

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ACCIDENT AÉRONAUTIQUE

A97C0236

COLLISION AVEC LE RELIEF

SOWIND AIR LIMITED

EMBRAER EMB-110P1 BANDEIRANTE C-GVRO

LITTLE GRAND RAPIDS (MANITOBA)

LE 9 DÉCEMBRE 1997





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

## Rapport d'enquête sur accident aéronautique

### Collision avec le relief

Sowind Air Limited  
Embraer EMB-110P1 Bandeirante C-GVRO  
Little Grand Rapids (Manitoba)  
Le 9 décembre 1997

Rapport numéro A97C0236

### *Résumé*

L'Embraer EMB-110P1 Bandeirante de Sowind Air Ltd. à bord duquel se trouvaient deux membres d'équipage et 15 passagers a quitté la base de l'exploitant située à St. Andrews (Manitoba) pour effectuer un vol régulier de 40 minutes à destination de Little Grand Rapids (Manitoba). Arrivé sur place, l'équipage a effectué une approche aux instruments sur l'aéroport, mais l'approche a été interrompue, l'équipage n'ayant pas réussi à acquérir les références visuelles nécessaires. Une seconde approche aux instruments a alors été tentée. Des témoins au sol ont vu l'avion voler très bas au-dessus du lac, au sud de l'aéroport et à l'est de la trajectoire d'approche normale. Des passagers de l'avion ont également déclaré que l'avion avait survolé le lac à très basse altitude et à l'est de la trajectoire d'approche normale. Ils ont également signalé que la puissance moteur avait augmenté puis qu'il y avait eu de rapides et violentes inclinaisons latérales après le passage de l'avion au-dessus de la rive, au sud-est de l'aéroport. Pendant ces manoeuvres, l'avion est descendu dans les arbres et s'est écrasé à quelque 400 pieds au sud et à 1 600 pieds à l'est de l'approche de la piste 36 de Little Grand Rapids. Le commandant de bord et trois passagers ont perdu la vie dans l'accident; le premier officier et 12 passagers ont été grièvement blessés.

*This report is also available in English.*



1.0	Renseignements de base .....	1
1.1	Déroulement du vol .....	1
1.2	Victimes .....	2
1.3	Dommmages à l'aéronef.....	2
1.4	Autres dommages.....	2
1.5	Renseignements sur le personnel.....	3
1.5.1	Généralités.....	3
1.5.2	Le commandant de bord .....	3
1.5.2.1	Généralités .....	3
1.5.2.2	Histoire .....	4
1.5.3	Le premier officier .....	5
1.5.3.1	Généralités.....	5
1.5.3.2	Histoire .....	5
1.6	Renseignements sur l'aéronef.....	5
1.6.1	Généralités.....	5
1.6.2	Description de l'aéronef.....	6
1.6.3	Masse et centrage de l'appareil.....	6
1.6.4	Masse équipée en opérations .....	7
1.6.5	Aménagement des sièges et chargement de l'avion.....	7
1.6.6	Calcul du chargement du vol annulé le matin.....	8
1.6.7	Calcul du chargement du vol de l'accident.....	8
1.6.8	Surcharge de l'aéronef .....	9
1.6.9	Vitesses d'approche et de décrochage de l'aéronef.....	10
1.6.10	Dispositif avertisseur de proximité du sol.....	10
1.7	Renseignements météorologiques .....	10
1.8	Aides à la navigation .....	13
1.9	Télécommunications .....	13
1.10	Renseignements sur l'aérodrome.....	13
1.11	Enregistreurs de bord.....	14
1.12	Renseignements sur l'épave et sur l'impact .....	14

1.12.1	Généralités.....	14
1.12.2	Le train d'atterrissage.....	15
1.12.3	Les volets.....	15
1.12.4	Les systèmes des commandes de vol.....	15
1.12.5	L'examen des moteurs.....	16
1.12.6	Le dispositif de mise en drapeau automatique.....	16
1.12.7	L'examen des hélices.....	16
1.12.8	L'examen des instruments.....	16
1.12.9	Le système de positionnement mondial.....	17
1.12.10	Les échantillons de carburant.....	18
1.13	Renseignements médicaux.....	18
1.14	Incendie.....	18
1.15	Questions relatives à la survie des occupants.....	19
1.15.1	L'avion.....	19
1.15.2	La radiobalise de repérage d'urgence.....	19
1.16	Essais et recherches.....	20
1.17	Renseignements sur les organismes et sur la gestion.....	20
1.17.1	Généralités.....	20
1.17.2	La haute direction.....	20
1.17.3	Les opérations aériennes.....	21
1.17.4	Le service de maintenance.....	21
1.17.5	Surveillance de la sécurité exercée par Transports Canada.....	21
1.18	Renseignements supplémentaires.....	22
1.18.1	Impact sans perte de contrôle.....	22
1.18.2	Fausse montée ou illusion somatogravique.....	23
1.18.3	Oxyde de carbone.....	23
1.18.4	Facteurs médicaux.....	23
1.18.5	Procédures d'approche et d'atterrissage de Sowind Air Ltd.....	24
1.18.6	Vol par mauvais temps.....	24
1.18.7	Exigences relatives au franchissement des obstacles applicables à un service aérien de navette assurant un vol VFR.....	24

---

2.0	Analyse .....	25
2.1	Généralités .....	25
2.2	Les conditions météorologiques aux abords de Little Grand Rapids .....	25
2.3	Présence de givre sur l'avion.....	25
2.4	La masse et le centrage .....	26
2.5	Impact sans perte de contrôle et rendement de l'équipage de conduite.....	27
2.5.1	Prise de décisions.....	27
2.5.2	Formation en gestion des ressources de l'équipage .....	27
2.5.3	L'illusion somatogravique.....	28
2.6	Avertissement de proximité du sol.....	28
2.7	Enregistreur de la parole dans le poste de pilotage .....	28
2.8	Surveillance exercée par Transports Canada.....	29
2.8.1	Transition au service aérien de navette .....	29
2.8.2	Politique de surveillance de la masse et du centrage .....	29
2.9	Gestion de la compagnie.....	29
2.10	Système de positionnement mondial.....	30
2.11	Radiobalise de repérage d'urgence.....	30
2.12	Vol par mauvais temps .....	30
2.13	Résumé .....	31
3.0	Conclusions .....	33
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs .....	33
3.2	Autres faits établis .....	33
4.0	Mesures de sécurité.....	35
4.1	Mesures prises.....	35
4.1.1	Vérification effectuée par Transports Canada après l'accident .....	35
4.1.2	Système de positionnement mondial.....	35
4.1.3	Vol par mauvais temps .....	35
4.2	Préoccupations liées à la sécurité.....	36

## 5.0 Annexes

Annexe A - Profil des approches .....	37
Annexe B - Masse et centrage estimés pour le vol de l'accident .....	39
Annexe C - Erreurs de masse et centrage .....	41
Annexe D - Liste des rapports pertinents .....	43
Annexe E - Sigles et abréviations .....	45









## 1.0 Renseignements de base

### 1.1 Déroulement du vol

L'Embraer EMB-110P1 Bandeirante assurant le vol 301 de Sowind Air Ltd. avait quitté St. Andrews (Manitoba) à 14 h 15, heure normale du Centre (HNC)<sup>1</sup>, pour un vol à horaire fixe de 40 minutes à destination de Little Grand Rapids (Manitoba), avec à son bord deux membres d'équipage et 15 passagers. Il s'agissait d'un vol assuré sous autorégulation (système de régulation des vols par les pilotes eux-mêmes) et le départ s'était fait selon les règles de vol à vue (VFR) dans l'espace aérien non contrôlé. Un peu avant d'arriver à Little Grand Rapids, l'équipage a reçu un bulletin non officiel des conditions météorologiques prévalant à l'aéroport qui lui avait été transmis par radio par la gestionnaire de l'aéroport. Ces conditions faisaient état d'un plafond à 200 pieds au-dessus du sol (agl)<sup>2</sup> et d'une visibilité de un mille terrestre<sup>3</sup>. L'équipage a alors entrepris une approche aux instruments. Une fois à la verticale du terrain, l'équipage a demandé à la gestionnaire de l'aéroport si elle voyait l'avion, et elle a répondu par la négative. Le pilote a alors remis les gaz en disant qu'il n'avait pas pu établir le contact visuel avec l'aéroport.

Après la remontée de l'appareil au-dessus de la couche nuageuse, un second avion de Sowind Air Ltd. (le PA31-350 Navajo assurant le vol 318) est arrivé en VFR aux abords de Little Grand Rapids. Le pilote du Navajo a signalé qu'il était passé à la verticale de l'aéroport par le sud-ouest à quelque 300 pieds agl avant de virer et de se poser sans incident sur la piste 18. Il a ensuite indiqué par radio à l'équipage du Bandeirante que la visibilité en finale de la piste 18 était de deux milles et qu'il était au sol. Des témoins ont vu distinctement le Navajo au-dessus du lac au sud de la piste. L'approche du Navajo a été décrite comme s'étant déroulée à l'ouest de la trajectoire normalement suivie en approche de la piste 36 mais semblant se conformer à l'altitude généralement observée<sup>4</sup>. Des témoins ont vu le Navajo survoler la piste à basse altitude avant de virer pour se mettre en approche de la piste 18. Selon un témoin, le Navajo serait apparu comme un vague contour; selon un autre, l'appareil a semblé surgir au-dessus de la piste.

L'information recueillie, y compris celle fournie par les témoins et les survivants, a permis d'élaborer le scénario qui suit. L'équipage du Bandeirante a essayé de faire une seconde approche qui a été entreprise au-dessus de la couche nuageuse. L'avion est arrivé par le sud au-dessus du village de Little Grand Rapids, à l'est de la trajectoire de vol du Navajo, et a survolé la rive du lac à basse altitude. À ce moment-là, l'avion se trouvait à quelque 150 pieds au-dessus du lac, soit à presque 150 pieds de moins que l'altitude à laquelle le Navajo a fait son approche. Quand l'avion s'est approché de la rive

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

<sup>2</sup> Voir l'annexe E pour la signification des sigles et abréviations.

<sup>3</sup> Les unités correspondent à celles des manuels officiels, des documents, des rapports et des instructions utilisés ou reçus par l'équipage.

<sup>4</sup> Voir l'annexe A - Profil des approches.

au sud-est de l'aéroport, la puissance des moteurs a augmenté. L'avion s'est ensuite incliné rapidement à gauche puis à droite avant de disparaître dans le brouillard tout en poursuivant sa descente. L'appareil a suivi une trajectoire à basse altitude qui se trouvait à l'est de la trajectoire d'approche normale. La puissance a augmenté, puis l'avion s'est incliné rapidement à gauche puis à droite avant de heurter le relief. L'avion est descendu dans les arbres, l'aile gauche légèrement basse, à quelque 400 pieds au sud et à 1 600 pieds à l'est de la trajectoire d'approche de la piste 36. Pendant les inclinaisons latérales, l'appareil est passé à proximité d'une tour de guet désaffectée haute de 93 pieds. L'accident a eu lieu à 15 h 26, avant le coucher du soleil, par 52°02' de latitude Nord et 95°53' de longitude Ouest, à une altitude d'environ 1 050 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl).

## 1.2 Victimes

	Équipage	Passagers	Tiers	Total
Tués	1	3	-	4
Blessés graves	1	12	-	13
Blessés légers/indemnes	-	-	-	-
Total	2	15	-	17

Le commandant de bord et trois passagers ont perdu la vie. Le premier officier et 12 passagers ont subi des blessures graves. Le premier officier ayant été grièvement blessé, il n'a pu fournir aucun renseignement au Bureau.

## 1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été détruit sous le choc.

## 1.4 Autres dommages

Des arbres ont été endommagés, et le carburant de l'avion s'est répandu sur le sol.

## 1.5 Renseignements sur le personnel

### 1.5.1 Généralités

	Commandant	Premier officier
Âge	62 ans	30 ans
Licence	pilote de ligne	pilote professionnel
Date d'expiration du certificat de validation	1 <sup>er</sup> juin 1998	1 <sup>er</sup> mars 1998
Nombre total d'heures de vol	15 000	700
Nombre total d'heures de vol sur type en cause	114	367
Nombre total d'heures de vol dans les 90 derniers jours	73	135
Nombre total d'heures de vol sur type en cause dans les 90 derniers jours	73	135
Nombre d'heures de service avant l'événement	8	3
Nombre d'heures libres avant la prise de service	14	18

### 1.5.2 Le commandant de bord

#### 1.5.2.1 Généralités

Le commandant de bord avait subi avec succès un contrôle de compétence pilote (PPC) et un contrôle de vol aux instruments (IFC) sur le Bandeirante le 3 février 1997. Il possédait une qualification de vol aux instruments de classe 1 en état de validité. Son certificat de validation de licence était également en état de validité; le certificat précisait que le commandant devait avoir des lunettes à sa disposition.

Le commandant avait commencé à travailler chez Sowind Air Ltd. en février 1997. Il avait quitté l'entreprise en avril 1997 pour aller piloter le Curtis Wright C-46 pour le compte d'un autre exploitant. Il était finalement revenu chez Sowind Air Ltd. en octobre 1997. Au moment de l'accident, le commandant était le pilote en chef de Sowind Air Ltd. Il avait été nommé à ce poste le 3 décembre 1997 et était responsable des procédures d'utilisation normalisées (SOP), des programmes de formation, de la disponibilité opérationnelle des aérodromes et des routes et de la supervision des équipages de conduite.

L'enquête a révélé qu'il y avait des conflits entre le commandant et d'autres pilotes de Bandeirante de la compagnie, au point où plusieurs d'entre eux n'aimaient pas voler avec lui. À un moment donné, le premier officier du vol de l'accident avait exprimé officiellement son mécontentement; toutefois, certains renseignements indiquent que le premier officier s'était adapté aux méthodes du commandant et les avait acceptées. Ces conflits étaient attribuables au fait que le commandant préférait voler en VFR plutôt que selon

les règles de vol aux instruments (IFR) et avait tendance à poursuivre le vol en VFR par mauvais temps.

### 1.5.2.2 *Histoire*

L'examen des dossiers du commandant révèle que celui-ci n'avait eu aucune difficulté au cours des cinq dernières années à voler en VFR à bord du Curtis Wright C-46 ou lors des contrôles PPC et IFC initiaux sur le Bandeirante. Au terme d'une PPC sur le Bandeirante, l'inspecteur de Transports Canada avait noté dans le rapport « Bonne PPC initiale ». Les autres PPC plus récentes contenaient des remarques identiques. Les seules difficultés que le commandant avait éprouvées en vol IFR au cours des cinq dernières années s'étaient manifestées lors de deux contrôles IFC. Au cours d'un contrôle IFC effectué en février 1996 à bord du Curtis Wright C-46, l'inspecteur avait inscrit dans son rapport que l'approche de précision était satisfaisante, mais avec exposé, à cause des écarts sur les trajectoires de descente et d'alignement de piste. Et au terme d'un contrôle PPC/IFC sur DC-3 en février 1996, l'inspecteur avait noté que la procédure d'attente avait été satisfaisante, mais avec exposé, à cause d'une erreur de tenue d'axe vers la balise.

L'examen des dossiers révèle également que, au cours des 10 dernières années, le commandant a été en cause dans deux événements aéronautiques ayant fait l'objet d'une enquête du BST. Le rapport d'enquête sur le premier incident (rapport n° A90C0037 du BST) fait état d'une quasi-perte de maîtrise à bord d'un HS-748 après sortie complète des volets en approche. L'enquête sur cet accident avait établi que le commandant de bord n'avait pas calculé correctement la position du centre de gravité de l'avion avant le départ. L'énoncé de cause du rapport d'enquête est le suivant : « Un centre de gravité situé au-delà de la limite arrière combiné à la sortie complète des volets s'est traduit par un moment de cabré ingouvernable et par une quasi-perte de maîtrise au cours de la première tentative d'atterrissage. » Le deuxième incident (rapport n° A93C0113 du BST) met également en cause un appareil HS-748. L'énoncé de cause du rapport d'enquête sur cet accident est le suivant : « Le pilote a poursuivi une approche non stabilisée et s'est posé alors qu'il n'y avait pas suffisamment de piste pour immobiliser l'avion dans les limites de la longueur de piste publiée. » Le rapport d'enquête sur cet accident renfermait, entre autres, la conclusion suivante : « L'avion a franchi le seuil de piste à environ 130 noeuds. La vitesse maximale de franchissement du seuil de piste pour un avion pesant 42 000 livres est de 110 noeuds. » L'examen des dossiers du commandant, remontant à plus de 10 ans, révèle que son rendement en tant que pilote était inégal. Il a échoué à une IFC en juin 1986 et à une autre en avril 1985. Il a également échoué à une PPC en mai 1988. Plusieurs rapports renfermaient des commentaires défavorables concernant l'exécution des procédures aux instruments, tandis que d'autres indiquaient « commandant à l'aise et chevronné ».

### 1.5.3 *Le premier officier*

#### 1.5.3.1 *Généralités*

Quelques pilotes de la compagnie ont déclaré que le premier officier avait parfois besoin d'aide supplémentaire. Par exemple, il avait éprouvé des difficultés à comprendre le système de positionnement mondial (GPS) au début et à l'utiliser. Il faisait partie, semble-t-il, de ces pilotes qui entrent dans le GPS les seuils de piste comme des points de cheminement et qui s'en servent pendant des approches dans des conditions tant IFR que VFR. Il a été décrit comme une personne capable d'élever la voix s'il avait senti que la sécurité du vol était compromise.

#### 1.5.3.2 *Histoire*

Le premier officier a commencé sa formation au pilotage en 1993 dans le but d'obtenir une licence de pilote professionnel. Il a subi un test pour la licence de pilote professionnel en mars 1996. Il a obtenu la qualification de vol aux instruments en mai 1996 et la qualification d'instructeur en décembre 1996. Il a été engagé par Sowind Air Ltd. au printemps 1997. Après avoir suivi la formation de la compagnie, il a échoué à son premier contrôle PPC/IFC sur le Bandeirante en avril 1997, et sa qualification de vol aux instruments a été suspendue. Le 2 mai 1997, il a échoué à sa deuxième tentative de PPC/IFC. Il a réussi au troisième essai, le 15 mai. Il possédait un certificat de validation de licence en état de validité, et il avait suivi un cours de prise de décisions du pilote donné par Transports Canada le 4 octobre 1997.

## 1.6 *Renseignements sur l'aéronef*

### 1.6.1 *Généralités*

Constructeur	Embraer (Empresa Brasileira de Aeronautica)
Type et modèle	EMB-110P1
Année de construction	1980
Numéro de série	110285
Certificat de navigabilité	oui
Nombre d'heures de vol cellule	13 724
Type de moteur (nombre)	Pratt & Whitney PT6A-34 (2)
Type d'hélice/de rotor (nombre)	Hartzell HC-B3TN-3C (2)
Masse maximale autorisée au décollage	12 500 lb
Type(s) de carburant recommandé(s)	JP-4, JP-5, Jet A, Jet A-1, Jet B
Type de carburant utilisé	Jet B

### 1.6.2 *Description de l'aéronef*

L'Embraer Bandeirante est un avion monoplan biturbopropulseur à aile basse non pressurisé, entièrement métallique. Il possède une aile et un empennage cantilever ainsi qu'un fuselage semi-monocoque. Il est équipé d'un train d'atterrissage tricycle constitué d'une seule roue avant, escamotable et actionné hydrauliquement. Les commandes de vol transmettent les mouvements du pilote aux éléments qu'elles actionnent par l'intermédiaire de câbles et de poulies reliés à des guignols et à des biellettes à double effet installés dans les ailes et l'empennage. L'avion possède deux issues de secours sur l'aile, une grande porte de chargement arrière pour le fret actionnée hydrauliquement, une porte passagers avant située sur le côté gauche du fuselage ainsi qu'une issue de secours avant sur le côté droit du fuselage destinée à l'équipage. L'appareil possède des gaines de dégivrage de bord d'attaque actionnées pneumatiquement, des bandes de dégivrage d'hélice fonctionnant à l'électricité, des garnitures à chauffage électrique au niveau des entrées d'air moteur, un pare-brise central chauffant muni d'essuie-glace et d'un circuit de dégivrage par prélèvement d'air des moteurs. L'avion a une homologation de type autorisant son utilisation au Canada et peut transporter 19 passagers et deux membres d'équipage.

L'avion avait été importé des États-Unis en juillet 1996. Il avait fait l'objet d'importants travaux d'inspection et de réaménagement avant de recevoir un certificat de navigabilité canadien le 9 décembre 1996. Au cours de son unique année d'exploitation au sein de la compagnie, l'avion a effectué quelque 1 150 heures de vol. Les gros travaux les plus récents effectués sur l'appareil consistaient en l'inspection de la partie chaude des deux moteurs, inspection qui a eu lieu le 1<sup>er</sup> décembre 1997, soit huit jours avant l'accident. Au moment de l'accident, l'avion ne présentait aucun point d'entretien différé ni d'anomalies connues. L'avion était assujéti à un programme de maintenance progressive comprenant diverses inspections. Des vérifications étaient effectuées toutes les 75 heures. La dernière inspection de l'appareil avait consisté en une vérification A1 et A2 réalisée le 7 novembre 1997 à 13 674,4 heures cellule. L'avion devait faire l'objet d'une importante inspection des 1 200 heures ou C12 dans une cinquantaine d'heures de vol.

### *1.6.3 Masse et centrage de l'appareil*

La masse maximale de l'avion autorisée au décollage est de 12 500 livres. Sa masse maximale autorisée à l'atterrissage est de 12 015 livres. Sa masse maximale sur l'aire de trafic, qui prend en compte le carburant consommé avant le décollage, est de 12 566 livres. À des masses supérieures à 8 818 livres, les limites de centrage se situent entre 255,5 et 272 pouces en arrière de la référence, soit entre 9,5 et 31 % de la corde aérodynamique moyenne (MAC). À des masses inférieures à 8 818 livres, les limites de centrage vont de 251,3 à 272 pouces en arrière de la référence, soit entre 4 et 31 % de la MAC, le déplacement étant linéaire entre ces points.

L'avion ayant fait l'objet d'importants travaux de réaménagement (pose de garnitures intérieures, nouvelle peinture, etc.) pendant le processus d'approbation du certificat de navigabilité, la compagnie a décidé de faire peser l'avion. La pesée a été faite par Sowind Air Ltd. le 20 novembre 1996. L'appareil a été pesé en configuration cargo avec le plein de liquide hydraulique et avec le carburant et l'huile résiduels. Un nouveau rapport de masse et centrage a été préparé et transmis à Transports Canada en même temps qu'une liste d'équipement révisée.

C'est le coordonnateur de la maintenance de Sowind Air Ltd qui a préparé et signé le rapport de masse et centrage, mais comme sa licence n'était pas annotée pour ce type d'avion, il n'était pas habilité à signer le rapport. Le rapport contenait de nombreuses erreurs, notamment des poids erronés, des erreurs de calcul des points de centrage ainsi que des erreurs de calcul du centrage pour la masse à vide. Ces erreurs figurent parmi les anomalies énumérées à l'annexe C. La liste d'équipement n'avait pas été mise à jour, si bien que plusieurs articles apparaissaient sur la liste comme étant installés à bord de l'avion alors qu'en réalité, ils avaient été enlevés avant la pesée de l'avion. De plus, plusieurs articles (un ADF KR87, une batterie d'aéronef neuve plus légère, le matériel de survie et les filets de retenue du fret) n'étaient pas indiqués sur la liste d'équipement même s'ils étaient installés à bord de l'avion.

#### *1.6.4 Masse équipée en opérations*

La masse équipée en opérations (EOW) correspond à la masse de l'avion prêt pour le vol, ce qui comprend l'équipage mais exclut le carburant, les passagers et les bagages. La compagnie avait calculé une EOW de 7 971 livres. Pour en arriver à ce résultat, la compagnie a pris la masse à vide de l'avion (7 607 livres) et y a ajouté pour chacun des deux membres d'équipage la masse utilisée en été (182 livres). Rien n'avait été prévu pour le carburant inutilisable, l'huile moteur, les bagages de l'équipage, les manuels de vol, le matériel de survie, les filets et les sangles de retenue du fret, ni pour le supplément de masse inhérent à l'habillement d'hiver des membres de l'équipage; la masse de ces divers éléments (200 livres) n'était pas incluse dans les calculs de masse de l'avion.

#### *1.6.5 Aménagement des sièges et chargement de l'avion*

À l'origine, l'exploitant avait adopté une configuration permettant le transport de 15 passagers. Les sièges avaient été espacés de manière à offrir le plus d'espace possible pour les jambes des passagers et les faire bénéficier du plus grand confort possible. La compagnie avait préparé un graphique de chargement tenant compte de l'emplacement des 15 sièges passagers. Toutefois, la position du centre de gravité sur le graphique de chargement était erroné à cause des erreurs qui avaient été faites dans le devis de masse et centrage de base.

À un moment donné au cours de la seule année d'exploitation de l'avion par la compagnie, la configuration a été modifiée de façon à permettre le transport de 18 passagers. Les 15 sièges ont été rapprochés pour aménager une rangée supplémentaire de trois sièges. Cette rangée supplémentaire était ajoutée si on en avait besoin, cela dépendait du chargement. Quand on n'avait pas besoin de cette rangée supplémentaire, l'espace servait au fret. La compagnie n'a aucunement modifié la masse et le centrage pour tenir compte de la nouvelle configuration des sièges et du fret, pas plus qu'elle n'a pu fournir de graphique de chargement présentant toutes les possibilités de chargement de l'avion.

#### *1.6.6 Calcul du chargement du vol annulé le matin*

Le matin de l'accident, l'avion devait se rendre à Little Grand Rapids avec huit passagers et 1 166 livres de fret à son bord. Comme il y avait moins de neuf passagers, l'avion pouvait être exploité par un seul pilote. C'est le commandant de bord du vol de l'accident qui devait exécuter ce vol. Le fret était constitué de 1 144 livres de nourriture destinées à Little Grand Rapids et de 22 livres de marchandises destinées à Paungassi (Manitoba). Le fret avait été chargé à bord par le gestionnaire des opérations de la compagnie et par le commandant de bord du vol de l'accident. Ce dernier a ravitaillé l'avion en carburant et a inscrit dans le carnet carburant que l'avion avait reçu 450 litres de carburant Jet B. La masse totale de carburant figurant sur le manifeste de chargement du vol était de 1 400 livres. La masse totale (AUW) consignée sur le manifeste était estimée à 12 477 livres. C'est le gestionnaire du bureau qui s'est occupé du chargement de l'avion pour le vol du matin.

Le départ du vol a tout d'abord été retardé à cause du mauvais temps qui sévissait dans la région de Little Grand Rapids, puis la compagnie a décidé d'annuler le vol et d'attendre que les conditions s'améliorent pour le vol de l'après-midi. Certains passagers ont décidé de ne pas attendre le vol de l'après-midi, et le responsable des expéditions de la compagnie a conduit ces passagers et leurs bagages jusqu'à Winnipeg. Quand il est revenu, l'avion du vol de l'après-midi avait décollé.

#### *1.6.7 Calcul du chargement du vol de l'accident*

La compagnie s'attendait à un plus grand nombre de passagers pour le vol de l'après-midi, et un deuxième pilote avait été appelé pour agir en qualité de premier officier du Bandeirante. C'est une préposée au service à la clientèle qui avait pris son service après l'annulation du vol du matin qui s'est occupée du chargement de l'avion pour le vol de l'après-midi. Le gestionnaire du bureau n'était pas dans son bureau quand la préposée s'est occupée du chargement, et la préposée ne savait pas que du fret avait déjà été chargé dans l'avion pour le vol du matin. Elle a enregistré 15 passagers pour le vol et a pesé leurs bagages (295 livres).

Tôt en après-midi, le personnel de la compagnie à Little Grand Rapids a envoyé des rapports faisant état d'une amélioration des conditions météorologiques, et tous les vols ont été autorisés à partir. Le gestionnaire des opérations a avisé le pilote du Bandeirante que celui-ci et le premier officier auraient à décharger eux-mêmes le fret de l'avion puisque, pour sa part, il devait s'occuper de son propre vol et que le responsable des expéditions était absent. La préposée au service à la clientèle a mentionné le nombre de passagers au pilote et lui a donné des renseignements sur leurs bagages. Le pilote lui a demandé s'il y avait encore de la place pour du fret. Le pilote a indiqué qu'il y avait maintenant 1 600 livres de carburant à bord<sup>5</sup>. La préposée a estimé que la masse totale de l'avion s'élèverait à 12 352 livres. Le pilote a annoncé qu'il allait charger 150 livres supplémentaires de fret dans l'avion. On a alors indiqué sur le manifeste de chargement du vol que l'AUW était de 12 500 livres<sup>6</sup>.

### *1.6.8 Surcharge de l'aéronef*

Les calculs de masse et centrage du vol de l'accident sont présentés à l'annexe B. Selon les calculs, la masse de l'avion était comprise entre 13 230 et 13 830 livres, soit 730 à 1 330 livres de plus que la masse maximale autorisée au décollage (12 500 livres). Au moment de l'accident, la masse de l'avion était supérieure de 495 à 1 095 livres à la masse maximale autorisée à l'atterrissage.

La surcharge estimée à 730 livres est basée sur les éléments suivants : 200 livres d'équipement d'aéronef non consigné, 42 livres de masse passagers non consignée, une erreur de 2 livres dans les calculs du manifeste de chargement de l'avion, 64 livres de bagages supplémentaires retrouvés sur les lieux de l'accident et 424 livres de fret supplémentaire (provenant du vol annulé le matin) retrouvé sur les lieux de l'accident. Quant à la surcharge estimée à 1 330 livres, elle englobe les 730 livres précédentes auxquelles s'ajoutent 200 livres de fret provenant du vol du matin qui n'a pu être retrouvé ni par la compagnie ni sur les lieux de l'accident, et 400 livres de carburant supplémentaire (chiffre tiré des lectures des jauges de carburant après l'accident).

---

<sup>5</sup> Aucune trace d'un ravitaillement en carburant n'a été trouvée.

<sup>6</sup> Voir l'annexe B pour connaître les calculs de masse et centrage de l'avion du vol de l'accident.

### 1.6.9 Vitesses d'approche et de décrochage de l'aéronef

La figure 5-4 du manuel de vol homologué présente les vitesses de décrochage en fonction de la position du train et des volets ainsi que de la masse et de l'angle de roulis de l'avion. En interpolant les chiffres du tableau, on obtient une augmentation de la vitesse de décrochage de 2 ou 3 noeuds pour une augmentation de la masse de 500 livres, quels que soient les configurations et les angles de roulis. Il n'y a pas de donnée pour les masses supérieures à 12 500 livres. La figure 1 montre les vitesses de décrochage à la masse maximale autorisée au décollage de 12 500 livres, en configuration train sorti et volets braqués à 25 %.

Angle de roulis	Dcrochage(KIAS)
0	85
30	91
45	101
60	121

Le profil de vol des approches de non-précision présenté dans le manuel des SOP de Sowind Air Ltd. donne une vitesse indiquée d'approche de non-précision de 120 noeuds pour le vol 301 de Sowind Air Ltd., compte tenu de la configuration de l'avion et de sa position en approche. La figure 5-26 du manuel de vol homologué donne une vitesse indiquée d'approche de 112 noeuds pour un appareil ayant une masse de 12 500 livres, volets braqués à 25 %. Le manuel de vol précise également que la vitesse maximale de sortie du train et la vitesse maximale de vol train sorti sont de 145 noeuds.

### 1.6.10 Dispositif avertisseur de proximité du sol

Un dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS) génère des alarmes visuelle et sonore à l'intention de l'équipage si l'avion vole trop près du relief ou si la vitesse de rapprochement du relief, le taux de descente ou les écarts par rapport à la trajectoire de descente deviennent trop importants. Ces alarmes sont générées en fonction de la logique interne du GPWS, de l'information fournie par l'altimètre radar et de la configuration de l'avion. Le GPWS, grâce à ses alarmes, a permis d'éviter de nombreux accidents à des équipages qui volaient à proximité du relief ou de l'eau et qui ne se doutaient pas du danger qui les guettait. L'avion accidenté n'était pas équipé d'un GPWS, ce qui n'était pas contraire à la réglementation.

## 1.7 Renseignements météorologiques

Au moment de l'accident, le sud et le centre du Manitoba étaient sous l'influence d'un courant et de conditions atmosphériques qui stagnaient depuis plusieurs jours et qui se traduisaient par une crête anticyclonique quasi stationnaire au-dessus de la province. Les vents en surface et à bas niveau étaient faibles et variables. La couche limite de l'atmosphère était pour ainsi dire saturée depuis plusieurs jours avec de très rares percées dans une importante couverture nuageuse formée de stratus. Le matin de l'accident, l'atmosphère se composait à bas niveau d'une couche de température isotherme avec un phénomène d'inversion au-dessus. La masse d'air était presque saturée dans toute la couche isotherme. Ces éléments se sont combinés pour produire de grandes étendues de nuages bas, des bancs de brouillard et de la bruine verglaçante çà et là. En général, les plafonds et les visibilité étaient au plus bas chaque jour au lever du soleil et s'amélioraient sensiblement dans

l'après-midi.

Entre Winnipeg et Little Grand Rapids, les observations météorologiques officielles d'Environnement Canada donnant les plafonds, les visibilitées et les précipitations (givrage compris) sont disponibles pour Winnipeg et Berens River, localité située à quelque 75 milles marins de Little Grand Rapids. Des comptes rendus de visibilité et de précipitations sont également disponibles pour Gimli, localité située à quelque 115 milles marins au sud-ouest de Little Grand Rapids.

Lorsque l'avion a décollé de l'aéroport de St. Andrews, les conditions météorologiques signalées à Winnipeg étaient les suivantes : plafond avec ciel partiellement obscurci, couche de nuages épars à 1 000 pieds agl, plafond estimé à 2 500 pieds agl avec ciel couvert, et visibilité de trois milles terrestres dans la neige légère. Au moment du vol, la station automatique d'observations météorologiques de Gimli signalait des visibilitées supérieures à neuf milles terrestres avec un léger vent de l'est. Pendant le vol, les bulletins de Berens River signalaient un plafond de 800 pieds agl, des nuages fragmentés, un plafond à 1 500 pieds agl avec ciel couvert ainsi que des visibilitées de 15 milles terrestres dans la neige légère.

Des observations météorologiques non officielles sont disponibles trois fois par jour, à 8 heures, 10 heures et 15 heures, à Little Grand Rapids et à Bloodvein River, localité située à quelque 65 milles marins à l'ouest de Little Grand Rapids. À ces deux endroits, les observations sont faites par le personnel d'aéroport au service de la province du Manitoba et sont diffusées sous la forme de bulletins spéciaux. En général, ces comptes rendus officieux donnent des estimations du plafond, de la visibilité et des précipitations.

À 15 heures, les conditions météorologiques signalées à Bloodvein faisaient état d'un plafond de 1 000 pieds agl avec une visibilité de trois milles terrestres. Les conditions signalées à Little Grand Rapids faisaient état d'un plafond de 200 pieds agl avec une visibilité de un mille terrestre dans le brouillard.

Little Grand Rapids est situé à l'extrême sud de la région de prévisions FACN32, et juste au nord de la zone formant la région de prévisions FACN31. Les prévisions régionales valables au moment de l'accident avaient été publiées à 11 h 30. Ces deux prévisions signalaient la présence d'une crête anticyclonique à l'est de la trajectoire de vol, ce qui donnait un léger flux d'air variable vers le sud du Manitoba. La masse d'air était censée être stable avec un très fort taux d'humidité à bas niveau. En route, les prévisions FACN31 faisaient état de plafonds de 2 000 pieds asl en général mais pouvant culminer à 4 000 pieds asl. De plus, on prévoyait également de fréquents plafonds de stratus entre 400 et 1 200 pieds agl, des visibilitées comprises par endroits entre un et cinq milles terrestres dans la neige, la bruine verglaçante et le brouillard; on s'attendait à ce que ces conditions plus défavorables soient plus fréquentes au-dessus du relief montagneux. Les prévisions annonçaient un givrage mixte modéré dans la bruine verglaçante avec du léger givre blanc partout ailleurs. Les prévisions FACN32, qui constituaient la base des prévisions terminales à Little Grand Rapids, faisaient état d'une couche nuageuse un peu plus épaisse (culminant à 5 000 pieds asl) avec quelques plafonds de stratus à 500 pieds agl et des visibilitées de un mille terrestre dans la bruine verglaçante et le brouillard.

En général, les prévisions régionales correspondaient aux conditions signalées. Toutefois, à Little Grand Rapids, le plafond nuageux signalé par l'observateur était inférieur au plafond annoncé dans les prévisions

FACN32. Cette observation a été faite plusieurs heures après la publication des prévisions; les plafonds les plus bas signalés jusqu'à ce moment-là correspondaient aux prévisions. Les observations relatives à la visibilité respectaient les prévisions au moment de l'accident. De plus, les prévisions FACN32 étaient plus pessimistes quant à l'étendue des plafonds nuageux dans la partie située à l'ouest de la crête : plusieurs stations ont signalé un ciel dégagé alors que les prévisions parlaient de nuages fragmentés et même de ciel couvert.

Au moment de l'accident, deux comptes rendus de pilote étaient disponibles : un provenait d'un pilote de l'endroit qui avait décollé avant de rebrousser chemin à cause de la météo, quelque 50 minutes avant l'écrasement, et l'autre provenait du pilote du Navajo de Sowind Air Ltd. qui s'est posé une dizaine de minutes avant l'accident. Le pilote de l'endroit a signalé un plafond indéfini variant entre 100 et 200 pieds agl, une visibilité de un mille terrestre dans le brouillard descendant jusqu'aux arbres à l'est de la piste et jusqu'à la surface de l'eau au-dessus de la rivière, juste à l'ouest de la piste. Il a signalé ses observations à la gestionnaire de l'aéroport qui les a intégrées à ses propres observations pour publier les conditions météorologiques officielles faisant état d'un plafond de 200 pieds agl et d'une visibilité de un mille. Le pilote du Navajo a signalé que la visibilité était de un mille en arrivant du sud au-dessus du lac et que le plafond était à 300 pieds agl. Il a observé que la visibilité était de deux milles après avoir viré pour se mettre en finale de la piste 18 par le nord-est. Il a signalé que la base des nuages était irrégulière et qu'il y avait des bancs de brouillard près de l'endroit où il avait viré pour se diriger vers la piste 18.

Le jour du vol, le président de la compagnie avait téléphoné à un parent à Little Grand Rapids pour se renseigner sur les conditions météorologiques. D'après les renseignements qu'on lui a donnés à ce moment-là, les plafonds et la visibilité étaient supérieurs à ce qui était annoncé à l'aéroport; toutefois, la personne qui lui a donné l'information habitait dans le village, lequel est situé plus loin des eaux libres. Après avoir pris connaissance de ces renseignements météorologiques, le président de la compagnie a préparé son avion personnel pour se rendre à Little Grand Rapids.

## 1.8 *Aides à la navigation*

L'aéroport de Little Grand Rapids est équipé d'un radiophare non directionnel (NDB) portant l'indicatif 4B. Il est situé sur l'emprise de l'aéroport au nord du point médian de la piste. Il sert d'aide à la procédure de percée.

Sowind Air Ltd. a été autorisé par Transports Canada à faire des approches NDB de catégorie A à Little Grand Rapids. La carte porte la mention « À l'usage exclusif de la compagnie », et la procédure ne peut être exécutée par personne d'autre, sans l'autorisation de Transports Canada. La hauteur minimale de descente de l'approche indirecte est de 1 560 pieds asl, soit 555 pieds au-dessus de l'altitude de référence de l'aéroport. Le virage conventionnel s'effectue au sud-est de l'aéroport à une altitude minimale de 2 500 pieds asl.

## 1.9 *Télécommunications*

Les communications entre le vol 301 de Sowind Air Ltd. et les services du contrôle de la circulation aérienne ont été normales pendant le vol. Le code transpondeur 1200 du vol 301 de Sowind Air Ltd. a été enregistré par le système radar jusqu'à ce que l'avion sorte de la couverture radar, à environ 55 milles marins au nord-est de St. Andrews. En arrivant au-dessus de la région de Little Grand Rapids, le vol 301 de Sowind Air Ltd. a communiqué avec la gestionnaire de l'aéroport sur la fréquence d'aérodrome, et avec d'autres appareils sur la fréquence de la compagnie. À l'exception des messages entre l'avion du vol 301 de Sowind Air Ltd. et la tour de St. Andrews et le contrôle terminal de Winnipeg, aucun autre message radio n'a été enregistré.

## 1.10 *Renseignements sur l'aérodrome*

L'aéroport de Little Grand Rapids dessert le village de Little Grand Rapids qui compte quelque 900 habitants. L'aéroport est certifié, et il est exploité et entretenu par le gouvernement du Manitoba. Il porte l'indicatif CZGR et son altitude de référence est de 1 005 pieds asl. Il possède une piste en gravier, la 18/36, qui mesure 2 800 pieds de longueur sur 75 pieds de largeur.

La piste 18 et la piste 36 sont équipées de feux basse intensité de seuil et d'extrémité de piste qui peuvent être allumés à l'aide du dispositif ARCAL (balisage lumineux d'aérodrome télécommandé). Pour allumer les feux pendant 15 minutes, il faut afficher la fréquence de 122,8 mégahertz (MHz) et cliquer cinq fois en cinq secondes sur le bouton du microphone. L'enquête n'a pas permis d'établir si l'équipage de l'avion accidenté avait commandé l'allumage des feux.

La piste 36 s'éloigne du village comme tel, et se termine au bord de rapides qui ne sont jamais pris par les glaces. La piste 18 se dirige vers un lac et présente une pente ascendante de 0,7 % avant de se terminer par un fort dénivelé menant au bord du lac. Une rivière coule immédiatement au nord et à l'ouest de la piste, et n'est, elle non plus, jamais prise par les glaces. Le relief à l'est de l'aéroport est plus élevé et fortement boisé, et se trouve à environ 70 pieds

au-dessus de la surface du lac. Il y a une tour de guet désaffectée non peinte et dépourvue de balisage lumineux, mesurant quelque 93 pieds de haut, à quelque 1 100 pieds à l'est du seuil de la piste 36. Les arbres aux alentours mesurent 50 à 70 pieds de haut.

### *1.11 Enregistreurs de bord*

L'avion avait déjà été équipé d'un enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) Loral Fairchild avant son importation des États-Unis. Toutefois, alors qu'il était encore dans ce pays, l'avion a été retiré du service, et le CVR a été enlevé. Le tableau de commande de l'enregistreur a été enlevé au moment de l'importation, mais le support de montage et le câblage se trouvaient toujours à l'intérieur de l'avion.

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

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

#### *1.12.1 Généralités*

L'avion a touché des arbres hauts de 40 à 50 pieds, les ailes presque à l'horizontale et dans un léger cabré, à un cap magnétique de 358 degrés. La dérive ventrale et la masselotte d'équilibrage de la gouverne de profondeur gauche de l'avion ont été arrachées. L'aile gauche de l'appareil a ensuite heurté des arbres, et les six premiers pieds de la partie extérieure de l'aile et de l'aileron ont été arrachés. L'avion s'est mis en roulis à gauche, prenant un ultime cap magnétique de 344 degrés avant de se mettre en descente vers le sol selon un angle de 30 degrés. L'avion a heurté le sol, l'aile gauche très basse et en piqué prononcé, puis il a fait la roue sur l'aile gauche avant de s'immobiliser à plat, orienté vers le point d'impact initial. L'appareil a parcouru quelque 435 pieds entre le premier point d'impact avec les arbres et le point où il s'est finalement immobilisé. L'avion était recouvert d'arbres qui avaient été arrachés pendant l'accident, si bien que seule la partie arrière du fuselage était visible depuis les airs. La température est restée au-dessous du point de congélation jusqu'à l'arrivée de l'équipe d'enquêteurs sur les lieux, et l'avion est resté à l'abri, protégé à la fois par la couverture nuageuse et par les branchages.

La partie avant de l'avion, y compris le poste de pilotage et les deux premières rangées de sièges passagers jusqu'au bord d'attaque des ailes, a été détruite sous le choc. La structure de la cabine principale située en arrière du bord d'attaque des ailes est demeurée en grande partie intacte, et le fret se trouvant dans la partie arrière de la cabine est resté arrimé derrière son filet. Le stabilisateur s'est détaché de sa structure. Le moteur et l'hélice gauches se sont détachés de leurs fixations et ont été projetés en arrière sur l'aile gauche. Le moteur droit est resté bien en place, mais son hélice s'est détachée au niveau du réducteur et a été retrouvée dans le poste de pilotage.

### 1.12.2 *Le train d'atterrissage*

Des témoins au sol ont déclaré que le train d'atterrissage semblait sorti avant l'accident. L'examen de l'épave a révélé que le train avant était rompu et avait été repoussé vers l'avant, que le train principal droit était partiellement replié sous l'aile et que le train principal gauche était sorti et verrouillé. Le levier de commande du train était courbé et sur *UP*; toutefois, il n'a pas été possible de déterminer si c'est l'impact qui l'a fait remonter à cette position. Le levier de commande de sortie en secours du train a été trouvé en position normale. L'examen des voyants témoins train d'atterrissage effectué par le Laboratoire technique du BST (rapport LP 193/97) a révélé que les voyants verts « train sorti » étaient éteints au moment de l'impact alors que le voyant rouge « train en mouvement » présentait une déformation typique d'un filament incandescent ou chaud au moment de l'impact.

### 1.12.3 *Les volets*

Le levier de commande des volets possède trois positions : *UP*, *TO* (décollage ou approche) et *DOWN*. Le levier de commande des volets était courbé et sur *UP*; toutefois, il n'a pas été possible de déterminer si c'est l'impact qui l'a fait remonter à cette position. L'extension des vérins des volets droit et gauche a été mesuré et jugé symétrique, la valeur se situant entre 11,25 et 11,35 pouces. Une extension des vérins de volets de 11,42 pouces correspond à un braquage des volets de 10 degrés ou 25 %, soit la position *TO* (approche).

### 1.12.4 *Les systèmes des commandes de vol*

La gouverne de profondeur, la gouverne de direction et les ailerons possèdent chacun un système de compensation actionné manuellement depuis le poste de pilotage à l'aide de commandes graduées de 1 à 6 de part et d'autre du chiffre 0, ce qui correspond au neutre. L'indicateur de compensation de la profondeur a été trouvé au sommet de la plage verte ou à la position 1 de l'indicateur (compensation à cabrer). L'indicateur de compensation de la gouverne de direction a été trouvé entre le 0 et le 1 d'un lacet à droite, et l'indicateur de compensation des ailerons entre le 0 et le 1 d'un roulis à droite. Tous ces réglages des compensateurs sont typiques d'un avion compensé au neutre.

Le cheminement, l'intégrité et la fixation des câbles des commandes de vol ont été vérifiés dans les ailes, la cabine et l'empennage par le Laboratoire technique du BST, et aucune anomalie n'a été décelée dans ces systèmes.

#### *1.12.5 L'examen des moteurs*

Les moteurs (Pratt & Whitney PT6A-34) ont été acheminés aux installations du motoriste situées à Saint-Hubert (Québec) pour y être examinés sous la supervision du BST. Les résultats de cet examen sont présentés dans un compte rendu de démontage et d'examen rédigé par Pratt & Whitney Canada pour le compte du BST. L'examen des moteurs n'a révélé aucun problème mécanique, de construction, de montage ou de maintenance qui aurait pu nuire à leur fonctionnement. Le rapport indique que les deux moteurs tournaient probablement à un régime moyen à élevé au moment de l'impact, et cela en tenant compte des dommages attribués à l'impact.

#### *1.12.6 Le dispositif de mise en drapeau automatique*

Les deux voyants verts d'armement du dispositif de mise en drapeau automatique ont été examinés par le personnel du Laboratoire technique du BST, et il a été estimé que ces voyants étaient allumés à l'impact. Le manuel des SOP de l'E110 de la compagnie, à la rubrique consacrée aux procédures d'approche et d'atterrissage, précise ce qui suit : [TRADUCTION] En cas de risque de givrage, mettre l'antigivrage en marche. Armer le dispositif de mise en drapeau automatique et couper le synchronisateur d'hélices.

#### *1.12.7 L'examen des hélices*

Les hélices (Hartzell HC-B3TN-3C/3D) ont été envoyées aux installations de l'hélicier situées à Piqua (Ohio) pour y être examinées sous la supervision du BST. Les résultats de cet examen sont présentés dans un compte rendu de démontage préparé par Hartzell Propellers pour le compte du BST. L'examen des hélices n'a révélé aucun problème mécanique, de construction, de montage ou de maintenance qui aurait pu nuire à leur fonctionnement. Le rapport indique que les deux hélices fonctionnaient en mode de poussée (plage de régulation normale) et absorbaient une quantité de puissance similaire au moment de l'impact.

#### *1.12.8 L'examen des instruments*

L'examen des instruments effectué sur les lieux de l'accident a révélé que l'altimètre du commandant de bord et celui du premier officier étaient calés à 30,05, soit le calage transmis à l'équipage par la gestionnaire de l'aéroport de Little Grand Rapids. La montre de bord de l'avion s'est arrêtée à 15 h 26. Les radios de bord affichaient 122,8 MHz (fréquence UNICOM) et

130,07 MHz (fréquence de la compagnie), et l'interrupteur de désembuage du pare-brise était sur *ON*. Les anémomètres, les débitmètres carburant et les jauges de carburant ont été envoyés au Laboratoire technique du BST pour y être examinés (rapport n° LP 193/97).

L'examen effectué par le Laboratoire technique du BST a révélé que les deux anémomètres présentaient des dommages internes. Les deux instruments affichaient une vitesse de 138 à 153 noeuds au moment de l'impact.

Le débitmètre carburant du moteur gauche affichait au moins 325 livres à l'heure à l'impact (l'instrument peut afficher jusqu'à 500 livres à l'heure). L'examen du débitmètre du moteur droit n'a permis de tirer aucune conclusion. Les jauges de carburant gauche et droite présentaient des empreintes d'aiguille à 640 et à 380 livres respectivement. Ces jauges possèdent un ressort qui ramène les aiguilles à zéro dès que l'alimentation électrique est coupée; par conséquent, on a jugé que les jauges de carburant affichaient le minimum au moment de l'impact. Les débitmètres carburant sont gradués de 0 à 1 650 livres.

#### *1.12.9 Le système de positionnement mondial*

L'avion était équipé d'un système de positionnement mondial (GPS) II Morrow Classic (modèle 820). Il a été récupéré sur les lieux et a été envoyé à son fabricant, à Salem (Oregon) pour restitution des données. À la demande du BST, un représentant de la Federal Aviation Administration des États-Unis a assisté aux travaux (rapport n° LP 193/97). La version du logiciel était à jour et pertinente, l'altitude avait été réglée manuellement à 700 pieds, et aucun plan de vol actif n'avait été entré. Le dernier point de cheminement enregistré était 52°02'73" de latitude Nord et 95°27'93" de longitude Ouest et était identifié comme étant CZGR. La dernière position de l'avion enregistrée par le GPS était 52°02'34" de latitude Nord et 95°27'58" de longitude Ouest; l'azimut était de 333 degrés magnétique et la distance par rapport au dernier point de cheminement enregistré était de 0,4 mille marin. Le dernier point de cheminement enregistré correspondait à l'aire de trafic (située à mi-piste) de l'aéroport de Little Grand Rapids. La dernière position de l'avion enregistrée par le GPS correspondait au lieu de l'accident.

Une vérification effectuée auprès de l'exploitant a permis d'établir que le GPS original (II Morrow Classic) avait été remplacé par un Apollo GX55 plus sophistiqué. Par la suite, il avait fallu retirer le GX55 de l'avion à cause d'une incompatibilité de cartes et le remplacer temporairement par un II Morrow Classic (celui qui se trouvait dans l'avion au moment de l'accident) provenant d'un autre avion de la compagnie (un DHC-2 Beaver sur flotteurs). La fixation sur le support de montage et les antennes de ces deux modèles de GPS étaient compatibles. Aucun des deux GPS n'avait été couplé à l'équipement de navigation de l'avion.

Le montage du GPS II Morrow Classic à bord de l'avion ne satisfaisait pas aux exigences de la norme technique traitant des récepteurs GPS IFR (*Technical Standard Order C-129*); par conséquent, le GPS ne pouvait servir de moyen principal de guidage IFR.

Le Beaver était exploité depuis la base d'hydravions de la compagnie située à Little Grand Rapids, de l'autre côté du lac par rapport à l'aéroport, tout près du village. Les coordonnées de la base d'hydravions avaient été entrées dans le GPS sous l'indicatif ZGR. Le Bandeirante est passé près de la base d'hydravions en approche finale, mais l'enquête n'a pas permis d'établir si l'équipage s'était servi des coordonnées de la base d'hydravions comme point de référence, l'avant-dernier point de cheminement sélectionné n'étant pas gardé en mémoire.

#### *1.12.10 Les échantillons de carburant*

Un échantillon de carburant a été prélevé aux installations de ravitaillement de la compagnie à l'aéroport de St. Andrews. L'examen a révélé qu'il s'agissait de carburant Jet B. L'examen visuel a montré qu'il était limpide et clair et ne contenait aucune impureté. La cache de carburant Jet B que possède la compagnie à Little Grand Rapids s'était retrouvée à sec avant l'accident et n'était plus utilisée. Le pilote de l'avion était au courant de la situation.

Au moment de l'impact avec les arbres, les réservoirs se sont rompus, et le carburant s'est répandu le long du sillon laissé par l'avion. Très peu de carburant a été retrouvé dans les réservoirs endommagés.

#### *1.13 Renseignements médicaux*

Une autopsie a été pratiquée sur le commandant de bord. Des analyses toxicologiques ont également été faites. Les résultats des analyses toxicologiques ont révélé la présence d'un médicament en vente libre (de la diphenhydramine) dans certains liquides organiques mais pas dans le sang du commandant de bord. Les analyses ont révélé que le sang du commandant de bord présentait un niveau de saturation en oxyde de carbone de 4 %. Le commandant ne fumait pas, et la source de l'oxyde de carbone n'a pu être déterminée. Toutefois, un non-fumeur peut avoir un niveau de saturation de 4 % à cause de la fumée des autres. La diphenhydramine est un composé sédatif, antihistaminique et antiémétique couramment utilisé pour traiter le mal de l'air et que l'on retrouve dans les médicaments en vente libre contre le rhume ou la grippe. L'absence de cette substance dans le sang du commandant révèle que ce médicament était presque éliminé de son organisme avant l'accident. L'enquête n'a révélé aucun élément médical ayant pu avoir une influence sur le commandant de bord.

#### *1.14 Incendie*

Après l'accident, un petit incendie s'est déclaré aux abords du moteur gauche, mais les passagers l'ont rapidement éteint avec de la neige.

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

##### *1.15.1 L'avion*

Les personnes qui ont perdu la vie et celles qui ont été les plus grièvement blessées sont les occupants du poste de pilotage et des deux premières rangées des sièges passagers. La partie avant de l'avion a été tellement endommagée lors de l'accident que l'espace vital des occupants a été détruit. Les passagers qui occupaient les sièges des autres rangées ont subi des blessures moins graves parce que la structure de la cabine est demeurée intacte.

Les deux portes avant ont été détruites et ont été bloquées par des débris. Les passagers assis dans les dernières rangées ont réussi à ouvrir les issues de secours d'aile pour sortir de l'appareil. Plusieurs passagers sont restés coincés au milieu des débris, et les secouristes ont dû enlever plusieurs parties de la structure avant du poste de pilotage pour les dégager.

Le matériel de survie était rangé à l'arrière de l'avion et il a été facile d'y avoir accès après l'accident. Toutefois, la trousse de premiers soins, qui était placée à l'avant de l'avion, a été ensevelie sous les débris. Ni le matériel de survie ni la trousse de premiers soins n'ont été nécessaires après l'accident car les secours sont arrivés rapidement, mais il n'empêche que les survivants auraient eu du mal à traiter leurs blessures, la trousse de premiers soins étant inaccessible.

L'aéroport de Little Grand Rapids est équipé d'un camion incendie. Le conducteur du camion a emprunté le lac gelé pour se rendre jusqu'à la rive, près du lieu de l'écrasement. Le camion est arrivé sur les lieux quelques minutes après l'accident, mais on n'en a pas eu besoin puisque le petit incendie qui s'était déclaré après l'accident avait déjà été éteint. Ce sont des habitants de l'endroit qui sont arrivés les premiers sur les lieux en motoneige et qui ont aidé à organiser les opérations de secours et à stabiliser les survivants, lesquels ont été transportés en motoneige et en traîneau jusqu'à l'infirmerie située de l'autre côté du lac, dans le village de Little Grand Rapids. Trois des blessés les plus graves ont été transportés jusqu'à Winnipeg à bord du Navajo de la compagnie qui s'était posé quelques minutes avant l'accident. Le mauvais temps a gêné les opérations de sauvetage entreprises par les militaires, et il a fallu attendre le lendemain pour transporter les autres passagers à Winnipeg.

### 1.15.2 *La radiobalise de repérage d'urgence*

La radiobalise de repérage d'urgence (ELT) de marque Dorne & Margolin (numéro de série 32527) avait été recertifiée le 7 novembre 1997 après la pose d'une nouvelle batterie. L'ELT s'est déclenchée à l'impact et a été trouvée sur la position *ARMED*. Un appareil militaire de recherches et sauvetage a capté un signal d'ELT provenant de la zone de l'accident, mais le signal était très faible.

L'examen de l'ELT effectué sur les lieux a révélé que le câble de l'antenne s'était détaché de l'aérien au niveau du raccord de branchement. Le câble d'antenne a été trouvé enroulé et attaché serré avec du « Ty-Rap », ce qui éliminait tout mou dans le câble. Au moment de l'impact, les déplacements et la flexion de la structure du fuselage ont fait sortir le câble d'antenne de son raccord de branchement.

## 1.16 *Essais et recherches*

Sans objet.

## *1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion*

### *1.17.1 Généralités*

Au moment des faits, Sowind Air Ltd. exploitait une flotte de huit appareils, soit trois Piper Navajo, deux Cessna 185, un DHC-2 Beaver, un DHC-3 Otter et le Bandeirante. La compagnie a été fondée en 1992 dans le but d'offrir des vols réguliers et à la demande entre les villages nordiques et St. Andrews. La compagnie avait acheté le Bandeirante en 1996. Après l'entrée en vigueur du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), les plus petits appareils ont été exploités en vertu de la sous-partie 703, Exploitation d'un taxi aérien; l'exploitation du Bandeirante était assujettie à la sous-partie 704, Exploitation d'un service aérien de navette.

### *1.17.2 La haute direction*

Au moment de l'accident, Sowind Air Ltd. était une compagnie privée. Elle avait trois dirigeants, dont le président. Le gestionnaire des opérations, le pilote en chef et le coordonnateur de la maintenance relevaient du président. Ce dernier a indiqué qu'il s'occupait principalement des questions financières et de questions autres que les opérations aériennes de la compagnie. C'est le gestionnaire des opérations qui était chargé au quotidien des opérations aériennes, le pilote en chef s'occupant de son côté de la formation des pilotes et des procédures que les pilotes devaient suivre. Le président avait gardé la mainmise sur les politiques d'embauche de la compagnie. Il a déclaré qu'il avait fondé la compagnie dans le but d'offrir un service de plus haute qualité aux villages nordiques desservis par la compagnie.

Le gestionnaire des opérations travaillait pour la compagnie depuis sa fondation. Il a indiqué que ses tâches comprenaient la supervision générale de la régulation des vols et de la gestion des vols, comme les heures de vol et les carnets de bord. Un système de régulation des vols par les pilotes eux-mêmes (autorégulation) s'appliquait à tous les vols et, comme le gestionnaire des opérations effectuait lui aussi des vols de ligne, il n'était pas toujours présent pour superviser les chargements des avions et les conditions météorologiques acceptés par les pilotes. Ces derniers avaient l'habitude de faire affaire directement avec les préposés aux passagers et avec les manutentionnaires.

Le pilote en chef (le commandant de bord de l'avion accidenté) occupait ce poste depuis une semaine au moment de l'accident. C'est l'ancien pilote en chef présent depuis la mise sur pied de la compagnie qui s'était occupé de la formation des pilotes et de la mise en place des procédures au moment de l'arrivée du Bandeirante et du début de l'exploitation du service aérien de navette.

### *1.17.3 Les opérations aériennes*

En règle générale, les pilotes n'avaient pas l'impression que la direction les pressait à effectuer des vols par mauvais temps, mais ils avaient l'impression que l'on attachait peu d'importance à l'exactitude des pesées du fret et des bagages des passagers. Des cas précis de mauvaise surveillance de la masse et du centrage ont été

discutés avec les enquêteurs. L'ancien pilote en chef a déclaré que des exemples montrant comment calculer la masse et le centrage avaient été préparés pour aider les pilotes; toutefois, aucun de ces exemples n'a pu être retrouvé. L'enquête a établi que des pilotes se servaient du GPS comme aide à l'approche dans des conditions IFR et que certains avaient l'habitude d'entrer les coordonnées du seuil de piste comme un point de cheminement pour s'en servir en approche.

#### 1.17.4 *Le service de maintenance*

En 1993, Sowind Air Ltd. a mis sur pied un organisme de maintenance agréé (OMA 7693) pour s'occuper de la maintenance des aéronefs à voilure fixe équipés de moteurs à pistons. La compagnie employait deux techniciens titulaires d'une licence et deux apprentis-techniciens. Vu que ni l'OMA de la compagnie ni le personnel de maintenance de la compagnie ne possédaient les qualifications nécessaires pour faire la maintenance du Bandeirante, un contrat de maintenance pour cet avion avait été passé avec la Northeastern Aircraft Sales & Service, une entreprise dûment qualifiée. Par la suite, la compagnie avait préparé un nouveau manuel de contrôle de la maintenance pour répondre aux exigences de l'article 726.08 du RAC. Ce manuel de contrôle de la maintenance a été approuvé par Transports Canada le 14 novembre 1997. Le manuel précisait que la maintenance du Bandeirante faisait l'objet d'un accord approuvé et en vigueur qui avait été conclu avec la compagnie Northeastern Aircraft Sales & Service.

L'enquête a révélé qu'on s'inquiétait du fait que des pilotes avaient transféré de l'équipement d'un appareil à un autre sans coordination avec le service de maintenance.

#### 1.17.5 *Surveillance de la sécurité exercée par Transports Canada*

Transports Canada avait effectué des vérifications auprès de Sowind Air Ltd. en septembre 1993 et 1994. Ces vérifications avaient permis de déceler quelques éléments non conformes, lesquels ont tous fait l'objet de mesures correctives à la satisfaction de Transports Canada. Dans le même ordre d'idée, des vérifications de l'organisme de maintenance effectuées par Transports Canada en mai 1994 et en décembre 1995 avaient permis de cerner des points de maintenance non conformes, qui ont fait l'objet de mesures correctives par la suite. Après l'accident, Transports Canada a effectué une vérification de Sowind Air Ltd. du 12 au 14 janvier 1998, vérification qui a révélé 32 éléments non conformes. La vérification a permis de découvrir que le gestionnaire des opérations ne s'acquittait pas de ses responsabilités. Plusieurs points non conformes concernaient la formation; entre autres, aucun des pilotes de la compagnie, y compris les deux en cause dans le présent accident, n'avait suivi la formation obligatoire relative à l'utilisation du matériel de secours et de survie transporté à bord des avions; de plus, le commandant de bord n'avait pas suivi la formation obligatoire pour piloter l'appareil en place gauche ou en place droite. La vérification a également révélé que de septembre à décembre 1997, la masse maximale de l'avion autorisée au décollage avait été dépassée à sept reprises.

Les inspecteurs de Transports Canada avaient réussi à établir de bonnes relations professionnelles avec le personnel de Sowind Air Ltd. Les problèmes étaient traités de façon positive, et les inspecteurs de Transports Canada n'avaient pas l'impression que la compagnie éprouvait de graves problèmes. Le *Manuel des vérifications réglementaires* de Transports Canada précise qu'une vérification de certification initiale a

normalement lieu dans les six mois ou presque suivant la date de certification. Comme Sowind Air Ltd. avait été autorisée au cours de l'automne 1996 à exploiter le Bandeirante dans le cadre d'un service aérien de navette, la vérification de certification initiale aurait normalement dû avoir lieu dans le courant de l'été 1997, donc avant l'accident. Des responsables de Transports Canada ont expliqué que les vérifications réglementaires avaient été arrêtées pendant près d'un an après l'entrée en vigueur du RAC en octobre 1996, car il fallait laisser à l'industrie comme à Transports Canada le temps de s'adapter à la nouvelle réglementation et de gérer la lourde charge de travail liée à l'arrivée à Transports Canada d'une nouvelle philosophie et d'un nouveau processus de réglementation.

Transports Canada utilise un système ARASS (*Activity reporting and standards system*), qui est un système de normes avec rapports d'activités, pour aider la gestion à gérer la charge de travail opérationnelle et les besoins en ressources. Ce système est constitué de tâches discrétionnaires et non discrétionnaires. L'examen des rapports initiaux de masse et centrage est une tâche discrétionnaire qui est effectuée en fonction de la charge de travail de l'inspecteur assigné à la vérification. À un moment donné, Transports Canada a essayé d'examiner tous les rapports de masse et centrage envoyés par les exploitants, mais le ministère s'est rendu compte que la tâche était beaucoup trop lourde. Transports Canada avait reçu le rapport de masse et centrage pour le Bandeirante et l'avait versé au dossier de l'avion. Les rapports n'avaient pas été examinés.

## 1.18 Renseignements supplémentaires

### 1.18.1 Impact sans perte de contrôle

Un impact sans perte de contrôle (de l'anglais *controlled flight into terrain* ou CFIT) est un accident au cours duquel un aéronef dont l'équipage a la maîtrise, est conduit contre le relief, l'eau ou un obstacle sans que l'équipage ne se soit douté du danger qui le guettait.

### 1.18.2 Fausse montée ou illusion somatogravique

L'illusion somatogravique est un phénomène qui se produit par mauvaise visibilité ou dans l'obscurité, en l'absence de repères visuels. Les pilotes chevronnés et titulaires de la qualification de vol aux instruments ne sont pas à l'abri de ce type d'illusion qui est une forme sournoise et dangereuse de désorientation. Cette illusion se produit parce que le corps humain fait appel aux organes sensoriels de l'oreille interne pour assurer son équilibre et, en l'absence de repère visuel, les signaux transmis par ces organes peuvent produire une désorientation très grave. Lorsque l'aéronef accélère au cours d'une approche interrompue, les organes sensoriels de l'oreille interne du pilote ont tendance à envoyer un signal au cerveau du pilote qui est interprété comme une inclinaison vers l'arrière plutôt que comme une accélération vers l'avant. Si le pilote relève le nez de l'avion dans le même temps, ce qui est généralement le cas pendant une approche interrompue, le pilote a la très forte impression qu'il est en montée. À cause de cette illusion de fausse montée, le pilote a tendance à abaisser le nez de l'avion pour descendre. L'aéronef accélère alors, ce qui risque de renforcer l'illusion. Si l'appareil évolue près du sol, il peut y avoir contact avec le sol avant que le pilote n'ait eu le temps d'assimiler les renseignements fournis par les instruments de bord, de contrer cette forte illusion et de prendre des mesures correctives.

### 1.18.3 *Oxyde de carbone*

On estime généralement que les niveaux de saturation en oxyde de carbone inférieurs à 10 % nuisent peu au rendement d'une personne, bien que les conséquences soient plus marquées chez un non-fumeur que chez un fumeur. Il n'est pas rare de découvrir des taux de saturation de 6 à 8 % chez des fumeurs. Il est également possible que les niveaux de saturation en oxyde de carbone de personnes qui ne fument pas augmentent si elles sont exposées à la fumée des autres dans un endroit renfermé. À des niveaux de saturation supérieurs à 10 %, il y a des risques de maux de tête et d'essoufflement.

### 1.18.4 *Facteurs médicaux*

La *Publication d'information aéronautique* (A.I.P. Canada) traite de l'automédication aux articles AIR 3-1 et 3-12. L'article AIR 3-1 stipule que le « pilote aux commandes d'un aéronef doit être alerte, avoir des réflexes rapides et un esprit de décision clair. » C'est donc au pilote de décider s'il est en mesure de piloter en se basant sur le bon sens et sa propre expérience. L'article 3-12 précise que « l'automédication ou le fait de prendre quelque médicament que ce soit, sous une forme ou une autre, immédiatement avant ou pendant le vol peut s'avérer dangereux. » On y explique également que certains médicaments, les antihistaminiques étant les plus courants, ont déjà contribué à des accidents d'aviation et qu'ils peuvent nuire grandement au jugement et à la coordination dont a besoin le pilote.

*1.18.5 Procédures d'approche et d'atterrissage de Sowind Air Ltd.*

En vertu des SOP de Sowind Air Ltd., le pilote aux commandes est tenu de faire un exposé sur l'approche de la piste sur laquelle il a l'intention de se poser. La carte d'approche aux instruments pertinente doit être disponible et à la vue du pilote aux commandes et du pilote qui n'est pas aux commandes, tout au long de l'approche, et ce jusqu'à l'atterrissage. Les cartes d'approche retrouvées dans l'épave, y compris celle de Little Grand Rapids, se trouvaient dans un classeur à trois anneaux et non pas dans le porte-carte d'approche. Le classeur à trois anneaux a été retrouvé sous le siège du commandant de bord.

*1.18.6 Vol par mauvais temps*

Des témoins ont vu l'avion voler près du sol, à une altitude de 150 pieds agl, par des plafonds de 100 à 200 pieds agl et une visibilité de un à deux milles. Dans le passé, le BST avait demandé au ministère des Transports de prendre des mesures destinées à conscientiser davantage les exploitants commerciaux aux risques inhérents aux vols effectués dans de mauvaises conditions météorologiques (recommandation A96-11). Il avait également recommandé au ministère des Transports d'obliger les pilotes d'avion de transport régional et de taxi aérien à recevoir une formation spécialisée qui leur permettrait d'acquérir les connaissances nécessaires pour être en mesure de prendre de bonnes décisions lorsque les conditions de vol se dégradent (recommandation A96-12).

*1.18.7 Exigences relatives au franchissement des obstacles applicables à un service aérien de navette assurant un vol VFR*

Les services aériens de navette sont régis par la sous-partie 704 du RAC. En vertu de l'article 704.23 du RAC, les aéronefs assurant un service de navette en VFR de jour doivent évoluer à au moins 500 pieds du sol et à au moins 500 pieds horizontalement de tout obstacle.

## 2.0 *Analyse*

### 2.1 *Généralités*

L'examen de l'épave et l'examen détaillé des composants individuels n'ont révélé aucun élément permettant de croire à une défaillance structurale, à un mauvais fonctionnement des commandes ou à une perte de puissance de l'avion qui aurait pu être à l'origine de l'approche ou des manoeuvres observées. Par conséquent, l'analyse va se concentrer essentiellement sur les conditions météorologiques locales, sur la présence possible de givre sur l'avion, sur la masse et le centrage de l'appareil, sur la possibilité d'un accident CFIT, sur les décisions et les mesures prises par l'équipage, ainsi que sur la gestion.

### 2.2 *Les conditions météorologiques aux abords de Little Grand Rapids*

Comme il n'existe aucune station d'observations météorologiques automatique ou ordinaire à Little Grand Rapids, les renseignements sur les conditions météorologiques locales sont des renseignements transmis par d'autres pilotes. Si l'on se fonde sur les deux comptes rendus de pilote qui ont été faits, les plafonds et les visibilité estimés sur place étaient généralement inférieurs aux prévisions régionales officielles à cause de l'influence de forts courants d'eaux libres à proximité de l'aéroport. Un des comptes rendus faisait état d'un plafond indéfini entre 100 et 200 pieds agl avec une visibilité de un mille terrestre, tandis que l'autre mentionnait un plafond estimé à 300 pieds agl avec une visibilité de l'ordre de deux milles terrestres au moment de l'atterrissage sur la piste 18. Ces deux plafonds estimés se situaient au-dessous de l'altitude minimale de descente (MDA) de l'approche NDB de catégorie A et au-dessous de l'altitude minimale applicable à un service aérien de navette. Fait plus important, le brouillard qui se trouvait au-dessus des eaux libres avait dérivé pour se retrouver à l'est de l'aéroport et descendre jusqu'à la cime des arbres. Par conséquent, l'avion du vol 301 de Sowind Air Ltd., alors qu'il évoluait sous la couche nuageuse à l'est de la trajectoire et au-dessous de la MDA, s'est dirigé directement vers un banc de brouillard qui s'étendait de la cime des arbres blanchis par le givre jusqu'à la couche nuageuse. Dans la région recouverte de brouillard, le plafond et la visibilité étaient nettement inférieurs à ceux qui prévalaient au-dessus de la piste, et les arbres recouverts de givre se fondaient dans la masse du brouillard, privant virtuellement l'équipage du vol 301 de Sowind Air Ltd. de toute référence visuelle extérieure.

### 2.3 *Présence de givre sur l'avion*

À cause du givrage mixte modéré prévu dans la bruine verglaçante et qui s'accompagnait d'un léger givrage blanc partout ailleurs, il se peut qu'il y ait eu du givre sur l'aile de l'avion. Selon les témoins, il n'y avait pas de bruine verglaçante dans la région de Little Grand Rapids pendant le vol à destination de Winnipeg. Le passager qui a observé de la glace sur l'aile de l'avion a indiqué que la glace était blanche et n'allait pas au-delà du bord d'attaque. Le passager qui a observé de la glace sur le pare-brise a indiqué qu'il s'agissait de plaques de givre. Les descriptions faites par ces deux passagers correspondent à du givre blanc. Le pilote qui a examiné l'avion quelques heures après l'accident n'a décelé qu'une petite trace de givre blanc sur la dérive de l'avion. Les enquêteurs n'ont décelé aucune trace de givre transparent ni de givre blanc le lendemain de l'accident, bien que les températures soient restées au-dessous du point de congélation après l'accident et que l'avion ait été

protégé par la couche nuageuse et les arbres. Selon toute vraisemblance, une petite quantité de givre blanc se serait accumulée sur l'avion avant l'accident.

Selon l'information recueillie, du givre était visible sur le pare-brise, ce qui veut dire que l'équipage devait être conscient de sa présence et qu'il a eu la possibilité de prendre les mesures nécessaires. Comme une petite quantité de givre a été retrouvée tout de suite après l'accident, il y a lieu de croire que l'équipage a pris les mesures qui s'imposaient et que les systèmes de l'avion ont permis de minimiser la présence de givre sur l'avion. Toutefois, même de petites quantités de givre blanc peuvent provoquer une légère augmentation de la vitesse de décrochage, et toute trace résiduelle de givre sur le pare-brise peut avoir diminué les chances de l'équipage d'apercevoir le relief. Comme tous les compensateurs ont été trouvés au neutre, il est peu probable que d'infimes quantités de givre aient réduit l'efficacité des commandes.

## 2.4 *La masse et le centrage*

L'enquête n'a pas permis de déterminer la masse exacte de l'avion à l'impact, mais il a été établi que la masse de l'avion dépassait de 495 à 1 095 livres la masse maximale autorisée à l'atterrissage et de 10 à 610 livres la masse maximale autorisée au décollage. À partir des vitesses de décrochage indiquées dans le manuel de vol homologué à une masse de 12 500 livres (avec ajout de quelque trois noeuds pour chaque tranche de 500 livres supplémentaires), la figure 2 donne, pour différents angles de roulis, une approximation des vitesses de décrochage de l'avion à une masse supérieure de 500 livres à la masse maximale autorisée au décollage.

Les véritables vitesses de l'avion ne sont pas connues, mais le vol devait se dérouler à une vitesse indiquée de 120 noeuds si l'on se fonde sur les SOP de Sowind Air Ltd. De plus, le Laboratoire technique du BST a établi que la vitesse indiquée à l'impact se situait entre 138 et 153 noeuds. Par conséquent, la vitesse de l'avion en approche devait probablement se situer entre 120 et 153 noeuds.

La figure 2 montre qu'il aurait fallu que l'équipage prenne un angle de roulis soutenu de plus de 45 degrés pour faire décrocher l'avion à l'extrémité inférieure de la plage de vitesses. Les passagers ont déclaré que l'avion avait pris un très important mouvement de roulis juste avant l'accident, mais il n'a pas été possible de déterminer l'angle de roulis parce que nous ne disposons pas des renseignements qu'aurait pu fournir un FDR en bon état de fonctionnement. Il est peu probable que le commandant de bord ait amorcé une inclinaison supérieure à 30 degrés à basse altitude et à basse vitesse, mais cette hypothèse n'a pu être écartée. Cependant, même dans le cas d'un important angle de roulis de 45 degrés, la vitesse de décrochage se situe aux environs de 104 noeuds, ce qui laisse une marge de 16 noeuds pour tenir compte d'une augmentation de la vitesse de décrochage inhérente à la présence de givre blanc résiduel. Par conséquent, un décrochage attribuable à la masse de l'appareil, à l'angle de roulis et à la présence de givre sur l'appareil, a été jugé peu probable.

Angle de roulis	Dcrochage (KIAS)
0	88
30	94
45	104
60	124

## 2.5 *Impact sans perte de contrôle et rendement de l'équipage de conduite*

### 2.5.1 *Prise de décisions*

Le commandant de bord a essayé de faire une seconde approche après avoir communiqué avec le pilote du Navajo du vol 318 de Sowind Air Ltd. Il est raisonnable de conclure que les renseignements transmis par le pilote du Navajo ont joué un rôle dans la décision du commandant de faire une seconde approche et de prendre les mesures qui ont suivies pendant l'approche. Le commandant ayant la réputation de « défier la météo », le fait de savoir qu'un autre pilote de la compagnie venait de se poser a probablement joué un rôle dans sa décision de descendre au-dessous de la MDA et au-dessous de l'altitude minimale applicable à un service aérien de navette et d'essayer de faire une approche à vue par mauvais temps.

Comme les passagers ont observé que l'avion se trouvait bien à l'est de la trajectoire normale, les membres de l'équipage, qui connaissaient bien la région, ont dû eux aussi se rendre compte que l'avion n'était pas en position pour faire une approche. L'enquête n'a pas permis d'établir pourquoi l'avion s'est retrouvé à l'est de la trajectoire d'approche normale.

La présence de diphenhydramine chez le commandant de bord indique qu'il était probablement en voie de guérison après un rhume ou une grippe. Les résultats des analyses toxicologiques faites sur le commandant ont permis de confirmer que cette substance était presque éliminée de son organisme au moment de l'accident. Il est possible qu'en raison des effets résiduels de la maladie ou de la diphenhydramine, combinés au niveau élevé d'oxyde de carbone (pour un non-fumeur), que le commandant ait été moins apte à prendre des décisions et ait été moins vigilant, ce qui peut avoir retardé sa réaction face à une situation dangereuse. Toutefois, aucune information ne permet d'étayer cette hypothèse.

### 2.5.2 *Formation en gestion des ressources de l'équipage*

Les dossiers montrent que le premier officier avait suivi un cours de prise de décisions du pilote dispensé par Transports Canada et qu'il s'était déjà objecté à des pratiques et à des procédures dangereuses. L'information recueillie n'a pas permis de déterminer son comportement au cours du vol de l'accident.

### 2.5.3 *L'illusion somatogravique*

D'après l'information fournie par les témoins oculaires, l'avion se trouvait à quelque 150 pieds au-dessus de la surface du lac, bien à droite de la trajectoire d'approche normale, à environ un mille et demi de l'aéroport. L'avion se trouvait donc presque à la même hauteur que le sommet de la tour de guet qui culmine à 163 pieds environ au-dessus de la surface du lac. Comme l'appareil volait à droite de la trajectoire d'approche normale, la tour de guet se trouvait entre la trajectoire de vol et la piste. Des témoins oculaires ont déclaré que, au moment où l'avion est arrivé à la verticale de la rive du lac, la puissance de l'avion a augmenté, et l'avion s'est incliné à gauche puis à droite avant de descendre en direction du relief. Il se peut que l'équipage ait observé du brouillard à l'est du terrain, qu'il ait remis les gaz et ait viré à gauche pour rester à l'écart du brouillard. Le fait que les témoins ont mentionné que le régime de l'avion avait augmenté et le fait que le voyant « train en mouvement » était allumé permet d'étayer cette hypothèse. Après le mouvement de roulis à gauche, il se peut que la tour de guet soit apparue et que le commandant ait immédiatement incliné l'avion à droite pour éviter

une collision. Dans ce cas, l'avion se serait dirigé de nouveau vers le banc de brouillard (ou y aurait pénétré), contraignant l'équipage à passer sans transition au pilotage aux instruments et à se mettre en montée. Comme l'avion n'était pas équipé d'un CVR, il est impossible de déterminer avec certitude les décisions et les mesures prises par l'équipage. Toutefois, il se peut que l'augmentation de la puissance ait créé une illusion somatogravique chez les membres de l'équipage, les amenant à croire qu'ils étaient en montée plutôt qu'en descente. Dans une telle situation, le commandant de bord aurait dirigé l'avion vers le relief, pensant qu'il traversait la couche nuageuse en montée.

## *2.6 Avertissement de proximité du sol*

Un GPWS en bon état de fonctionnement aurait pu donner des avertissements aux membres de l'équipage pour les prévenir que leur avion se trouvait à proximité du relief. Toutefois, comme les membres de l'équipage volaient au-dessous des altitudes autorisées, il est peu probable qu'ils auraient tenu compte des avertissements du GPWS.

## *2.7 Enregistreur de la parole dans le poste de pilotage*

Un CVR en bon état de fonctionnement aurait pu fournir de précieux renseignements qui auraient pu aider les enquêteurs à déterminer ce qui s'est passé au cours des dernières minutes du vol. Transports Canada avait accordé une exemption aux exploitants en vertu de laquelle les exploitants n'étaient pas tenus de se conformer au paragraphe 605.33 (2) du RAC avant le 1<sup>er</sup> août 1998. Le RAC stipule que ce type précis d'avion doit être équipé d'un CVR.

## 2.8 *Surveillance exercée par Transports Canada*

### 2.8.1 *Transition au service aérien de navette*

Le dossier de Sowind Air Ltd. en matière de vérifications ainsi que les bonnes relations qui existaient entre la compagnie et les inspecteurs de Transports Canada n'avaient pas laissé croire à Transports Canada qu'il lui faudrait porter une attention particulière à la mise en service du Bandeirante. De plus, comme Transports Canada avait décidé de suspendre les vérifications au moment de l'entrée en vigueur du RAC, la vérification de certification initiale n'a pas eu lieu. Les inspecteurs de Transports Canada croyaient que Sowind Air Ltd. respectait les règlements et les normes aéronautiques et ils n'ont pas éprouvé le besoin de passer outre à cette décision prévoyant une suspension des vérifications pour aller faire une inspection de la compagnie. Toutefois, le grand nombre de points non conformes relevés lors de la vérification effectuée après l'accident révèle que la compagnie éprouvait des difficultés à faire la transition entre l'exploitation d'un service de taxi aérien et celle d'un service aérien de navette. Vu que les responsables de Transports Canada croyaient que la compagnie était bien gérée et qu'elle arriverait à effectuer la transition, il est probable que Transports Canada a sous-estimé les difficultés de la compagnie au moment de la transition.

### 2.8.2 *Politique de surveillance de la masse et du centrage*

En raison de la politique de masse et centrage de Transports Canada, les calculs de base de masse et centrage d'un avion assurant un service aérien de navette ont été acceptés sans aucune vérification. Un grand nombre d'anomalies sont survenues (voir l'annexe C) et n'ont été ni décelées ni corrigées. En conséquence, l'avion immatriculé C-GVRO était exploité depuis près d'un an et dans une gamme étendue de chargements, alors que les calculs de masse et centrage étaient inexacts.

## 2.9 *Gestion de la compagnie*

Comme en font foi les vérifications et les inspections de Transports Canada, la gestion de la compagnie avait été jugée satisfaisante avant la mise en service du Bandeirante. Toutefois, la vérification effectuée après l'accident a montré que la compagnie n'avait pas bien géré la mise en service du Bandeirante. Le président a déclaré que la politique de sa compagnie consistait à offrir un service de plus haute qualité et que la sécurité était sa première préoccupation, mais il n'empêche que la sécurité a été compromise dans trois domaines faisant partie des responsabilités de la gestion : la formation et les normes, l'exploitation et la maintenance.

L'enquête a montré que le contrôle opérationnel exercé par le pilote en chef avait diminué au cours de la mise en service du Bandeirante. Avec le temps, la pesée du fret et des bagages des passagers a été faite avec moins de précision, et le GPS a été utilisé régulièrement pendant des

approches dans des conditions IFR, ce qui contrevenait aux dispositions du RAC. Le gestionnaire des opérations n'a pas exercé une grande influence dans l'exploitation du service de navette, s'occupant essentiellement de piloter un taxi aérien et faisant peu de supervision.

### *2.10 Système de positionnement mondial*

L'utilisation du GPS pendant les approches du vol de l'accident n'a pas été confirmée. Toutefois, le GPS était réglé sur un point de cheminement correspondant au centre de l'aéroport, et il aurait pu fournir des données sur la trajectoire et la distance par rapport à l'aéroport. Comme les pilotes sont descendus à travers la couche nuageuse jusqu'à une altitude inférieure de quelque 400 pieds à la MDA, il est probable qu'ils se servaient des données de distance jusqu'à l'aéroport fournies par le GPS comme moyen de descente afin d'établir le contact visuel avec le relief. Quelques pilotes de la compagnie ont déclaré que le GPS était parfois utilisé de cette façon.

Dans le passé, le BST a recommandé au ministère des Transports d'accélérer la mise en oeuvre des normes et des procédures GPS approuvées, devant être utilisées dans l'espace aérien canadien (recommandation A95-07). Il a également recommandé au ministère des Transports de lancer un programme national de sensibilisation sur les limites opérationnelles et l'utilisation en toute sécurité du GPS en régions éloignées (recommandation A95-08).

### *2.11 Radiobalise de repérage d'urgence*

La séparation de l'antenne de l'ELT et la réduction du signal ELT qui en a résulté n'ont joué aucun rôle dans l'accident et n'ont eu aucune répercussion puisque les équipes de secours au sol connaissaient la position de l'avion. Cependant, l'absence d'un puissant signal ELT aurait pu retarder les opérations de recherches et sauvetage si l'avion s'était écrasé plus loin du village.

### *2.12 Vol par mauvais temps*

En 1996, le BST a présenté la recommandation de sécurité A96-11 au ministre des Transports, car le Bureau croyait que le milieu de l'aviation comprenait mal les dangers et les répercussions des vols effectués par mauvais temps. Dans sa recommandation, le BST demandait au ministère des Transports d'élaborer et de lancer une campagne nationale de promotion destinée à conscientiser les exploitants commerciaux aux risques inhérents aux vols VFR effectués dans de mauvaises conditions météorologiques. Transports Canada avait répondu qu'il prendrait de nouvelles initiatives à la suite des recommandations du Groupe de travail chargé de l'examen de la sécurité de l'exploitation d'un taxi aérien (*Safety of Air Taxi Operations* ou SATOPS) et que la pertinence d'une campagne nationale de promotion bien ciblée serait évaluée à ce moment-là.

Compte tenu des limites naturelles de l'être humain à évaluer les distances par mauvaise visibilité, de la tendance naturelle de l'être humain à prendre des décisions complexes face à des indices changeants et ambigus et du dossier des accidents CFIT relatif aux exploitants de petits aéronefs commerciaux, le Bureau croyait également que des contre-mesures supplémentaires s'imposaient pour permettre aux pilotes de prendre plus facilement de bonnes décisions. C'est pourquoi le Bureau avait recommandé que le ministère des Transports oblige les pilotes d'avion de transport régional et de taxi aérien à recevoir une formation spécialisée qui leur permettrait d'acquiescer les compétences nécessaires pour être en mesure de prendre de bonnes décisions lorsque les conditions de vol se dégradent (recommandation A96-12). Transports Canada avait répondu qu'il chargerait le Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne (CCRAC) d'étudier et d'élaborer toute formation spécialisée supplémentaire qui pourrait s'avérer nécessaire pour que les pilotes assurant un service aérien de taxi ou de navette puissent être pleinement capables de prendre de bonnes décisions dans des conditions de vol qui se dégradent.

Le rapport final du SATOPS daté du 28 mai 1998 traite de la question des vols par visibilité réduite. Il conclut que les pilotes continuent de prendre des risques par mauvais temps et estime que le fait de suivre un seul cours de prise de décisions du pilote risque de ne pas être suffisant pour traiter des vols par visibilité réduite.

### *2.13 Résumé*

La compagnie n'a pas réussi à faire une bonne transition entre l'exploitation d'un service de taxi aérien et d'un service aérien de navette, et elle n'a pas mis en service le Bandeirante avec toute la sécurité nécessaire. Les politiques de Transports Canada ont entraîné une réduction des vérifications dans certains domaines importants, et les problèmes de transition éprouvés par la compagnie n'ont pas été décelés. L'avion du vol de l'accident a été autorisé à décoller en surcharge par mauvais temps avec un commandant de bord réputé pour poursuivre le vol par mauvais temps. Après une approche interrompue, le commandant a entrepris une seconde approche après avoir reçu des renseignements météorologiques transmis par un autre pilote de la compagnie qui venait d'atterrir. L'avion du vol de l'accident a été vu à basse altitude, au-dessous de la MDA et de l'altitude minimale applicable à un service aérien de navette, à l'est de la trajectoire d'approche et se dirigeant vers le relief voilé par le brouillard. Des observations faites par les témoins permettent d'étayer l'hypothèse que l'équipage aurait remis les gaz près de la tour de guet avant de manoeuvrer pour éviter la tour. Les conditions étaient favorables à l'apparition d'une illusion somatogravique dans des conditions de voile blanc. Selon toute vraisemblance, le commandant de bord a dirigé son avion vers le relief, croyant que l'appareil était en montée.



## 3.0 *Conclusions*

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

1. Au moment des faits, la base des nuages à Little Grand Rapids se trouvait entre 100 et 300 pieds agl, il y avait du brouillard à l'est de l'aéroport et la visibilité était de 1 à 2 milles.
2. L'avion s'est retrouvé dans de mauvaises conditions météorologiques à basse altitude, au-dessous de l'altitude minimale en route applicable à un service aérien de navette et au-dessous de la MDA de l'approche NDB de catégorie A de Little Grand Rapids. La MDA de l'approche est de 1 560 pieds asl, soit 555 pieds au-dessus de l'altitude de l'aéroport.
3. Pendant des manoeuvres exécutées à très basse altitude par mauvais temps, l'avion est descendu après un brusque virage et s'est dirigé vers le relief sans qu'il y ait eu perte de contrôle.

### 3.2 *Autres faits établis*

1. Au décollage et à l'atterrissage, la masse de l'avion était supérieure de quelque 1 000 livres à la masse maximale autorisée.
2. Le GPS monté à bord du C-GVRO n'était pas homologué pour être utilisé comme moyen principal de navigation. L'information recueillie indique que l'équipage de conduite s'était servi du GPS comme moyen principal de navigation au cours de la dernière approche sur Little Grand Rapids.
3. L'avion n'était pas équipé d'un GPWS, et il y a lieu de croire que l'équipage n'aurait pas réagi aux alarmes d'un tel dispositif.
4. Le rapport de masse et centrage obligatoire qui a été envoyé à Transports Canada en vue de l'importation du C-GVRO contenait de nombreuses erreurs; Transports Canada n'a pas vérifié le rapport pour s'assurer que les calculs étaient exacts.
5. La radiobalise de détresse (ELT) a émis un signal très faible, car le câble d'antenne avait été monté avec très peu de mou, et il s'est arraché de son raccord de fixation à l'antenne au moment de l'impact.
6. L'enquête n'a pas permis d'établir si la présence d'oxyde de carbone et de diphenhydramine chez le commandant de bord l'avait rendu moins vigilant et moins apte à prendre des décisions.
7. La compagnie, qui exploitait déjà un service de taxi aérien, n'a pas bien géré le service plus complexe de navette ni la mise en service du Bandeirante, un avion plus gros que ceux qu'elle possédait déjà.

8. Transports Canada a sous-estimé les difficultés éprouvées par la compagnie au moment de la transition à un service aérien de navette et de la mise en service du Bandeirante.
9. La surveillance réglementaire exercée par Transports Canada n'était pas assez rigoureuse, de sorte que la vérification après certification n'a pas été effectuée, ce qui a éliminé un moyen important qui aurait pu permettre à Transports Canada de détecter les mauvaises procédures de gestion de la sécurité de la compagnie, le non-respect des exigences relatives à la formation des pilotes ainsi que certaines irrégularités d'exploitation connexes; Transports Canada aurait alors pu prendre des mesures pour que ces anomalies soient corrigées.
10. Les pilotes avaient subi avec succès leurs contrôles médicaux et leurs vérifications de compétence pilote, mais ils n'avaient pas reçu toute la formation obligatoire concernant l'entretien courant, le contrôle opérationnel et le pilotage en place droite, comme l'exige Transports Canada. De plus, aucun des pilotes de la compagnie n'avait suivi la formation obligatoire relative à l'utilisation du matériel de secours et de survie transporté à bord des avions.
11. Rien n'indique qu'il y ait eu une défaillance ou un mauvais fonctionnement de la cellule, des commandes de vol ou des moteurs avant l'impact.
12. L'avion n'était pas équipé d'un CVR ni d'un FDR. Transports Canada avait accordé une exemption à la compagnie selon laquelle elle pouvait exécuter des vols sans CVR jusqu'au 1<sup>er</sup> août 1998. L'avion n'était pas tenu de posséder un FDR.
13. À cause de l'absence d'enregistreurs de bord dans cet avion configuré pour le transport de 20 personnes, de nombreux faits entourant l'accident qu'il aurait autrement été possible de préciser demeurent inconnus, ce qui a réduit les chances de découvrir d'autres dangers liés au vol de l'accident.
14. Les conditions étaient favorables à l'apparition de l'illusion somatogravique (fausse sensation de montée) après augmentation de la puissance. Le pilote peut avoir effectué une manoeuvre pour éviter la tour de guet désaffectée.

## 4.0 *Mesures de sécurité*

### 4.1 *Mesures prises*

#### 4.1.1 *Vérification effectuée par Transports Canada après l'accident*

En janvier 1998, Transports Canada a effectué une vérification de Sowind Air Ltd. Les résultats de cette inspection, notamment les lacunes relatives à la formation et le manque de personnel de gestion qualifié, ont abouti à la suspension volontaire du certificat d'exploitation aérienne de la compagnie. Cette dernière a par la suite corrigé les lacunes relevées, et elle a pu récupérer son certificat d'exploitation aérienne.

#### 4.1.2 *Système de positionnement mondial*

Le bureau SAT NAV de NAV CANADA travaille en collaboration avec Transports Canada et la Federal Aviation Administration des États-Unis à la mise en place par étapes d'un processus permettant d'utiliser pleinement le GPS dans toutes les phases de vol au Canada. Dans son rapport, le SATOPS recommande que Transports Canada continue de publier des articles dans les bulletins *Sécurité aérienne - Nouvelles* et *Sécurité aérienne - Vortex* concernant l'utilisation en toute sécurité du GPS en insistant sur les dangers inhérents à une mauvaise utilisation de ce dispositif. Transports Canada a publié des Avis spéciaux aux navigants et des Circulaires d'information aéronautique, il a fait des ajouts dans la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P. Canada) et il a publié des articles dans les bulletins *Sécurité aérienne - Nouvelles* et *Sécurité aérienne - Vortex* traitant des limites de fonctionnement et de la bonne utilisation du GPS.

#### 4.1.3 *Vol par mauvais temps*

À la suite de la recommandation de sécurité A96-11 du BST préconisant de mieux conscientiser les exploitants commerciaux aux risques inhérents aux vols VFR effectués dans de mauvaises conditions météorologiques, Transports Canada avait pris des dispositions pour que de nombreux moyens promotionnels nationaux en matière de sécurité aérienne, de nombreux programmes de sensibilisation à la sécurité et de nombreux programmes d'éducation au niveau régional se concentrent sur les questions liées à la météo.

Le BST avait également recommandé (recommandation A96-12) que les pilotes assurant des services aériens de taxi et de navette reçoivent une formation spécialisée pour être en mesure de prendre de bonnes décisions en cas de dégradation des conditions de vol. Le processus de prise de décisions du pilote (PDM) a été traité dans le rapport du SATOPS, lequel recommande à Transports Canada d'examiner les *Normes de service aérien commercial* autorisant les vols par visibilité réduite (sous réserve que le pilote ait suivi un cours en PDM) afin d'établir si le fait d'assister à un seul cours en PDM est vraiment suffisant. À la suite de cette recommandation, Transports Canada a décidé de préparer un Avis de proposition de modification qui exigera la tenue d'une formation annuelle en PDM dans le cas des compagnies dont les spécifications d'exploitation permettent les vols par visibilité réduite. Cette exigence s'appliquera aux exploitants assujettis aux sous-parties 702, 703 et 704 (hélicoptères seulement) du RAC.

Un groupe d'étude conjoint Transports Canada-industrie examine actuellement les données et les questions de sécurité relatives aux approches par mauvais temps. Des recommandations réglementaires prévoyant des interdictions d'approche et présentées sous la forme d'Avis de proposition de modification devraient être présentées en décembre 1999 au Comité technique sur les règles générales d'utilisation et de vol des aéronefs de Transports Canada.

#### 4.2 *Préoccupations liées à la sécurité*

Le Bureau s'inquiète de la fréquence des accidents mettant en cause des aéronefs en état de navigabilité et des pilotes aptes au vol qui effectuent des approches aux instruments par visibilité réduite ou quand le plafond est bas. Le BST examine 19 accidents de ce genre qui sont survenus au Canada depuis 1994. Le plus récent est un accident mortel mettant en cause un Beech 1900D qui s'est écrasé à l'aéroport de Sept-Îles (Québec) et au cours duquel les pilotes sont descendus à une altitude bien inférieure à la MDA de l'approche NDB publiée. D'autres travaux sont en cours afin de déterminer la nature et l'importance des anomalies cernées dans le cadre des enquêtes sur ces accidents.

*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 2 décembre 1999 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Jonathan Seymour, Charles Simpson, W.A. Tadros et Henry Wright.*





## Annexe B - Masse et centrage estimés pour le vol de l'accident

Embraer EMB-110P1 Bandeirante de Sowind Air Ltd., C-GVRO, n° de série 110-285			
	Poids (lb)	Bras de levier (po)	Point de centrage
Avion de base (après correction)	7607	258,9	1969872,6
Carburant inutilisable (28 litres)	48,5	285,8	13861,3
Huile moteur (17 litres)	35,5	226,4	8037,2
Bagages de l'équipage	10	129,9	1299
Manuels de vol	12	129,9	1558
Matériel de survie	40	435,5	17420
Filets et sangles de retenue du fret	40	361,5	14460
Équipage (masse en hiver)	376	115	43240
<b>Masse équipée en opérations (sans sièges)</b>	<b>8169</b>		<b>2069748,1</b>
Passagers et sièges 1, 2 et 3	419,5 <sup>a</sup>	176,8	74167,6
Passagers et sièges 4, 5 et 6	430,5	207,5	89328,7
Passagers et sièges 7, 8 et 9	513,5	238,6	122521,1
Passagers et sièges 10, 11 et 12	513,5	269,7	138490,9
Passagers et sièges 13, 14 et 15	607,5	301,7	183282,7
Bagages des passagers	359,0 <sup>b</sup>	361,5	129788,5
Fret (épicerie)	574,0 <sup>c</sup>	361,5	207501
Carburant (figurant au manifeste)	1600	283,5	453600
<b>Masse totale au décollage (position C de G)</b>	<b>13 230,0</b>	<b>263,4 (19,7 % MAC)</b>	<b>3484153,9</b>
Carburant utilisé jusqu'à l'impact	-720,0 <sup>d</sup>	283,5	-204120
<b>Masse totale à l'impact (position C de G)</b>	<b>12 510,0</b>	<b>262,2 (18,2 % MAC)</b>	<b>3280033,9</b>
Fret (pas pris en compte)	200,0 <sup>e</sup>	361,5	72300
Carburant ne figurant pas au manifeste	400,0 <sup>f</sup>	283,5	113400
<b>Masse révisée au décollage (position C de G)</b>	<b>13 830,0</b>	<b>265,3 (22,3 % MAC)</b>	<b>3669853,9</b>
<b>Masse révisée à l'impact (position C de G)</b>	<b>13 110,0</b>	<b>264,4 (21 % MAC)</b>	<b>3465733,9</b>

Limites du centre de gravité :  
entre 255,5 et 272 pouces en arrière de la  
référence à 12 500 lb (soit de 9,5 à 31 % de la MAC)

Masse maximale au décollage : 12 500 lb  
Masse maximale sur l'aire de trafic : 12 566 lb  
Masse maximale à l'atterrissage : 12 015 lb

*Remarques :*

- a) Les masses des passagers sont les masses d'hiver standard, soit 188 livres pour un homme adulte, 141 livres pour une femme adulte et 75 livres pour un enfant. Les masses des passagers et des sièges comprennent la masse des sièges fixée à 43,5 livres par rangée.
- b) Poids des bagages sur les lieux de l'accident. Le manifeste de vol spécifiait que les bagages pesaient 295 livres.
- c) Poids du fret pesé sur les lieux de l'accident. Le manifeste de vol spécifiait que le fret pesait 150 livres.
- d) Le carburant consommé est basé sur une consommation de 650 livres à l'heure.
- e) Poids du fret (du vol précédent ayant été annulé) n'ayant pu être identifié ni par la compagnie ni par les enquêteurs sur les lieux de l'accident.
- f) Pour calculer la masse totale du carburant au décollage, on a ajouté la quantité de carburant consommé aux quantités affichées sur les jauges de carburant à l'impact.

## *Annexe C - Erreurs de masse et centrage*

*Erreurs constatées dans le rapport de masse et centrage de l'avion de base et dans la liste de vérification de l'équipement datés du 20 novembre 1996 et préparés au moment de la nouvelle pesée de l'avion :*

La liste de vérification de l'équipement de base n'a pas été mise à jour pour tenir compte des articles véritablement installés dans l'avion au moment de la nouvelle pesée. La toilette portative et une cloison mobile entre autres figuraient parmi les éléments installés, ce qui n'était pas le cas.

La position de la référence spécifiée dans le rapport de masse et centrage était erronée, puisque la référence se trouvait à 306,8 pouces du point de levage arrière et non pas de l'essieu du train principal.

Le schéma du rapport de masse et centrage était incorrect; il aurait dû être question du schéma du point de levage, fig. 6.2, et non pas de la fig. 6.3.

Le calcul du point de centrage du train avant était erroné dans le rapport de masse et centrage. Le calcul du point de centrage aurait dû être :  
 $1080 \times 99,3 = 107,2$  (lb x po/1000), et non pas 10,7.

Les calculs des points de centrage et des bras de levier totaux dans le rapport de masse et centrage étaient faux, et ce, à cause de l'erreur de calcul du point de centrage du train avant. Le centre de gravité aurait dû se trouver à 277,9 pouces en arrière de la référence (37,9 % de la MAC) plutôt qu'à 255,2 pouces en arrière de la référence (9,1 % de la MAC).

Les chiffres obtenus lors de la nouvelle pesée ont été mal transcrits dans le rapport de masse et centrage, ce qui faussait tous les calculs ultérieurs de masse et centrage.

*Erreurs dans le rapport opérationnel de masse et centrage préparé après la nouvelle pesée :*

Les masses et les bras de levier des sièges passagers n'étaient pas les mêmes que ceux figurant sur la liste de vérification de l'équipement de base.

La masse totale de l'huile moteur (36,5 livres) n'était pas incluse dans la masse équipée en opérations (EOW).

Le carburant inutilisable (48,5 livres) n'était pas inclus dans l'EOW.

Le matériel de survie (40 livres) n'était pas inclus dans l'EOW.

La documentation de l'avion (12 livres) n'était pas incluse dans l'EOW.

Rien n'avait été prévu dans l'EOW pour tenir compte des bagages de l'équipage.

Contrairement à la SOP 2.5.7, la masse de l'équipage n'avait pas été convertie au chiffre standard utilisé en hiver (14 livres au total).

Le filet et les sangles de retenue du fret (41 livres) n'étaient pas inclus dans l'EOW.

Aucun calcul du bras de levier n'avait été fait pour la sixième rangée de sièges.

Les feuillets de centrage ne contenaient aucune formule de conversion permettant de calculer la position en pourcentage de la MAC.

*Erreurs constatées dans le manifeste de chargement du vol du 9 décembre 1997 rempli avant le départ :*

L'AUW indiquait à tort 12 500 lb.

Les bagages et le fret ont été pesés sur les lieux de l'accident (933 livres). Le manifeste spécifiait que ces éléments pesaient 445 livres, soit une différence de 488 livres.

La quantité de carburant spécifiée sur le manifeste était inférieure de 400 livres à celle qu'affichait les jauges de carburant sur les lieux de l'accident.

Les masses standard des passagers avaient été utilisées alors qu'au moins deux passagers pesaient presque le double de la masse standard (plus de 300 livres et 255 livres).

*Autres erreurs de masse et centrage constatées :*

Les emplacements des sièges passagers n'étaient pas les mêmes que ceux figurant sur le graphique de chargement fourni par la compagnie.

Aucun devis de masse et centrage n'a été retrouvé sur les lieux de l'accident, et la compagnie n'a pas été en mesure de produire un devis applicable à un avion ayant un chargement identique.

Il n'a pas été possible de trouver des devis de masse et centrage couvrant la gamme complète d'utilisation de l'avion.

La compagnie ne calculait pas les bras de leviers individuels des différents compartiments de l'avion lorsque le fret occupait plus d'un compartiment. Lors du vol de l'accident, il y avait du fret dans trois compartiments, mais un seul bras de levier (qui était erroné) apparaissait sur le graphique de chargement.

## *Annexe D - Liste des rapports pertinents*

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

LP 193/97 - *Instrument Examination - C-GVRO* (Examen des instruments du C-GVRO).

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



## Annexe E - Sigles et abréviations

agl	au-dessus du sol
A.I.P.	<i>Publication d'information aéronautique</i>
ARCAL	balisage lumineux d'aérodrome télécommandé
asl	au-dessus du niveau de la mer
AUW	masse maximale
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
C de G	centre de gravité
CCRAC	Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne
CFIT	impact sans perte de contrôle, de l'anglais <i>controlled flight into terrain</i>
CVR	enregistreur de la parole dans le poste de pilotage
ELT	radiobalise de repérage d'urgence
EOW	masse équipée en opérations
FDR	enregistreur de données de vol
GPS	système de positionnement mondial
GPWS	dispositif avertisseur de proximité du sol
IFC	contrôle de vol aux instruments
IFR	règles de vol aux instruments
KIAS	vitesse indiquée en noeuds
lb	livre
MAC	corde aérodynamique moyenne
MDA	altitude minimale de descente
MHz	mégahertz
NDB	radiophare non directionnel
OMA	organisme de maintenance agréé
PDM	prise de décisions du pilote
PPC	vérification de compétence pilote
RAC	<i>Règlement de l'aviation canadien</i>
SATOPS	examen de la sécurité de l'exploitation d'un taxi aérien, de l'anglais <i>Safety of Air Taxi Operations</i>
SOP	procédures d'utilisation normalisées
TO	décollage
UNICOM	station radio privée offrant des services consultatifs à un aérodrome non contrôlé
VFR	règles de vol à vue
'	minute
"	seconde
°	degré