

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT AÉRONAUTIQUE
A99P0108

COLLISION EN VOL

ENTRE

LE CESSNA 177RG CARDINAL C-GWYY

ET

LE MOONEY M20C C-GASL

PENTICTON (COLOMBIE-BRITANNIQUE)

LE 20 AOÛT 1999



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 un accident aéronautique

Collision en vol

entre

le Cessna 177RG Cardinal C-GWYY

et

le Mooney M20C C-GASL

Penticton (Colombie-Britannique)

le 20 août 1999

Rapport numéro A99P0108

Résumé

Un Mooney M20C en provenance du nord-ouest, avec à son bord le pilote et trois passagers, revient vers l'aéroport de Penticton (Colombie-Britannique) après un vol local selon les règles de vol à vue. Il demeure à l'ouest du prolongement de l'axe de la piste 34 jusqu'à ce qu'il fasse un virage vers l'est sur une route croisant la trajectoire de départ de la piste 34. À peu près au même moment, un Cessna 177RG à l'aéroport de Penticton avec le pilote seul à bord roule en vue du décollage pour un vol selon les règles de vol à vue en direction nord, vers Valemount (Colombie-Britannique). Le pilote du Cessna 177RG signale à la station d'information de vol de Penticton qu'il est prêt à décoller. Le spécialiste de la station d'information de vol accuse réception et note 11 h 35, heure avancée du Pacifique, comme heure de départ. Vers 11 h 36, le Cessna 177RG et le Mooney M20C entrent en collision en vol, à quelque 0,9 mille marin de l'extrémité départ de la piste 34. Les deux appareils sont détruits et s'écrasent dans le périmètre de la ville de Penticton. Les cinq occupants subissent des blessures mortelles, mais l'accident ne fait aucune autre victime. Au moment de l'accident, le temps était ensoleillé, la visibilité était illimitée, il y avait quelques nuages et le vent était calme.

This report is also available in English.

1.0	Renseignements de base	1
1.1	Déroulement du vol	1
1.1.1	Le Mooney M20C.....	1
1.1.2	Le Cessna 177RG	2
1.1.3	Station d'information de vol de Penticton	2
1.2	Victimes	3
1.2.1	Le Mooney M20C.....	3
1.2.2	Le Cessna 177RG	3
1.3	Domages aux aéronefs.....	4
1.3.1	Le Mooney M20C.....	4
1.3.2	Le Cessna 177RG	4
1.4	Autres dommages.....	4
1.5	Renseignements sur le personnel.....	5
1.5.1	Le pilote du Mooney M20C	5
1.5.2	Le pilote du Cessna 177RG	6
1.5.3	Le spécialiste de la FSS de Penticton - Poste d'opérateur radio	6
1.5.4	Le spécialiste de la FSS de Penticton - Poste de soutien.....	7
1.5.5	Le spécialiste de la FSS de Penticton - Poste à l'étage inférieur	7
1.6	Renseignements sur les aéronefs	8
1.6.1	Le Mooney M20C.....	8
1.6.2	Le Cessna 177RG	9
1.7	Renseignements météorologiques.....	10
1.8	Aide à la navigation.....	10
1.9	Télécommunications	10
1.9.1	La FSS de Penticton.....	10
1.9.2	Responsabilités des pilotes en matière de communication.....	12
1.9.3	Sommaire des communications	12
1.10	Renseignements sur l'aérodrome.....	13
1.11	Enregistreurs de bord	14
1.12	Renseignements sur les épaves et sur les impacts.....	14
1.12.1	Le Mooney M20C.....	14

1.12.2	Le Cessna 177RG	15
1.12.3	Endroit où se trouvaient les ailes après la collision.....	15
1.13	Renseignements médicaux.....	16
1.14	Incendie.....	16
1.15	Questions relatives à la survie des occupants	16
1.16	Essais et recherches.....	16
1.16.1	Géométrie de la collision	16
1.16.2	Le Cessna 177RG	17
1.16.3	Le Mooney M20C.....	18
1.16.4	Gisement constant.....	18
1.17	Renseignements supplémentaires	18
1.17.1	Limites du champ visuel en raison du modèle de l'appareil.....	18
1.17.2	Limites physiologiques de l'oeil humain.....	18
1.17.3	Moyens de protection contre les collisions en vol	19
1.17.4	Statistiques	20
1.17.5	Procédures relatives aux circuits aux aérodromes non contrôlés.....	20
1.17.6	Procédures de communication aux aéroports non contrôlés	22
2.0	Analyse	25
2.1	Généralités.....	25
2.2	Procédures relatives aux circuits et aux communications	25
2.2.1	Le Mooney M20C	25
2.2.2	Le Cessna 177RG.....	27
2.2.3	Station d'information de vol de Penticton.....	27
2.3	Tour de contrôle	28
2.4	Circonstances opérationnelles.....	28
3.0	Conclusions.....	31
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs.....	31
3.2	Faits établis quant aux risques	31
3.3	Autres faits établis.....	31

4.0	Mesures de sécurité.....	33
4.1	Mesures prises	33
5.0	Annexes	
	Annexe A - Sigles et abréviations.....	35

Figures

Figure 1 - Trajectoire de vol du Mooney M20C	1
Figure 2 - Trajectoires de vol au moment de la collision	17
Figure 3 - Circuit d'aérodrome standard (à gauche).....	21

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Le Mooney M20C

Le Mooney M20C, ci-après désigné « le Mooney », décolle de la piste 16 de l'aéroport de Penticton (Colombie-Britannique) à 10 h 52, heure avancée du Pacifique (HAP)¹, pour effectuer une excursion selon les règles de vol à vue (VFR). Il doit revenir dans 45 minutes environ.

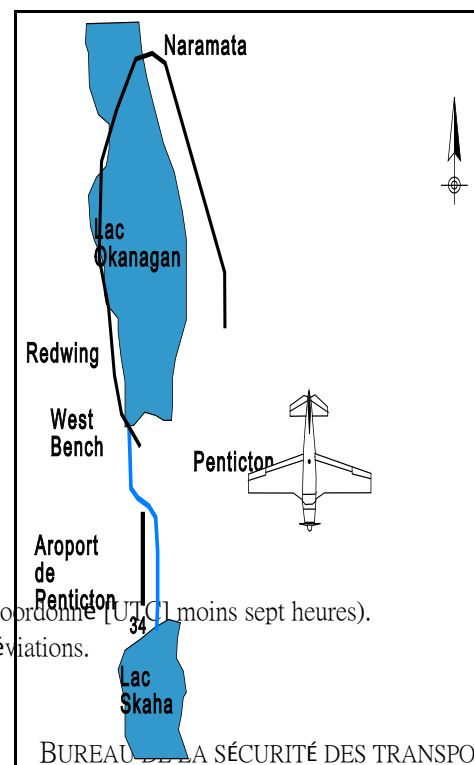
À 11 h 27, le pilote rétablit la communication avec la station d'information de vol (FSS) de Penticton sur la fréquence obligatoire (MF) de 118,5 mégahertz (MHz) et il signale qu'il se trouve en rapprochement à l'est de l'aéroport à 5 500 pieds en vue d'un atterrissage. La FSS de Penticton émet un avis consultatif d'aéroport mentionnant que la piste préférée est la piste 34. Le pilote accuse réception de l'information pour la piste 34. À 11 h 30, le pilote signale qu'il se dirige vers le nord-ouest, en direction de Naramata, à 8 milles marins (nm) au nord de l'aéroport, en vue d'une descente. À 11 h 33, le pilote signale qu'il se trouve près de Naramata. Environ une minute plus tard, il signale qu'il se dirige vers le sud le long de la rive ouest du lac Okanagan, en direction de Penticton. Le contact initial est la seule fois où le pilote a signalé son altitude à la FSS.

La région de West Bench, à Penticton, se trouve à l'intérieur de la zone MF de Penticton, sur le flanc du coteau ouest de la vallée de l'Okanagan, face à l'est et en direction de la ville.

Selon les témoins, quand l'appareil se dirige vers le sud le long de la rive ouest, il survole les environs de la subdivision Redwing et de la région de West Bench à une hauteur suffisamment basse pour que les gens au sol aperçoivent les occupants de l'appareil. Selon un témoin qui a observé l'appareil depuis l'est, l'avion volait plus bas qu'un repère terrestre qui se trouve sur le flanc du coteau. Ce repère se trouve à une altitude supérieure de quelque 400 pieds à celle de l'aéroport. Près de la pointe sud-ouest du lac Okanagan, par le travers de la région de West Bench, l'appareil amorce un virage à gauche qui l'amène sur un cap sud-est parallèlement à une partie du canal et au nord d'une partie du canal qui traverse la ville et relie le lac Okanagan au lac Skaha, au sud de Penticton. C'est sur ce cap que la trajectoire de vol de l'appareil croise la trajectoire de départ de la piste 34, près du radiophare non directionnel (NDB) de Penticton.

1.1.2 Le Cessna 177RG

¹ Les heures sont exprimées en HAP (temps universel coordonné [UTC] moins sept heures). Voir l'annexe A pour la signification des sigles et abréviations.



Le pilote du Cessna 177RG, ci-après désigné « le Cessna », dépose un plan de vol auprès de la FSS de Penticton pour un vol VFR au nord de Valemount avec une personne à bord. Le plan de vol indique que la partie en route du vol doit durer 1 heure et 45 minutes et que l'avion a une réserve de carburant assurant une autonomie de 4 heures et 30 minutes; aucune altitude ne figure sur le plan de vol.

À 11 h 29, le pilote communique avec la FSS de Penticton sur la MF et signale qu'il roule à Penticton en vue d'un décollage au nord en direction de Valemount selon un plan de vol VFR. La FSS de Penticton émet un avis consultatif d'aéroport mentionnant que deux avions (dont le Mooney) sont en rapprochement en vue d'atterrir sur la piste 34 et qu'un hélicoptère s'approche d'une hélisurface. Le pilote accuse réception et continue de rouler.

À 11 h 34, une fois que l'hélicoptère et l'un des deux avions ont atterri, le pilote du Cessna communique avec la FSS de Penticton sur la MF pour signaler qu'il est prêt à décoller de la piste 34. Le pilote ne demande pas de mise à jour sur le trafic. La FSS accuse réception de la communication, et le Cessna décolle à 11 h 35.

1.1.3 Station d'information de vol de Penticton

Une station d'information de vol (FSS) est une station terrestre qui fournit des services consultatifs de circulation aérienne, des services d'information de vol et des services d'aide d'urgence en vue d'assurer la sécurité des mouvements d'aéronefs. Le spécialiste de l'information de vol n'est pas un contrôleur de la circulation aérienne et il n'est pas responsable de l'espacement du trafic aérien. La FSS de Penticton utilise l'ancienne tour de contrôle de la circulation aérienne qui permet aux spécialistes de l'information de vol de bien voir l'aéroport et ses environs dans toutes les directions. Au moment de l'accident, trois spécialistes sont en service. Deux d'entre eux se trouvent dans la vigie; l'un occupe le poste d'opérateur radio et l'autre, celui de soutien. Le troisième occupe le poste à l'étage inférieur, dans le bureau principal de la FSS.

D'après les enregistrements des communications, pendant les 11 minutes qui précèdent l'accident, la FSS de Penticton communique avec quatre appareils sur la MF et avec un véhicule aéroportuaire sur la fréquence de contrôle au sol. Dans les 2 ou 3 minutes qui précèdent l'accident, les seules communications effectuées sont celles sur la MF avec les deux avions accidentés. Il n'y a aucune communication sur la fréquence de contrôle au sol. Au moment de la collision, une communication téléphonique liée aux opérations se déroule entre le spécialiste du poste de soutien et celui du poste à l'étage inférieur. Les deux spécialistes dans la vigie ont signalé que leur charge de travail avait été faible dans les 30 minutes qui ont précédé la collision.

Pendant la circulation au sol en vue du décollage, le pilote du Cessna reçoit un message lui signalant que trois appareils s'approchent de l'aéroport. Il accuse réception. Dans les cinq minutes qui suivent, la FSS de Penticton reçoit cinq messages du Mooney en rapprochement et elle répond à trois de ces messages avant le décollage du Cessna. Le pilote du Cessna ne demande aucune mise à jour sur le trafic et n'est pas non plus directement prévenu de la présence du Mooney qui se trouve toujours en approche du nord-ouest. Le spécialiste de la FSS ne communique pas directement avec le Mooney en approche pour lui signaler la présence du Cessna qui décolle de la piste 34 ou pour lui demander un compte rendu de position ou pour s'informer de ses intentions pour entrer dans le circuit, pour déterminer si cela pourrait créer un conflit. Le *Manuel d'exploitation - Stations*

d'information de vol (MANOPS FSS) ne stipule pas que ces mesures doivent être prises si le spécialiste FSS croit qu'il n'y a pas de conflit. Comme les deux pilotes utilisaient, ou auraient dû utiliser, la même fréquence, chaque pilote aurait dû connaître la position et les intentions de l'autre. Selon l'information recueillie, il n'y avait aucun autre appareil dans la zone MF de Penticton à ce moment-là.

1.2 Victimes

1.2.1 Le Mooney M20C

	Équipage	Passagers	Total
Tués	1	3	4
Blessés graves	-	-	-
Blessés légers/indemnes	-	-	-
Total	1	3	4

1.2.2 Le Cessna 177RG

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

1.3 Dommages aux aéronefs

Rien n'indique que les avions présentaient des défauts ou des anomalies mécaniques avant l'accident. Les deux avions semblent avoir suivi leur trajectoire et leur profil de vol respectifs sans perte de maîtrise jusqu'au moment de la collision en vol. On a vu le Cessna qui décollait monter normalement dans le prolongement de l'axe de piste et le Mooney voler à basse altitude en léger virage à gauche pendant les secondes qui ont précédé la collision en vol. Après la collision, les dommages ont rendu les deux appareils ingouvernables.

1.3.1 Le Mooney M20C

L'aile droite, à l'extérieur du train principal, et la dérive se sont détachées de l'appareil. Elles se sont toutes deux écrasées au sol dans une aire clôturée de l'usine de traitement des eaux usées de la ville située au 162 degrés magnétique (°M) et à 1 330 pieds du pylône du NDB de Penticton. Le fuselage de l'appareil s'est

écrasé dans la cour d'une usine située au 132 °M à 1 970 pieds du pylône du NDB de Penticton et à 4 580 pieds au nord de l'extrémité départ de la piste 34. La collision et les forces d'impact ont détruit l'appareil. Il n'y a pas eu d'incendie.

Les carnets de route et les documents de l'aéronef ne se trouvaient pas à bord de l'appareil. Ils ont été obtenus, ainsi que le carnet de vol du pilote, auprès de la famille du pilote.

1.3.2 Le Cessna 177RG

Au moment de la collision en vol, une partie du bout de l'aile droite du Cessna a été cisailée, puis elle a heurté le sol près de l'aile et de la dérive du Mooney qui avaient été cisailées. Le fuselage du Cessna s'est écrasé dans une aire de stationnement inoccupée au 210 °M et à 440 pieds du pylône du NDB de Penticton. Un incendie a éclaté à l'impact et a consumé le Cessna au complet, sauf l'empennage. Cependant, le carnet de vol du pilote et le carnet de route de l'aéronef contenant les documents de l'aéronef ont été trouvés intacts dans l'épave.

1.4 Autres dommages

Les deux appareils ont creusé de petits cratères dans la surface asphaltée où ils se sont écrasés. L'aire gazonnée près de l'endroit où l'épave principale du Cessna a été retrouvée a été endommagée par l'incendie.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Le pilote du Mooney M20C

Âge	33 ans
Licence	Pilote professionnel avec privilèges limités à ceux de la licence de pilote privé
Date d'expiration du certificat de validation	1 ^{er} juillet 2000
Heures de vol totales	1 173
Heures de vol dans les 90 derniers jours	59
Heures de vol sur type dans les 90 derniers jours	3,2

Le pilote était titulaire d'une licence canadienne de pilote professionnel - avion depuis le 29 juillet 1987, mais elle n'était valide que pour les privilèges accordés en vertu d'une licence de pilote privé - avion, car plus de 12 mois s'étaient écoulés depuis le dernier examen médical du pilote par un médecin de l'aviation civile. Le pilote possédait une qualification de vol aux instruments du groupe 2 valide jusqu'au 1^{er} septembre 2001. Le carnet de vol du pilote indique que dans les 12 mois qui ont précédé l'accident, le pilote avait fait 3,2 heures de vol sur cet appareil; 103 heures de vol sur un appareil semblable, 55 heures de vol sur un bimoteur léger et six voyages à Penticton.

1.5.2 *Le pilote du Cessna 177RG*

Âge	56 ans
Licence	Pilote privé - avion
Date d'expiration du certificat de validation	1 ^{er} mai 2000
Heures de vol totales	568
Heures de vol dans les 90 derniers jours	4,6
Heures de vol sur type dans les 90 derniers jours	4,6

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote privé - avion qui avait été délivrée au Canada le 13 décembre 1981. Il possédait une qualification pour le vol de nuit depuis le 30 octobre 1994. Son carnet de vol indique que depuis le 15 octobre 1989, il avait fait 362 heures de vol sur cet appareil ou sur ce modèle et qu'il avait fait 46 heures de vol dans les 12 mois qui ont précédé l'accident. Il a habité à Penticton de 1983 à 1991 et a déménagé pour aller s'installer à Valemount, mais il a continué à décoller de Penticton.

1.5.3 *Le spécialiste de la FSS de Penticton - Poste d'opérateur radio*

Poste de la FSS	Air/sol 2 (Radio) Assisté d'un autre spécialiste de l'information de vol
Qualification	Spécialiste de l'information de vol RO-000-03
Expérience	
- Formation de base	1975
- Employé à la FSS de Penticton	Depuis mars 1995
- Qualification de l'unité sur place	Avril 1995
- Perfectionnement à la FSS	Février 1987; février 1992; août 1997; février 1998; décembre 1998
Heures de service avant l'accident	5,6
Heures libres avant la prise de service	10,9

Le spécialiste possédait la formation et les qualifications pour travailler comme spécialiste de l'information de vol à l'aéroport de Penticton. D'après l'horaire de travail de la FSS de Penticton, au moment de l'accident, il effectuait son sixième quart de travail (sur sept) et il était en service depuis 5,6 heures.

1.5.4 *Le spécialiste de la FSS de Penticton - Poste de soutien*

Poste de la FSS	Poste de soutien Fournit un soutien à l'opérateur radio
Qualification	Spécialiste de l'information de vol RO-000-03
Expérience	
- Formation de base	1967
- Employé à la FSS de Penticton	Depuis mars 1995
- Qualification de l'unité sur place	Mai 1995
- Perfectionnement à la FSS	Février 1988; janvier 1992; février 1998; décembre 1998
Heure de service avant l'accident	1,1
Heures libres avant la prise de service	11,1

Le spécialiste possédait la formation et les qualifications pour travailler comme spécialiste de l'information de vol à l'aéroport de Penticton. D'après l'horaire de travail de la FSS de Penticton, au moment de l'accident, il effectuait son troisième quart de travail (sur six) et il était en service depuis 1,1 heure.

1.5.5 *Le spécialiste de la FSS de Penticton - Poste à l'étage inférieur*

Le troisième spécialiste travaillait dans le bureau principal de la FSS et il n'avait pas à fournir d'information aux avions en cause dans l'accident. D'habitude, le spécialiste qui occupe ce poste ne surveille pas la MF de Penticton s'il y a plus d'un spécialiste en service et si les postes d'opérateur radio et d'opérateur de soutien sont occupés. Au moment de l'accident, il ne surveillait pas la MF de Penticton.

1.6 Renseignements sur les aéronefs

1.6.1 Le Mooney M20C

Constructeur	Mooney Aircraft Company
Type et modèle	M20C
Année de construction	1962
Numéro de série	2225
Certificat de navigabilité	21 avril 1992
Heures de vol cellule	3 163 heures
Moteur	Un moteur Avco Lycoming O-360-A1D
Hélice	Une hélice Hartzell HC-CY2K-1BF
Masse maximale autorisée au décollage	2 575 lb
Type de carburant recommandé	Essence aviation 100 LL
Type de carburant utilisé	Essence aviation 100 LL

Le Mooney est un avion monomoteur à quatre places pouvant voler à une vitesse de croisière corrigée de 130 noeuds. Il s'agit d'un appareil classique à aile basse et à train d'atterrissage tricycle escamotable. Son équipement standard comprend un phare d'atterrissage fixe monté sur le nez de l'appareil, sous le moyeu de l'hélice. Des phares stroboscopiques de bout d'aile optionnels étaient installés sur l'appareil et ils étaient utilisables. Il n'a pu être établi si les phares de l'appareil étaient allumés au moment de l'accident.

Les ailes de l'appareil étaient peintes en rouge (l'intrados et l'extrados). Le ventre de l'avion était rouge, tandis que le dessus du fuselage était blanc.

Selon les estimations, la masse et le centrage du Mooney au décollage de Penticton se trouvaient dans les limites prescrites. Selon les calculs, sa masse au décollage était de quelque 2 245 livres. Il y avait quelque 110 livres de carburant à bord (la capacité maximale est de 288 livres). Selon les estimations, la masse du pilote et des trois passagers était de 600 livres.

L'examen des livrets techniques (entretien et moteur) et des autres documents de l'avion n'a révélé aucun élément digne de mention. L'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

1.6.2 *Le Cessna 177RG*

Constructeur	Cessna Aircraft Company
Type et modèle	177RG
Année de construction	1976
Numéro de série	177RG1101
Certificat de navigabilité	29 juin 1990
Heures de vol cellule	2 562,7
Moteur	Un moteur Avco Lycoming IO-360-A1B6D
Hélice	Une hélice McCauley B2D34C207
Masse maximale autorisée au décollage	2 800 lb
Types de carburant recommandés	Essence aviation 100 LL et 100
Type de carburant utilisé	Essence aviation 100 LL

Le Cessna Cardinal est un avion monomoteur à quatre places pouvant voler à une vitesse de croisière indiquée de 142 noeuds. Il s'agit d'un appareil classique à aile cantilever haute et à train d'atterrissage tricycle escamotable. Son équipement standard comprend un phare d'atterrissage fixe et un feu de roulage fixe montés sur le nez de l'appareil, sous le moyeu de l'hélice. L'appareil était équipé de phares stroboscopiques de bout d'aile optionnels qui étaient utilisables. L'enquête n'a pas révélé si les phares de l'appareil étaient allumés au moment de l'accident.

L'appareil était presque tout blanc avec un peu de rouge.

Selon les estimations, la masse et le centrage du Cessna au décollage de Penticton se trouvaient dans les limites prescrites. Selon les calculs, sa masse au décollage était de quelque 2 275 livres. Il y avait alors 200 livres de carburant et 50 livres de bagages à bord. Le poids signalé du pilote est 210 livres.

L'examen des livrets techniques (entretien et moteur) et des autres documents de l'avion n'a révélé aucun élément digne de mention. L'aéronef était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

1.7 *Renseignements météorologiques*

À 11 h, l'observation météorologique régulière pour Penticton émise par la FSS de Penticton faisait état des conditions suivantes : vent du 140 degrés vrai (°V) à 2 noeuds, visibilité de 15 milles terrestres (sm) ou plus, quelques nuages à 5 500 pieds au-dessus du sol (agl), quelques nuages à 32 000 pieds agl et température de 24 degrés Celsius (°C).

À 11 h 47, après l'accident, la FSS de Penticton a émis une observation spéciale. Les seules modifications dont elle faisait état étaient les suivantes : sautes de vent au 320 °V à 5 noeuds et température de 25 °C.

Au moment de l'accident, les conditions météorologiques à Penticton dépassaient les minima requis pour le vol VFR.

1.8 *Aide à la navigation*

Sans objet.

1.9 *Télécommunications*

1.9.1 *La FSS de Penticton*

Les trois spécialistes en service à la FSS de Penticton constituaient les effectifs normaux pour ce moment de la journée. Le poste à l'étage inférieur est le seul poste occupé jour et nuit. Lorsque l'opérateur radio ou l'opérateur de soutien est en service, celui de l'étage inférieur peut surveiller la MF de Penticton, mais d'habitude il ne le fait pas, son poste n'étant pas directement relié au trafic qui évolue aux environs de l'aéroport de Penticton.

La responsabilité principale de l'opérateur radio consiste à communiquer avec tous les appareils se trouvant à l'intérieur de la zone MF de Penticton. Le MANOPS FSS priorise les services à fournir de la façon suivante : 1) situations d'urgence et 2) services en vol. Les services en vol comprennent le service consultatif d'aéroport. Les renseignements de l'avis consultatif sont habituellement donnés dans l'ordre suivant :

1. trafic aérien (trafic pertinent), y compris, lorsqu'ils sont connus :
 - a. le type d'aéronef;
 - b. la direction du vol, l'altitude et les intentions du pilote, telles qu'indiquées par le pilote;
 - c. les autres renseignements qui pourraient aider l'aéronef à établir un espacement visuel;
2. piste préférée ou en service (numéro);
3. vent (direction, vitesse);
4. altimètre (calage);
5. trafic au sol;

6. information additionnelle.

Le paragraphe 811.4 du MANOPS FSS stipule ce qui suit :

Fournissez la mise à jour des renseignements sur le trafic si vous apprenez qu'il y a des conflits potentiels ou dans des situations inhabituelles (mauvaises communications, relief inconnu, exigence de surveiller les autres fréquences, situations d'urgence, communications bilingues, etc.).

Note 1 : Un conflit potentiel est une situation où un aéronef doit modifier sa trajectoire de vol pour éviter un autre aéronef.

Note 2 : La mise à jour des renseignements sur le trafic correspond à tout nouveau renseignement essentiel à la sécurité du vol reçu depuis le premier avis.

Le rôle principal de l'opérateur du poste de soutien est d'aider l'opérateur radio, ce qui inclut la réception des autorisations du contrôle de la circulation aérienne (ATC) provenant du centre de contrôle régional de Vancouver au moyen d'une ligne terrestre et le traitement des appels téléphoniques et des télécopies associés au mouvement des aéronefs et des véhicules à l'aéroport de Penticton. Les opérateurs de ces deux postes entendent les communications qui entrent sur la MF et sur la fréquence de contrôle sol.

L'opérateur du poste à l'étage inférieur doit faire les observations météorologiques, donner les exposés météorologiques aux pilotes, copier les plans de vol, fournir des services d'information en route, fournir des services d'installation radio télécommandée pour l'aéroport de Kelowna, surveiller les aides à la navigation et s'acquitter d'autres tâches diverses. Il assume toutes les responsabilités quand les spécialistes des autres postes ne sont pas en service. Les spécialistes peuvent retransmettre des autorisations de l'ATC, mais ils ne sont pas autorisés à en accorder eux-mêmes aux aéronefs.

La FSS n'est équipée d'aucune aide technologique (hormis un radiogoniomètre d'urgence)² pour aider les spécialistes à obtenir et à conserver une vue d'ensemble des appareils à l'intérieur de la zone MF. Le radiogoniomètre est utilisé pour déterminer le relèvement d'un appareil qui transmet ou pour fournir un relèvement à un pilote, sur demande.

Au moment de la collision en vol, les deux avions accidentés étaient le seul trafic aérien connu présent dans la zone MF qui s'étend sur quelque 80 milles marins carrés. Ces deux avions ont été le seul trafic aérien connu présent dans la région de Penticton dans les trois dernières minutes avant la collision, c'est-à-dire à partir du moment où le pilote du Mooney a signalé son passage au NDB de Naramata. Les deux spécialistes de la FSS de Penticton ont indiqué que leur charge de travail était légère au moment de l'accident et, d'après

² Un radiogoniomètre (DF) est un instrument de la FSS qui affiche numériquement le relèvement d'un appareil à partir de l'endroit où se trouve le DF VHF.

l'enregistrement des communications, la FSS a communiqué avec quatre appareils et un véhicule aéroportuaire dans les 11 minutes qui ont précédé l'accident.

1.9.2 Responsabilités des pilotes en matière de communication

Les pilotes doivent faire de nombreux appels radio standard et surveiller la fréquence MF lorsqu'ils se trouvent dans une zone MF. Les communications radio et les procédures MF associées sont décrites en détail dans la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P. Canada) de Transports Canada, à la section « Règles de l'Air et Services de la circulation aérienne » (RAC). La section RAC 4.5 « Exploitation des aéronefs aux aéroports non contrôlés » compte sept pages et fait référence à un schéma qui se trouve huit pages plus loin dans une section qui n'est pas pertinente. L'information extraite des sections pertinentes de l'A.I.P. Canada a été insérée aux paragraphes 1.17.5 et 1.17.6 du présent rapport.

1.9.3 Sommaire des communications

Les enregistrements des communications de la FSS révèlent que, pendant les sept minutes qui ont précédé la collision, les deux aéronefs en cause dans l'accident étaient en communication bidirectionnelle avec la FSS de Penticton sur la MF. Ci-après un résumé des communications entre les pilotes des deux avions accidentés et la FSS de Penticton sur la MF :

À 11 h 29, le pilote du Mooney se trouve déjà sur la MF. Le pilote du Cessna établit le contact radio initial avec la FSS de Penticton sur la MF et signale qu'il est prêt à rouler en vue du décollage pour un vol VFR vers Valemount. La FSS répond par un avis consultatif d'aéroport qui comporte un avis de trafic faisant état de trois appareils en rapprochement de l'aéroport, dont le Mooney, et indiquant que la piste 34 est la piste en service. Le pilote du Cessna accuse réception du trafic.

À 11 h 30, le pilote du Mooney signale à la FSS de Penticton qu'il se trouve à six milles au nord-est et qu'il se dirige vers Naramata pour descendre, avant d'entrer dans le circuit de la piste 34.

À 11 h 33, le pilote du Mooney signale qu'il est arrivé à Naramata et qu'il vire en rapprochement de l'aéroport.

À 11 h 34, le pilote du Mooney modifie son parcours auprès de la FSS de Penticton; il a alors l'intention de descendre le long de la rive ouest en restant à l'ouest de « la route »³ et il s'informe du trafic dans cette zone. La FSS l'informe alors qu'il n'y a aucun trafic connu dans cette zone. Le pilote répond qu'il va se placer en vent arrière à droite en vue d'atterrir sur la piste 34.

³ Le spécialiste qui occupait le poste d'opérateur radio a cru que « la route » en question était le prolongement de l'axe de la piste 34.

Vingt-cinq secondes plus tard, le pilote du Cessna signale à la FSS qu'il est prêt à décoller de la piste 34. La FSS accuse réception, et il n'y a plus d'échange d'information. Le pilote du Cessna signale qu'il a entrepris sa course au décollage et qu'il décolle.

1.10 *Renseignements sur l'aérodrome*

La tour de contrôle de l'aéroport de Penticton a été fermée en 1995. Le service consultatif d'aéroport est dorénavant assuré par Nav Canada par l'intermédiaire d'une FSS située à l'aéroport. Ce changement au niveau du service a été, et demeure, une question controversée pour la communauté de Penticton.

L'aéroport de Penticton est un aéroport certifié et il est exploité par Transports Canada. Il est situé dans la vallée de l'Okanagan par 49°27' de latitude nord et 119°36' de longitude ouest, près de la ville de Penticton. La ville et l'aéroport sont situés sur une bande de terre étroite qui sépare le lac Okanagan, au nord-ouest, et le lac Skaha, au sud-est. Ces deux lacs sont reliés par un canal qui traverse la ville. L'altitude de l'aérodrome est de 1 129 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl). L'aéroport possède la piste 16/34 qui est orientée au 161°/341°M. La piste mesure 6 000 pieds de long sur 148 pieds de large, et sa surface est asphaltée. Le seuil de la piste 34 est décalé de 300 pieds. Le *Supplément de vol - Canada* stipule que les circuits de la piste 34 de l'aéroport de Penticton s'effectuent à droite. L'aire de manoeuvre est limitée par le terrain.

En 1995, après une étude de restructuration, la tour de contrôle de l'aéroport a été fermée. La tour n'était en service que quelques heures par jour, et la FSS de Penticton qui était en service jour et nuit assurait le service consultatif d'aéroport quand la tour n'était pas en service. La FSS assure dorénavant le service consultatif d'aéroport en permanence. Avec la fermeture de la tour, l'aéroport qui était un aéroport contrôlé avec une zone de contrôle intégral est devenu un aéroport non contrôlé avec une zone MF associée. L'aéroport de Penticton est entouré d'une zone de contrôle d'un rayon de 5 nm qui s'élève à une altitude de 4 100 pieds asl. Cette zone de contrôle est considérée comme un espace aérien de classe E, ce qui inclut les zones de contrôle sans tour de contrôle en exploitation. Cette désignation de l'espace aérien permet aux appareils qui volent selon les règles de vol aux instruments (IFR) d'atterrir et de décoller grâce à des autorisations de l'ATC sans quitter l'espace aérien contrôlé. L'aéroport de Penticton est un aéroport non contrôlé, et les vols IFR et VFR y sont permis. Cette zone de contrôle est également appelée zone MF. Aux aéroports non contrôlés, l'espacement du trafic est assuré grâce aux comptes rendus de position, à l'information provenant de la FSS et au principe « voir et être vu ».

1.11 *Enregistreurs de bord*

Ni l'un ni l'autre des aéronefs en cause n'était équipé d'un enregistreur de bord; la réglementation en vigueur n'exigeait pas la présence d'enregistreurs de bord sur ces aéronefs.

1.12 *Renseignements sur les épaves et sur les impacts*

Il y avait trois zones importantes de débris après la collision. Le Mooney en rapprochement a conservé son cap pendant quelque temps avant de descendre rapidement au sol. Le Cessna qui décollait est immédiatement descendu rapidement au sol où il a pris feu. La dérive du Mooney et une partie de l'aile droite de chaque appareil ont fini leur course sur le terrain de l'usine de traitement des eaux usées de la ville.

Le pylône du NDB de Penticton est situé à 1 nm au nord de l'extrémité départ de la piste 34, dans le prolongement de l'axe de piste. Le Mooney a fini sa course à 1 970 pieds du pylône du NDB de Penticton, à 4 580 pieds au nord de l'extrémité départ de la piste 34; l'épave était orientée au 132 °M. Le Cessna a fini sa course à 440 pieds du pylône du NDB de Penticton, à 5 940 pieds au nord de l'extrémité départ de la piste 34; l'épave était orientée au 210 °M. La troisième zone de débris se trouvait à 1 330 pieds du pylône du NDB de Penticton; les débris étaient orientés au 162 °M.

1.12.1 Le Mooney M20C

Le Mooney s'est écrasé sur une aire en asphalte dans la cour d'une usine, à l'endroit, dans un piqué prononcé, évitant de justesse des travailleurs. Tous les instruments de vol, les instruments moteur et l'équipement radio ont été détruits. Il n'y a pas eu d'incendie à cet endroit. L'examen de l'épave du Mooney a révélé qu'une radio de communication était réglée sur la fréquence MF de 118,5 MHz de Penticton. La radiobalise de repérage d'urgence (ELT) a été retrouvée dans un support de montage avec son interrupteur sur ARMED. La FSS de Penticton n'a reçu aucun signal de l'ELT. L'enquête n'a pas permis d'établir pourquoi aucun signal n'avait été capté ou si l'ELT avait émis un signal. Les volets et le train d'atterrissage du Mooney étaient rentrés.

Au point d'impact avec le sol, on a trouvé l'hélice (en un seul morceau avec une pale éraflée et déformée), du verre pulvérisé qui provient de la lentille du phare d'atterrissage. On a également relevé à cet endroit des traces d'impact sur la surface asphaltée faites par le longeron de l'aile droite ayant été cisailé. L'avion s'est disloqué à partir du point d'impact, principalement vers l'est. La partie avant du Mooney qui se trouvait en avant des sièges passagers a été retrouvée sur le dos à moins de 15 pieds du point d'impact, et le reste du fuselage a été retrouvé à 30° à droite, à 50 pieds du point d'impact. Le stabilisateur droit présentait des dommages causés par une pale d'hélice; ces dommages s'étendaient de bas en haut et de l'arrière vers l'avant. De plus, l'extrémité extérieure avant du stabilisateur droit avait été cisailée à 40° du bord d'attaque (vu de dessus, un côté de l'angle étant formé par le bord d'attaque, de l'extrémité extérieure à la marque d'impact).

1.12.2 Le Cessna 177RG

Le Cessna s'est écrasé dans une aire de stationnement inoccupée, en asphalte; il a heurté le sol en direction est, à l'endroit et dans un piqué prononcé, et il a pris feu. Seul l'empennage de l'avion n'a pas été détruit par les flammes. Les débris de l'avion n'étaient pas répartis sur une très grande surface. Tous les instruments de vol, les instruments moteur et l'équipement radio ont été détruits; c'est pourquoi ils n'ont pas pu fournir de renseignements utiles. L'ELT n'a pas été retrouvée, et la FSS de Penticton n'a reçu aucun signal ELT. Le vérin des volets a été retrouvé plus tard et il a été établi qu'au moment de la collision, les volets étaient sortis à 9°, ce qui est conforme au manuel d'utilisation du pilote (POH) qui recommande de sortir les volets de 0 à 10° au décollage. Le train d'atterrissage était rentré.

Le moyeu de l'hélice et l'une des pales ont été retrouvés ensemble sous l'épave principale, mais ils n'étaient pas fixés l'un à l'autre. La pale manquante a été retrouvée dans un champ, à quelque 550 pieds au nord de l'épave principale.

Le bout d'aile qui s'est détaché de l'aile droite a été retrouvé sur le terrain de l'usine de traitement des eaux usées. Cette partie de l'aile reposait à 1 100 pieds au sud-est de l'épave du Cessna et était lourdement endommagée. Elle a été trouvée près de l'aile et de la dérive du Mooney qui s'étaient détachées de l'appareil.

1.12.3 Endroit où se trouvaient les ailes après la collision

Les extrémités des ailes droites des deux avions ont été retrouvées non loin une de l'autre sur le terrain de l'usine de traitement des eaux usées. La dérive du Mooney a été retrouvée plus tard dans l'un des bassins de traitement à cet endroit. Cet endroit est situé entre les deux endroits où ont été trouvées les épaves principales des avions et se trouve à l'ouest de l'avenue Waterloo, à quelque 1 060 pieds à l'ouest de l'épave du Mooney.

L'aile du Cessna avec un morceau de l'aileron uniquement retenu par la biellette de commande, a été lourdement endommagée. L'aile du Mooney était relativement peu endommagée et présentait des dommages causés par les deux pales d'hélice, de bas en haut. La marque laissée par la première pale formait un angle de 45° avec le bord d'attaque de l'aile (vu de dessus, un côté de l'angle étant formé par le bord d'attaque, du bout de l'aile à la marque d'impact). La marque mesurait 8,5 pouces de long et prenait naissance à 84,5 pouces de l'extrémité de l'aile, tel que mesuré le long du bord d'attaque. La marque laissée par la deuxième pale formait un angle de 130° avec le bord de fuite de l'aile (un côté de l'angle étant formé par le bord de fuite, du bout de l'aile à la marque d'impact). Elle prenait naissance dans les volets, à 1 pouce en avant du bord de fuite de l'aile et à 93 pouces de l'extrémité de l'aile, tel que mesuré le long du bord de fuite. Avec les forces de cisaillement dues à la collision, ces forces d'impact ont contribué au cisaillement de l'aile à l'extérieur du logement du train principal.

La dérive du Mooney présentait des dommages par cisaillement dont la source n'a pas été établie.

1.13 Renseignements médicaux

Les dossiers médicaux des pilotes ont été examinés, et rien n'indique qu'une incapacité attribuable à un problème médical antérieur ait perturbé les capacités des pilotes. Les résultats des autopsies et des examens toxicologiques ont été examinés, et rien n'indique que l'état de santé des pilotes ait perturbé leurs capacités avant la collision.

1.14 Incendie

Le Cessna a pris feu à l'impact et a brûlé. L'incendie a été maîtrisé par le service des incendies de Penticton qui a réussi à limiter l'incendie à l'appareil et à une petite partie du terrain environnant.

Aucun incendie n'a éclaté là où s'est écrasé le Mooney, ni à l'endroit où les deux ailes et la dérive ont été retrouvées.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

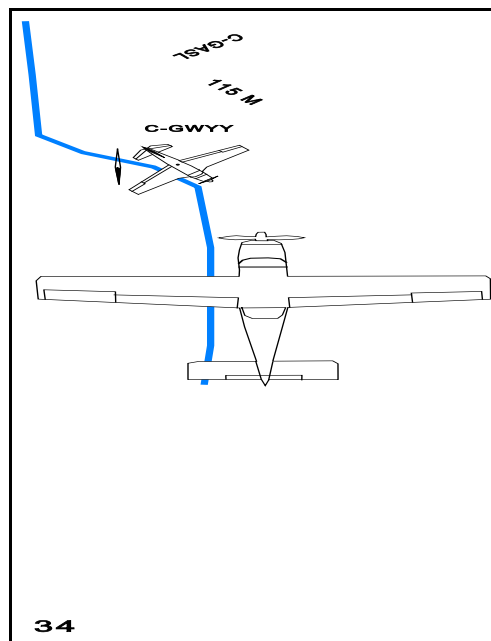
L'accident n'offrait aucune chance de survie en raison de l'importance des forces d'impact qui dépassaient les limites de la résistance humaine.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Géométrie de la collision

Les diagrammes vectoriels des trajectoires de vol estimées des deux appareils avant la collision sont basées sur les renseignements suivants :

1. Le Cessna a décollé de la piste 34 avec un petit vent. L'appareil a maintenu le cap de piste au 340 °M. La plage de vitesses de montée recommandée est de 85 à 100 noeuds. Le train d'atterrissage était rentré et les volets étaient sortis à 9°. Vue du siège du pilote, l'hélice tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.
2. Au moment de la collision, le Mooney volait sur un cap au 115 °M, sur les bases d'un cap au 340 °M pour le Cessna et d'un angle d'impact initial de l'hélice de 45° par rapport au bord d'attaque de l'aile droite du Mooney. Des égratignures sur le bas de l'aile droite cisailée forment un angle de quelque 18° dans le sens des aiguilles d'une montre à partir de l'axe longitudinal de l'appareil, lequel forme un côté de l'angle, vu de dessus. Cet angle représente le vecteur de collision combiné des deux appareils. Un schéma de ce même vecteur, réalisé en reliant les deux marques laissées par l'hélice sur l'aile droite, forme un angle de 16°.



1.16.2 Le Cessna 177RG

Les performances du Cessna au décollage et en montée dans les conditions météorologiques existantes ont été évaluées au moyen des renseignements que renferme le POH. Dans l'hypothèse où le pilote a utilisé l'appareil conformément au POH, après l'arraché, il a rentré le train, il a réduit le régime du moteur à 2 500 tours par minute et la pression d'admission à 25 pouces, il a maintenu les volets sortis à 9° et a pris une vitesse de montée de 85 noeuds. Dans ces conditions, la vitesse moyenne de montée aurait été d'environ 500 pieds par

minute et l'appareil aurait atteint une hauteur supérieure de 500 à 700 pieds à celle de l'aérodrome au moment de la collision. Cette évaluation corrobore les autres calculs basés sur les observations des témoins.

1.16.3 Le Mooney M20C

Quelque part au-dessus du rivage, par le travers de la région de West Bench, le Mooney a viré à gauche pour se diriger vers le sud-est, presque parallèlement au canal. Il n'a pas été établi si, au moment de la collision, l'appareil était en montée ou en descente ou s'il maintenait son altitude. D'après les dommages causés par l'hélice au bord d'attaque de l'aile droite du Mooney, l'angle d'approche entre les deux appareils était de quelque 45° du secteur avant droit du Mooney et du secteur avant gauche du Cessna.

D'après le cap et la configuration du Mooney au moment de la collision (volets et train rentrés), le pilote n'avait pas l'intention d'atterrir sur la piste 16 de l'aéroport de Penticton. De plus, il avait été informé que la piste en service était la piste 34.

1.16.4 Gisement constant

Il est bien connu qu'il est plus facile pour une personne de repérer un objet mobile qu'un objet fixe. Lorsque deux aéronefs se trouvent sur une trajectoire de collision et qu'aucun ne fait de virage, chaque appareil possède un gisement constant de l'autre. Cela signifie que chaque appareil semble immobile aux yeux de l'autre pilote. En raison de cette absence apparente de mouvement, il est plus difficile de détecter la présence de l'autre appareil.

1.17 Renseignements supplémentaires

1.17.1 Limites du champ visuel en raison du modèle de l'appareil

À bord d'un avion à aile basse, il est plus difficile de repérer visuellement le trafic en conflit du côté haut du virage, car l'aile en montée et le roulis du fuselage gênent la visibilité et la ligne de référence par rapport à l'horizon.

1.17.2 Limites physiologiques de l'oeil humain

L'oeil comporte un défaut physique là où le nerf optique (qui transmet l'information entre l'oeil et le cerveau) est relié à la rétine par la papille optique. Puisqu'il n'y a pas de photorécepteur à cet endroit, chaque oeil comporte une tache aveugle, qui est habituellement compensée par l'autre oeil. Lorsqu'on regarde un objet en se fermant un oeil, l'objet semble tout de même

complet, car le cerveau peut peindre un fond de couleurs et de textures et faire disparaître les trous de l'image observée. À une distance de 500 pieds, un objet de la taille d'un camion peut être complètement caché par une tache aveugle⁴.

1.17.3 Moyens de protection contre les collisions en vol

La sécurité aérienne repose principalement sur les moyens de protection intégrés au système. Les procédures recommandées, l'aide technique et la communication sont des moyens de protection et de redondance qui ont pour objet de réduire les probabilités qu'une seule défaillance entraîne une catastrophe.

Aux aéroports non contrôlés exploités à l'intérieur d'une zone de fréquence obligatoire, le principal moyen de protection est le principe « voir et être vu ». Il incombe à chaque pilote d'exercer une bonne surveillance extérieure et d'éviter les autres appareils lorsqu'il vole dans des conditions météorologiques de vol à vue. Dans certains cas, les limites physiologiques de l'oeil, les dimensions angulaires du trafic en rapprochement, les distractions dans le poste de pilotage, la charge de travail et de nombreux autres facteurs peuvent nuire au pilote et l'empêcher de voir le trafic en rapprochement.

Les procédures recommandées et obligatoires sont un deuxième moyen de protection et de redondance. Ces procédures sont publiées pour rendre les opérations homogènes. Quand une personne ne respecte pas les procédures standard, surtout si cette personne ne communique pas ses intentions, il peut arriver que les autres usagers de l'espace aérien ne soient pas au courant des mesures prises et qu'il y ait conflit.

La communication sur la MF est un troisième moyen de protection et de redondance, lequel nécessite que tous les pilotes se trouvant à l'intérieur d'une zone déterminée communiquent sur une fréquence stipulée. Les pilotes doivent transmettre des comptes rendus de position et rester à l'écoute pour entendre les comptes rendus de position transmis par les autres pilotes. Cette procédure permet aux pilotes d'assurer leur propre espacement et de s'organiser prudemment et d'une manière ordonnée. Une étude menée par le Lincoln Laboratory⁵ pendant des essais en vol du système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions (TCAS) a démontré que lorsqu'on sensibilise les pilotes à la présence des autres aéronefs, les pilotes établissent le contact visuel avec les cibles deux fois plus rapidement et que la portée d'acquisition visuelle moyenne augmente de 40 %.

⁴ Transports Canada, « D'où diable venait-il ! », *Sécurité aérienne - Vortex*, TP202F, numéro 5/99.

⁵ J.W. Andrews, « Modeling of Air-to-Air Visual Acquisition », *The Lincoln Laboratory Journal*, volume 2, numéro 3, 1989, p. 478.

La présence d'une FSS est un quatrième moyen de protection par redondance, puisque toutes les communications des pilotes à l'intérieur de la zone MF doivent passer par la FSS qui agit comme intermédiaire dans la chaîne de communication. La FSS est tenue de fournir des services consultatifs d'aéroport, y compris les renseignements pertinents sur le trafic et en fonction des conditions qui prévalent.⁶ La FSS ne fait que fournir de l'information et elle n'est pas responsable du contrôle de la circulation aérienne ni de l'espacement du trafic.

1.17.4 Statistiques

Transports Canada a indiqué qu'au moment de l'accident 78 aéroports canadiens bénéficiaient des services d'une FSS située à l'aéroport et que 36 autres aéroports bénéficiaient des services consultatifs d'aéroport d'une FSS à distance. Toutefois, les FSS ne fournissent pas de services consultatifs d'aéroport aux aéroports qui ont une tour de contrôle en service jour et nuit.

Nav Canada a établi des statistiques sur les pertes d'espacement et les risques de collision mettant en cause des aéronefs en IFR dans un espace aérien contrôlé. Il est toutefois impossible de faire une comparaison significative avec le nombre d'incidents similaires pouvant survenir dans un espace aérien non contrôlé, car on ne consigne pas le nombre de mouvements d'aéronefs dans les espaces aériens non contrôlés. Les données disponibles révèlent qu'on a enregistré 2 351 312 mouvements d'aéronefs (décollage ou atterrissage) au Canada en 1998 à des aéroports non desservis par une tour de contrôle en service. Au cours des 10 années qui ont précédé le présent accident, on a enregistré 17 collisions en vol, dont 8 au cours de vols en formation, 3 dans des zones d'entraînement au pilotage et 6 à proximité d'aéroports non contrôlés entre des aéronefs qui n'avaient aucun lien entre eux. Aucune de ces collisions n'est survenue à l'intérieur d'une zone de contrôle d'aéroport où l'ATC fournissait des services additionnels (c'est-à-dire là où il y avait une tour de contrôle en service ou là où une FSS fournissait des services consultatifs d'aéroport).

1.17.5 Procédures relatives aux circuits aux aérodromes non contrôlés

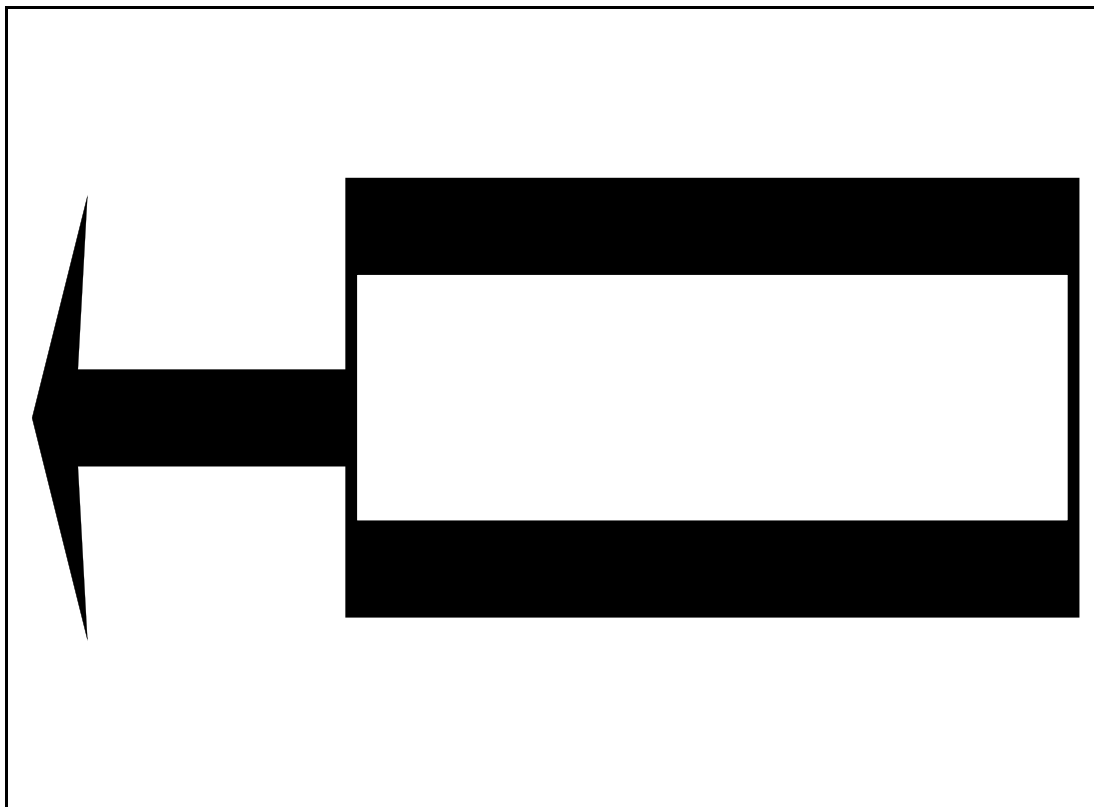
Les règles et procédures régissant les circuits aux aérodromes non contrôlés sont distribuées à grande échelle par Transports Canada et elles constituent la base du pilotage en toute sécurité à proximité des aérodromes.

La section RAC 4.5 de l'A.I.P. Canada décrit la procédure que les pilotes doivent suivre quand ils circulent à un aérodrome non contrôlé. Les règles pertinentes au présent accident ont été extraites de la section RAC 4.5 :

⁶ Nav Canada, MANOPS FSS, parties 810 et 811.

4.5.2 Circuit d'aérodromes aux aérodromes non contrôlés

Les procédures suivantes s'appliquent à tous les aéronefs utilisant un aérodrome où il n'y a pas de service de contrôle d'aéroport, mais ne concernent pas les aéronefs qui effectuent une approche normalisée aux instruments. (. . .) Avant d'entrer dans le circuit d'aérodrome, les pilotes doivent faire connaître leurs intentions. (. . .) Tous les virages effectués dans le circuit doivent se faire vers la gauche, à moins qu'un circuit à droite ne soit spécifié pour cet aérodrome dans le CFS [*Supplément de vol - Canada*].



- NOTES :
1. Circuit normalement effectué à 1 000 pieds AAE [au-dessus de l'altitude de l'aérodrome].
 2. Dans le cas où un circuit à droite est requis conformément à l'article 602.96 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), inverser le schéma.

(a) Entrée dans le circuit

(. . .)

- (ii) . . . Lorsque l'aéronef entre dans le circuit du côté vent debout, le pilote doit croiser la piste en palier à 1 000 pieds AAE ou à l'altitude publiée pour le circuit. Il doit ensuite maintenir cette altitude jusqu'à ce qu'il soit nécessaire de descendre pour l'atterrissage. . .

(. . .)

- (vi) Aérodromes situés à l'intérieur d'une zone MF lorsqu'il est possible d'obtenir des renseignements consultatifs d'aérodrome : L'entrée dans le circuit peut se faire directement dans l'étape vent arrière ou à 45° par rapport à celle-ci, ou bien directement dans l'étape de base ou finale (Figure 4.1). Il est conseillé aux pilotes de faire attention aux autres aéronefs en VFR qui pénètrent dans le circuit à ces endroits et aux aéronefs en IFR qui font des approches directes ou indirectes. . .

(. . .)

(c) Sortie du circuit ou de l'aéroport

Les aéronefs qui quittent le circuit ou l'aéroport doivent monter directement au cap de piste jusqu'à l'altitude du circuit avant d'effectuer un virage dans une direction quelconque pour prendre leur cap en route. Les virages dans la direction du circuit ou de l'aéroport ne doivent pas être effectués tant que les aéronefs ne se trouvent pas à au moins 500 pieds au-dessus de l'altitude du circuit.

Les circuits de la piste 34 de l'aéroport de Penticton s'effectuent à droite. La procédure décrite dans l'A.I.P. Canada doit donc être inversée.

1.17.6 Procédures de communication aux aéroports non contrôlés

Les paragraphes RAC 4.5.4 et 4.5.7 de l'A.I.P. Canada décrivent les procédures de communication en vigueur aux aéroports où une fréquence obligatoire (MF) est utilisée :

4.5.4 Fréquence obligatoire

. . . Les procédures de transmission de comptes rendus qui sont décrites dans les articles 602.97 à 602.103 inclusivement du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) doivent être suivies.

Une zone MF sera établie à un aérodrome où le volume et la diversité du trafic sont tels que la mise en place de procédures MF contribuerait à améliorer la sécurité. (. . .) Lorsque la station au sol est en service, par exemple, une FSS, (. . .) tous les comptes rendus obligatoires pour évoluer à l'intérieur, ou avant d'entrer dans la MF devront être adressés à la station au sol. . .

4.5.7 Procédures de communications VFR aux aérodromes non contrôlés ayant une zone MF ou une zone ATF

(a) Aéronefs munis d'équipement de radiocommunications

Les procédures suivantes doivent être suivies par les pilotes d'aéronefs munis d'équipement de radiocommunications aux aérodromes non contrôlés situés à l'intérieur d'une zone MF. Ces procédures doivent aussi être suivies par les pilotes aux aérodromes avec ATF.

(i) Circulation sur l'aire de manoeuvre

Signaler ses intentions avant de circuler sur l'aire de manoeuvre et maintenir l'écoute sur la fréquence MF ou ATF lorsque l'aéronef circule sur l'aire de manoeuvre.

(Article 602.99 du RAC)

(ii) Départ

(A) Effectuer les vérifications avant décollage et signaler ses intentions de départ sur la fréquence MF ou ATF avant de s'engager sur la piste. En cas de retard, diffuser ses intentions et la durée prévue du retard;

(B) S'assurer par radiocommunications sur la fréquence MF ou ATF et par observation visuelle qu'il n'y a aucun risque de collision avec un autre aéronef ou véhicule au moment du décollage;

(C) Transmettre un compte rendu au moment de quitter le circuit d'aérodrome et maintenir l'écoute sur la fréquence MF ou ATF jusqu'à ce que l'aéronef soit à l'extérieur (5 à 10 NM) de la zone.

(Article 602.100 du RAC) [Ajouté au règlement en avril 2001.]

(iii) Arrivée

- (A) Signaler votre position, votre altitude, la procédure d'arrivée que vous comptez suivre et l'heure d'atterrissage prévue au moins 5 minutes (lorsque possible) avant de pénétrer dans la zone;
- (B) Garder l'écoute sur la fréquence MF ou ATF lorsque vous êtes dans la zone;
- (C) Signaler votre entrée dans le circuit d'aérodrome en donnant votre position dans le circuit;
- (D) Signaler lorsque vous êtes en vent arrière, si applicable;
- (E) Signaler lorsque vous êtes établi en approche finale; et
- (F) Signaler lorsque vous avez dégagé la piste en service après l'atterrissage.

(Article 602.101 du RAC)

2.0 *Analyse*

2.1 *Généralités*

Cet accident est ce qu'on appelle une « collision aérienne entre appareils sans lien ».⁷ Cela signifie que les pilotes en cause ne volaient pas délibérément très près l'un de l'autre comme ils l'auraient fait s'ils avaient volé en formation. Du fait des circonstances de l'accident, il se peut que même si chaque pilote était au courant de la position approximative de l'autre grâce aux communications radio, il n'en reste pas moins qu'aucun ne connaissait la position exacte de l'autre appareil. L'enquête n'a révélé aucune anomalie mécanique sur l'un ou l'autre des aéronefs et rien n'indique que l'état de santé des pilotes ait pu contribuer à l'accident. Pour mieux comprendre les raisons qui ont fait que les deux avions se sont trouvés si près l'un de l'autre à l'insu des pilotes, l'analyse ci-après examinera les circuits de l'aérodrome, les procédures d'intégration au circuit, les procédures de communication et le principe selon lequel il faut « voir et être vu ». Il existe des règles et des procédures régissant la priorité de passage, mais ce sujet ne sera pas abordé car ces règles et ces procédures ne s'appliquent pas en cas de collision entre appareils sans lien; il va sans dire qu'on ne peut accorder la priorité à un tiers si on ignore sa présence. On a jugé que la météo n'avait joué aucun rôle dans l'accident.

2.2 *Procédures relatives aux circuits et aux communications*

2.2.1 *Le Mooney M20C*

Lorsque le Mooney a survolé le NDB de Naramata pour rentrer à l'aéroport, le pilote a signalé qu'il longerait la rive ouest du lac Okanagan, en restant à l'ouest de « la route », et il a demandé des renseignements sur le trafic pour cette zone. La FSS lui a répondu qu'il n'y avait aucun trafic connu dans cette zone, mais elle ne l'a pas informé qu'un aéronef (le Cessna) attendait pour décoller de la piste 34.

Ce premier contact radio avec la FSS était incomplet, car il ne mentionnait pas clairement l'altitude du pilote, ni la procédure d'arrivée prévue, ni l'heure d'atterrissage prévue; la procédure exige que le pilote fournisse ces renseignements. De plus, l'information fournie par le pilote, à savoir qu'il demeurerait à l'ouest de « la route », était ambiguë et ne correspondait à aucune norme de terminologie radio. Le spécialiste de la FSS a accepté l'information du pilote du Mooney sans lui demander de précisions, et il a cru que le pilote allait demeurer à l'ouest du prolongement de l'axe de la piste en service. Le spécialiste de la FSS a conclu que le Mooney entrerait dans le circuit à mi-chemin et qu'il n'était donc pas important de signaler sa présence au Cessna qui s'apprêtait à décoller. Chose certaine, le pilote du Mooney n'a pas suivi la route que le spécialiste de la FSS avait prévue; il a plutôt suivi la route qui se trouvait, semble-t-il, à 45° de la branche vent arrière. De plus, on estime que le Mooney se trouvait à une hauteur comprise entre 500 et 700 pieds agl au moment de la collision; il évoluait donc à une hauteur inférieure à la hauteur stipulée pour entrer dans le circuit. Le pilote du Mooney a suivi une route qui a placé son aéronef en conflit avec le Cessna qui décollait. Le problème principal réside dans le fait que le premier contact radio fait par le pilote du Mooney était incomplet et ambigu; le message

⁷ Richard H. Wood et Robert W. Sweginnis, *Aircraft Accident Investigation*, Casper, Wyoming, Endeavor Books, 1995.

n'indiquait pas clairement à la FSS (et aux autres pilotes de la région sans doute) que le pilote du Mooney avait l'intention d'entrer dans le circuit et il ne permettait pas non plus de connaître la position exacte du Mooney.

Le pilote du Cessna qui décollait a communiqué quatre fois par radio avec la FSS au sujet de son départ. Tous les pilotes qui évoluent à l'intérieur de la zone MF doivent surveiller la MF; toutefois, l'enquête n'a pas permis d'établir si le pilote du Mooney avait entendu au moins une de ces communications. D'après les enregistrements, aucune communication n'a été adressée au pilote du Mooney en rapprochement pour lui signaler que le Cessna décollait. Quand le pilote du Mooney s'est trouvé par le travers de la région de West Bench, il a fait un virage vers l'est sur un cap qui croisait la trajectoire de départ de la piste 34, ignorant de toute évidence la présence de l'appareil qui décollait. Si le pilote du Mooney en rapprochement avait communiqué son intention de suivre une procédure d'arrivée particulière (c'est-à-dire la façon dont il comptait traverser à partir du côté ouest de l'aéroport pour entrer dans le circuit situé du côté est), les avions ne seraient peut-être pas entrés en collision. Toutefois, la FSS n'a pas demandé au pilote du Mooney quelles étaient ses intentions.

Le paragraphe RAC 4.5.2 de l'A.I.P. Canada intitulé « Circuit d'aérodrome aux aérodromes non contrôlés » présente un schéma qui décrit le circuit d'aérodrome standard (voir la figure 3). Ce schéma montre que pour entrer dans la branche vent arrière d'un circuit à partir du côté vent debout, l'appareil doit traverser l'aérodrome à l'extérieur des trajectoires de départ et d'arrivée. Il semble que le pilote du Mooney ait rejoint la branche vent arrière sur un cap d'interception au 45° en traversant la trajectoire de départ à partir du côté vent debout. Le paragraphe RAC 4.5.2(a)(v) de l'A.I.P. Canada décrit une procédure pour rejoindre le circuit par la branche vent arrière selon un cap d'interception de 45°, mais le schéma mentionné (figure 4.1 de la section RAC de l'A.I.P. Canada) n'indique pas une branche vent arrière selon un cap d'interception de 45° qui traverserait la trajectoire de départ. Le pilote du Mooney n'a pas suivi une procédure standard pour intégrer le circuit. Quand les pilotes ne signalent pas qu'ils ont l'intention de suivre des procédures non standard, les autres utilisateurs de l'espace aérien s'attendent à ce que les procédures recommandées soient suivies. Dans le cas qui nous occupe, le manque d'efficacité des communications a privé les pilotes de renseignements qui auraient pu les faire agir différemment : soit qu'ils auraient pu emprunter des routes différentes, soit que le décollage aurait pu être retardé.

2.2.2 *Le Cessna 177RG*

Lors du premier contact avec la FSS de Penticton sur la MF, le fait que le Mooney était en rapprochement a été signalé au pilote du Cessna au cours de l'avis consultatif d'aéroport. D'après les enregistrements, après cette communication, il y a eu huit communications entre la FSS et le pilote du Mooney, avant le décollage du Cessna.

Le professionnalisme aéronautique et la réglementation aérienne exigent que le pilote d'un aéronef circulant sur l'aire de manoeuvre d'un aéroport non contrôlé maintienne l'écoute sur la fréquence obligatoire (MF) ou sur la fréquence de trafic d'aérodrome (ATF) avant de décoller. Puisque le pilote du Cessna communiquait avec la FSS sur la MF, il devait être à l'écoute de la MF; il pouvait donc se faire une image mentale du trafic.

Lors de ses deux dernières communications, le pilote du Mooney a signalé qu'il allait longer la rive ouest, qu'il resterait à l'ouest de la route et qu'il se placerait en vent arrière à droite en vue d'atterrir sur la piste 34. Dans l'hypothèse où le pilote du Cessna a entendu cette communication, il se serait attendu à ce que le Mooney suive la procédure recommandée pour entrer dans le circuit stipulée au paragraphe RAC 4.5.2 de l'A.I.P. Canada. En suivant cette procédure, le pilote du Mooney aurait longé le flanc ouest de la vallée jusqu'à une position où il aurait pu virer vers le nord-est, pour traverser l'aéroport avant de virer à droite pour intégrer la branche vent arrière du circuit. Le pilote du Cessna doit avoir intégré cette information à son image mentale et, en l'absence d'information sur le trafic transmise par la FSS, il doit avoir conclu qu'il pouvait décoller sans se trouver en conflit avec le Mooney.

Le pilote du Cessna a signalé sur la MF qu'il était prêt à décoller de la piste 34. Toutefois, il n'a pas été établi s'il avait vérifié par radio (en surveillant la MF) que son décollage s'effectuerait sans conflit, ce qu'il était tenu de faire. La trajectoire de vol selon laquelle l'avion montait directement au cap de piste (340 °M), correspond à la description faite au paragraphe RAC 4.5.2(c) de l'A.I.P. Canada.

2.2.3 *Station d'information de vol de Penticton*

Le MANOPS FSS de Nav Canada exige que les spécialistes de l'information de vol diffusent des avis de trafic dans le cadre du service consultatif d'aéroport. D'après les communications enregistrées, un avis consultatif d'aéroport a été fourni lorsque le pilote du Cessna a contacté la FSS pour la première fois au moment où il était prêt à circuler au sol. Lorsque le pilote a signalé qu'il était prêt à décoller, la FSS ne lui a pas fourni de mise à jour des renseignements sur le trafic. Le pilote du Cessna au départ était tenu de surveiller la MF sur laquelle communiquaient la FSS et le pilote du Mooney à l'arrivée. Selon le MANOPS FSS, la FSS n'était pas tenue de transmettre d'autre avis à moins que le spécialiste n'ait soupçonné que la situation le justifiait ou qu'il y ait pu y avoir conflit.

Lorsque le pilote du Cessna a signalé son intention de décoller, le spécialiste de la FSS savait qu'il y avait un appareil en rapprochement de l'aéroport, mais il n'avait pas réussi à établir le contact visuel avec cet appareil. Le spécialiste n'avait aucun moyen à sa disposition pour déceler le virage imprévu, vers l'est, de l'appareil en rapprochement, virage qui a placé l'appareil dans la trajectoire de départ de la piste 34. Sans l'aide de matériel

technique de détection, l'idée que le spécialiste FSS se fait de la situation et les services consultatifs qu'il fournit ne reposent que sur l'image mentale qu'il se fait à partir de l'information qu'il reçoit et du contact visuel qu'il établit, ainsi que sur le fait qu'il s'attend à ce que les pilotes suivent les procédures recommandées. La dernière information reçue du pilote du Mooney indiquait qu'il devait longer la rive ouest du lac et rester à l'ouest de la route, puis se placer en vent arrière à droite en vue d'atterrir sur la piste 34. Il n'a jamais mentionné la procédure qu'il comptait suivre pour entrer dans le circuit, et on ne lui a jamais demandée.

Demander des comptes rendus de position précis et complets aux pilotes d'aéronefs évoluant à l'intérieur de la zone MF peut favoriser le respect des procédures recommandées et permettre aux spécialistes FSS et aux autres pilotes d'avoir une meilleure idée de la situation. Le manuel d'exploitation de la FSS de Penticton comporte une liste des points locaux de compte rendu, mais, comme ces derniers ne figurent pas sur la carte de navigation VFR pertinente ni dans le *Supplément de vol - Canada*, il se peut que certains pilotes ne les connaissent pas ou ne puissent pas les identifier. De plus, l'utilisation de la phraséologie normalisée permet d'éviter toute confusion quand il est question de termes comme « la route ».

2.3 *Tour de contrôle*

Nav Canada utilise une formule qui tient compte du niveau de trafic et d'autres facteurs liés à l'ouverture et au maintien des tours de contrôle. Au Canada, bien au-delà de deux millions de mouvements d'aéronefs s'effectuent annuellement à des aérodromes qui ne répondent pas aux critères établis pour les tours de contrôle. Une tour de contrôle sert à fournir de l'information et des services de contrôle au trafic aérien et au trafic au sol sur l'aéroport. Une FSS fournit simplement de l'information. Quand le niveau d'activité est élevé, la tour de contrôle fournit un niveau de service et de sécurité supérieur. L'enquête n'a révélé aucun indice permettant de penser que les critères d'ouverture des tours de contrôle seraient inadéquats au Canada.

2.4 *Circonstances opérationnelles*

Le profil de vol des deux avions accidentés laisse croire qu'aucun des pilotes n'a tenté de manoeuvre d'évitement. Le Mooney étant un avion à aile basse dont les sièges pilotes se trouvent au-dessus des ailes, une inclinaison à gauche aurait permis au pilote d'avoir une meilleure vue du sol vers la gauche, mais lui aurait bloqué la vue vers la droite. À mesure que l'inclinaison à gauche augmente, le champ de vision vers la gauche de tous les occupants, surtout ceux qui se trouvent du côté gauche (y compris le pilote), se déplace vers le haut, c'est-à-dire vers le ciel dégagé, ce qui bloque complètement la vue de l'horizon (ou au-dessous de l'horizon) du côté droit. À cause de l'inclinaison à gauche, la vue de l'horizon qu'avait le pilote du Mooney à partir du poste de pilotage aurait été limitée par l'aile droite et le fuselage. Étant donné que le Cessna s'approchait à droite du Mooney qui était incliné à gauche, il aurait été, selon toute vraisemblance, impossible au pilote du Mooney d'apercevoir le Cessna une fois en virage.

Pour le pilote du Cessna, le Mooney se serait approché du secteur avant gauche. Le gisement constant entre les deux appareils sur la trajectoire de collision a probablement rendu le mouvement imperceptible et a réduit les chances du pilote du Cessna de détecter le Mooney. À cause de l'angle d'approche du Mooney, le pilote du Cessna n'aurait pu percevoir qu'une petite image vue de face du Mooney. La visibilité des marques extérieures

d'un aéronef est une question très subjective, car de nombreux facteurs peuvent avoir un effet sur la visibilité. Une couleur peut s'avérer très visible dans certaines circonstances, et presque invisible dans d'autres circonstances. Même la visibilité des matériaux réfléchissants dépend de l'objet sur lequel le matériau se réfléchit. Les militaires utilisent des couleurs de camouflage pour que le repérage visuel des appareils soit plus difficile; cependant, des couleurs de camouflage pouvant être efficaces dans la jungle pourraient s'avérer inefficaces dans les régions arctiques. Il est donc impensable de suggérer que certaines marques extérieures pourraient être efficaces comme moyen de protection contre les collisions en vol.

De plus, les limites physiologiques de l'oeil peuvent diminuer la capacité d'un pilote à apercevoir les autres appareils. Les limites dues aux taches aveugles se font sentir lorsque la vue d'une personne est obstruée par un obstacle, comme un montant de pare-brise, au moment où l'image d'un aéronef pouvant être à l'origine d'un conflit se forme sur la tache aveugle de l'autre oeil. Si le pilote regarde par la fenêtre de l'aéronef et que ce phénomène se produit, le pilote (qui n'a rien vu) peut regarder dans une autre direction. Même si le pilote regarde toujours dans la même direction, sa tête peut se trouver dans la même position et le même phénomène se produit. Le pilote peut résoudre le problème en bougeant la tête, c'est-à-dire en se penchant ou en manoeuvrant l'appareil.

Dans le cas qui nous occupe, les autres moyens de protection contre les collisions avaient déjà été épuisés; le principe « voir et être vu » était le seul moyen de protection qui restait, et il a été limité par l'inclinaison à gauche du Mooney, par son faible profil visuel, par l'effet du gisement constant et, peut-être même, par les limites de l'oeil humain.

Quand l'espacement entre les aéronefs repose sur le principe « voir et être vu », les avis de trafic aident énormément les pilotes à se faire une idée de la situation et à conserver cette image mentale du trafic. Une étude a démontré que le pilote qui est au courant de la présence d'un autre aéronef a plus de chances de repérer cet aéronef. Cependant, dans ce cas-ci, du fait que la communication entre les trois parties a été inefficace, les pilotes avaient moins de chances de repérer l'autre aéronef.

3.0 Conclusions

3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Aucun des pilotes n'a aperçu l'autre appareil à temps pour tenter une manoeuvre d'évitement.
2. Le pilote du Mooney n'a pas suivi les procédures recommandées pour entrer dans le circuit.
3. Le premier contact radio du pilote du Mooney était incomplet et ambigu, et toutes les images mentales que se sont faites les spécialistes de la station d'information de vol (FSS) ou les autres pilotes de la zone concernant les intentions du pilote du Mooney d'entrer dans le circuit reposaient sur cette information incomplète et ambiguë.
4. Le spécialiste de la FSS de Penticton n'a pas signalé directement au pilote du Mooney la présence du Cessna qui décollait, mais le pilote du Mooney aurait dû entendre la communication entre le Cessna et la FSS au sujet du décollage du Cessna.
5. Le spécialiste de la FSS de Penticton n'a ni obtenu ni fourni au pilote du Cessna une mise à jour des renseignements sur le trafic quand le pilote du Cessna a été prêt à décoller; aucun autre avis n'était requis, sauf si le spécialiste avait cru que le trafic le justifiait ou qu'il y avait risque de conflit.
6. Le pilote du Cessna n'a pas demandé une mise à jour des renseignements sur le trafic à la FSS de Penticton quand il a été prêt à décoller. L'enquête n'a pas permis d'établir si le pilote avait surveillé la fréquence obligatoire (MF) pour s'assurer que le décollage pouvait s'effectuer sans conflit avec d'autres aéronefs.

3.2 Faits établis quant aux risques

1. Le principe « voir et être vu » a ses limites, et ces limites peuvent ne pas permettre d'assurer un espacement suffisant entre des appareils sur une trajectoire de collision.

3.3 Autres faits établis

1. Il n'a pas été établi si les phares des avions étaient allumés.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

1. La station d'information de vol (FSS) de Penticton a modifié son programme de formation continue pour insister davantage sur la conscience de la situation et sur les techniques de balayage, sur l'importance de fournir des mises à jour des renseignements sur le trafic et de fournir des comptes rendus de position, ainsi que sur les règles et procédures que doivent suivre les pilotes dans les zones de fréquence obligatoire (MF).
2. La FSS de Penticton a fourni à Nav Canada une carte de procédures terminales VFR (VTPC) modifiée aux fins d'approbation. Cette carte est destinée à remplacer la VTPC actuelle dans le *Supplément de vol - Canada*. Les points de compte rendu établis dans la région de Penticton figurent sur cette carte.
3. Nav Canada tient des séances de formation à l'intention des pilotes sur les procédures de la circulation aérienne. Le BST et Transports Canada ont participé à ces séances en fournissant de l'information sur des collisions aériennes récentes et sur les limites de reconnaissance et de réaction de l'être humain. Nav Canada mettra également l'accent sur les comptes rendus de procédures d'aérodrome non standard.
4. Transports Canada a fait une nouvelle vidéo sur la sécurité qui traite des procédures à suivre à proximité des aérodromes. La décision de faire une vidéo avait été prise avant l'accident et la vidéo n'a pas été faite en raison de l'accident.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 11 juillet 2001.

Annexe A - Sigles et abréviations

agl	au-dessus du sol
A.I.P. Canada	<i>Publication d'information aéronautique</i>
asl	au-dessus du niveau de la mer
ATC	contrôle de la circulation aérienne
ATF	fréquence de trafic d'aérodrome
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
C	Celsius
CFS	<i>Supplément de vol - Canada</i>
DF	radiogoniomètre
ELT	radiobalise de repérage d'urgence
FSS	station d'information de vol
h	heure
HAP	heure avancée du Pacifique
MANOPS FSS	<i>Manuel d'exploitation - Stations d'information de vol</i>
IFR	règles de vol aux instruments
MF	fréquence obligatoire
MHz	mégahertz
nm	mille marin
NDB	radiophare non directionnel
POH	manuel d'utilisation du pilote
RAC	<i>Règlement de l'aviation canadien</i>
RAC	Règles de l'air et Services de la circulation aérienne (dans l'A.I.P. Canada)
UTC	temps universel coordonné
VFR	règles de vol à vue
VTPC	carte de procédures terminales VFR
°	degré
°C	degré Celsius
°M	degré magnétique
°V	degré vrai