait viré dans sa direction, toujours au-dessous de lui, l'équipage du Jetstream a vu ses difficultés à déceler le T-33 augmenter parce que le profil du T-33 était plus petit maintenant qu'il se trouvait droit devant et plus ou moins immobile dans son champ de vision à cause de la trajectoire de collision qu'il suivait. La vitesse de rapprochement de 400 noeuds a diminué le temps disponible pour établir le contact visuel.

Lorsqu'il a été avisé que le T-33 se trouvait à 4 500 pieds et à trois milles en montée directement vers lui (ce renseignement était aussi affiché sur le TCAS/ACAS), l'équipage a, sans le savoir, empiré la situation en entamant une faible descente vers la cible. Cette descente n'a pas été entamée de façon consciente; elle est plutôt attribuable au fait que l'équipage concentrait son attention à localiser la cible, ce qui lui a fait perdre pendant quelques instants la maîtrise de l'altitude.

Le pilote de T-33, par ailleurs, était aux prises avec ses propres problèmes. Son appareil n'était équipé que d'une seule radio UHF, et les exigences opérationnelles demandaient que le pilote se trouve sur la fréquence du contrôleur aérien avancé. Le pilote, de ce fait, était incapable de signaler ses intentions à un ATC, tout comme il ne pouvait être informé de la présence du Jetstream. De plus, le T-33 n'était pas équipé d'un TCAS/ACAS, qui aurait pu l'avertir qu'un appareil approchait sur une trajectoire de collision. Le pilote devait donc balayer tout son champ de vision plutôt que de se concentrer dans la direction du Jetstream qui approchait.

Lorsque le T-33 est entré dans le circuit d'attente, il a été dépassé directement par le dessus et par l'arrière par le Jetstream qu'il ne pouvait pas voir. Lorsque le pilote de T-33 a amorcé son virage au sud-est, dans une direction pointant directement vers le Jetstream, les deux appareils se trouvaient à cinq milles de distance l'un de l'autre. À cette distance, le Jetstream aurait constitué une cible relativement petite, et sa livrée bleue et grise se serait fondue avec l'arrière-plan constitué de nuages en altitude à ce moment-là.

### *Faits établis*

1. Les deux appareils se sont rapprochés l'un de l'autre à une vitesse d'environ 400 noeuds.
2. L'équipage du Jetstream a aperçu le T-33 dans les dernières secondes de son approche; le pilote du T-33 n'a vu le Jetstream qu'après l'incident.
3. L'incident s'est déroulé en vol à vue au-dessus d'un point d'attente militaire établi dans les limites de la voie aérienne V310 et le long d'une route VFR connue.
4. L'équipage du Jetstream effectuait une procédure IFR informelle « en visuel, autour du camp ».
5. Le T-33 n'était pas équipé d'une radio de bord VHF ni d'un TCAS/ACAS qui aurait pu prévenir

le pilote de la présence d'autres appareils.

6. Le T-33 se fondait avec le relief environnant à cause de sa couleur grise.
7. Les profils relativement réduits des deux appareils vus de front permettaient difficilement aux équipages de déceler l'autre appareil.
8. La vitesse de rapprochement élevée laissait peu de temps aux pilotes pour établir le contact visuel.

### *Causes et facteurs contributifs*

Aucun des deux équipages n'a vu l'autre appareil assez tôt pour éviter l'incident. Ont contribué à cet incident les limites du concept « voir et être vu », qui ne permet pas d'assurer un espacement efficace entre des appareils volant à des vitesses de rapprochement élevées, ainsi que la couleur du T-33 qui, combinée à son profil relativement réduit, rendait l'appareil pratiquement invisible par rapport au relief.

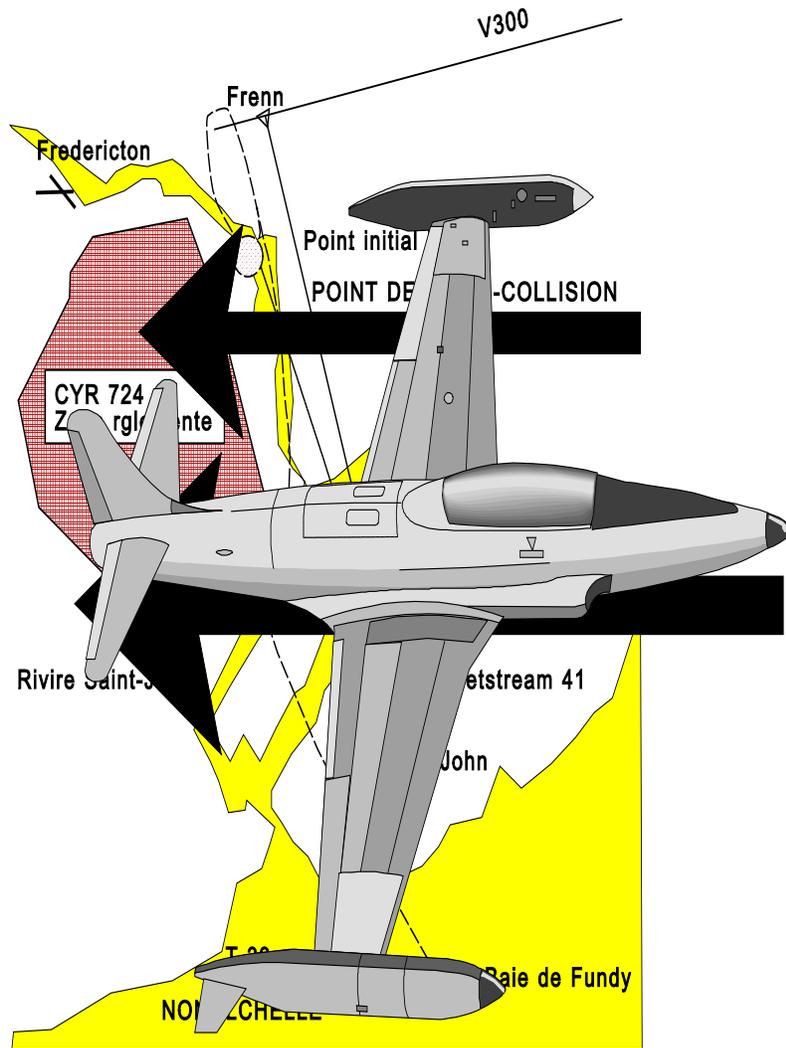
### *Mesures de sécurité*

À la suite de cet incident, le personnel du MDN a demandé à tous les pilotes d'escadron de la BFC Greenwood de redoubler de vigilance lorsqu'ils volent en VFR. On a demandé aux pilotes de T-33 d'appui aérien rapproché de rester en attente du côté ouest de la rivière Saint-Jean lorsqu'ils utilisent le point initial Delta (ainsi que deux autres points initiaux dans les environs) et de ne survoler ces points initiaux qu'au moment d'entamer leur passe finale vers la cible. On a demandé aux planificateurs d'exercices de ne plus utiliser, à des fins d'exercices, cinq autres points initiaux qui se trouvent dans les environs de la rivière Saint-Jean. On a également avisé les pilotes d'escadron de ne plus utiliser ces points.

La flotte d'avions T-33 fait l'objet d'une mise au niveau qui permettra aux pilotes de ces avions de communiquer en UHF et en VHF. De plus, les extrémités d'aile des avions seront équipées de feux stroboscopiques. Le tout devrait se terminer vers l'an 2000. Lorsque ces avions arriveront à l'escadron après la mise à niveau, des procédures seront mise en place pour assurer que les fréquences de contrôle de l'ATC pourront être surveillées sur la radio VHF tandis que se déroulent en UHF des missions dans la zone réglementée CYR 724.

Le 4 septembre 1997, NAV CANADA a donné instruction à l'ACC de Moncton de ne plus utiliser la phraséologie « en visuel, autour du camp est approuvé ». De plus, on a avisé l'ACC de Moncton que si un appareil en route de Fredericton à Saint John demandait de passer en VFR, l'appareil pouvait le faire en fonction d'une heure, d'une altitude et d'un endroit spécifiés (voir le paragraphe 444.2 du MANOPS).

*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 23 décembre 1997 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Maurice Harquail, Charles Simpson et W.A. Tadros.*



*Annexe A*