

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR ÉVÉNEMENT AÉRONAUTIQUE
A98C0173



SORTIE EN BOUT DE PISTE

WASAYA AIRWAYS LTD
BAe 748-2A (HS-748-2A) C-GTAD
KASABONIKA (ONTARIO)
6 AOÛT 1998

Canada

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

Rapport d'enquête sur événement aéronautique

Sortie en bout de piste

Wasaya Airways Ltd
BAe 748-2A (HS-748-2A) C-GTAD
Kasabonika (Ontario)
6 août 1998

Rapport numéro A98C0173

Résumé

Le Hawker Siddeley 748-2A, numéro de série 1750, assurant le vol 804 de Wasaya Airways Ltd avait décollé de Pickle Lake (Ontario) pour transporter du fret à Kasabonika (Ontario). Pendant sa course à l'atterrissage, l'appareil n'a pu s'arrêter et a dépassé l'extrémité de la piste d'environ 450 pieds. Le commandant de bord, le premier officier et l'un des manutentionnaires ont subi de légères blessures; l'autre manutentionnaire n'a subi aucune blessure. L'appareil a été détruit.

Le Bureau a établi que l'appareil avait atterri en un point qui ne lui permettait plus de s'immobiliser dans les conditions qui prévalaient. Ont contribué à cet accident l'absence de mise immédiate au petit pas sol des hélices et le choix de la piste 03 pour atterrir. Il se peut également que les renseignements erronés que contenait le manuel d'analyse des pistes en vigueur au moment de l'accident aient été un facteur contributif.

This report is also available in English.

Table des matières

1.0	Renseignements de base	2
1.1	Déroulement du vol	2
1.2	Victimes	2
1.3	Dommmages à l'aéronef	2
1.4	Autres dommmages	3
1.5	Renseignements sur le personnel	3
1.6	Renseignements sur l'aéronef	4
1.6.1	Données sur l'aéronef	4
1.6.2	Circuits de l'aéronef	4
1.7	Renseignements météorologiques	5
1.8	Aides à la navigation	5
1.9	Renseignements sur l'aérodrome	5
1.10	Télécommunications	6
1.11	Enregistreurs de bord	6
1.12	Renseignements sur l'épave et sur l'impact	6
1.13	Renseignements médicaux	7
1.14	Incendie	7
1.15	Questions relatives à la survie des occupants	7
1.16	Essais et recherches	7
1.17	Renseignements sur l'approche et l'atterrissage	8
1.18	Masse de l'aéronef	8
1.19	Performances d'atterrissage de l'aéronef	9
1.20	Renseignements sur les organismes et la gestion	11
1.21	Techniques d'enquête utiles ou efficaces	11
2.0	Analyse	12
2.1	Limites de masse à l'approche et à l'atterrissage	12
2.2	Profil de descente	12
2.3	La piste de Kasabonika	12
2.4	Vent	13

2.5	Décélération	13
2.6	Distance nécessaire à l'atterrissage	13
3.0	Conclusions	15
3.1	Faits établis	15
3.2	Causes	16
4.0	Mesures de sécurité	17
4.1	Mesures prises	17
	Annexe A - Schéma de la piste et du roulage au sol	18
	Annexe B - Liste des rapports de laboratoire pertinents	19
	Annexe C - Sigles et abréviations	20

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroutement du vol

Le Hawker-Siddeley 748-2A exploité par Wasaya Airways Ltd (Wasaya) avait décollé de Pickle Lake (Ontario) à 15 h, heure avancée du centre (HAC)¹, pour effectuer un vol régulier de transport de fret d'une durée de 35 minutes jusqu'à Kasabonika (Ontario). Il s'agissait de son troisième vol de la journée et les deux premiers avaient été des vols de fret à destination de Wunnumin Lake et Webequie, respectivement. Le même équipage, constitué du commandant de bord, du premier officier et de deux manutentionnaires, se trouvait à bord de l'appareil au cours de ces trois vols. Le troisième vol, tant au décollage de Pickle Lake que pendant la croisière, s'est déroulé sans incident. Le commandant et le premier officier ont signalé qu'après avoir atterri, ils avaient tous deux serré le plus possible les freins de roue de l'appareil. Ce dernier a alors roulé sur le reste de la piste, puis sur l'aire de demi-tour, et il est entré dans l'aire de dépassement de la piste. Il s'est ensuite immobilisé d'aplomb sur le sol meuble, dans une région plantée de jeunes arbres, environ 500 pieds au nord des balises d'extrémité de piste.

1.2 Victimes

	Équipage	Passagers	Tiers	Total
Tués	-	-	-	-
Blessés graves	-	-	-	-
Blessés légers/Indemnes	4	-	-	4
Total	4	-	-	4

Le commandant, le premier officier et l'un des manutentionnaires ont subi des coupures et des contusions mineures en heurtant l'intérieur de l'appareil et certains éléments du fret.

1.3 Dommages à l'aéronef

L'aile gauche de l'appareil a heurté le sol raboteux de l'aire de dépassement, ce qui a eu pour effet de briser le longeron près de l'extrémité extérieure des volets. Toutes les pales des hélices ont été recourbées; le moyeu de l'hélice gauche a subi des dommages internes. Le fuselage s'est rompu en avant et en arrière de la section traversante de la voilure. La rupture de la partie avant du fuselage a permis à ce dernier de se déplacer vers la droite et d'entrer dans le plan de l'hélice droite, laquelle a cisailé le fuselage dans la partie avant de la soute. Le train principal a subi de graves dommages en heurtant des rochers. Le train avant a été arraché de ses supports en heurtant des roches et il s'est détaché de l'appareil. La partie inférieure du fuselage avant et le dessous du plancher du poste de pilotage ont subi des dommages en heurtant des rochers. Le plancher a été renfoncé à l'intérieur du poste de pilotage, ce qui a eu pour effet de déformer le pylône central et de bloquer les commandes moteur. La déformation qu'a subie le plancher du

¹ Les heures sont exprimées en HAC (temps universel coordonné [UTC] moins cinq heures), sauf indication contraire.

poste de pilotage dans la région des pédales du palonnier a eu pour effet de coincer les pieds du commandant, si bien qu'il lui a fallu environ cinq minutes après l'immobilisation de l'appareil avant de pouvoir quitter le poste de pilotage.

1.4 *Autres dommages*

L'hélice droite a endommagé une partie du fret et cisailé certaines courroies d'arrimage. Le cisaillement de ces courroies a permis le déplacement d'une partie du fret. Une partie de la végétation se trouvant dans l'aire de dépassement a subi des dommages et une faible quantité de carburant s'est écoulée de l'aile gauche endommagée.

1.5 *Renseignements sur le personnel*

	Commandant	Premier officier
Âge	51 ans	26 ans
Licence	pilote de ligne	pilote de ligne
Date d'expiration du certificat de validation	31 déc. 1998	31 janvier 1999
Nombre total d'heures de vol	20 600	3 000
Nombre total d'heures de vol sur type en cause	6 000	500
Nombre total d'heures de vol dans les 90 derniers jours	238	204
Nombre total d'heures de vol sur type en cause dans les 90 derniers jours	238	204
Nombre d'heures de service avant l'événement	6	6
Nombre d'heures libres avant la prise de service	12	12

Les dossiers du commandant indiquent que le jour de l'accident, il en était à son 10^e jour de travail consécutif, après une période de repos de 14 jours. Pendant ces 10 jours de travail, son nombre moyen d'heures de service avait été de 11,5 heures par jour. Il a déclaré qu'il n'était pas fatigué et qu'il se sentait bien. Le jour de l'accident, le premier officier en était à son deuxième jour de travail, après une période de repos de deux jours, et il a également déclaré qu'il se sentait bien au moment de l'accident. Le commandant et le premier officier avaient atterri plusieurs fois à Kasabonika aux commandes d'un HS-748 et ils connaissaient bien la région. Rien n'indique que le comportement de l'équipage ait été compromis par des facteurs physiologiques.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Données sur l'aéronef

Constructeur	British Aerospace (Hawker Siddeley)
Type et modèle	748, série 2A
Années de construction	1977
Numéro de série	1750
Certificat de navigabilité (permis de vol)	délivré le 19 octobre 1995
Nombre total d'heures de vol cellule	12 310,9
Type de moteur (nombre)	turbopropulseur Rolls-Royce (2)
Type d'hélice ou de rotor	Dowty Rotol, à pas variable/à mise en drapeau
Masse maximale autorisée au décollage	46 500 livres
Type(s) de carburant recommandé(s)	Jet A, Jet B, kérosène aviation ou autres carburants aviation à coupe large
Type de carburant utilisé	Jet A

L'examen des dossiers de maintenance de l'appareil a révélé que ce dernier était certifié et entretenu conformément à la réglementation en vigueur.

1.6.2 Circuits de l'aéronef

Il y a trois moyens de décélérer l'avion après l'atterrissage : les freins, les hélices et les volets.

Le liquide hydraulique sous pression provenant des pompes entraînées par le moteur parcourt le circuit hydraulique pour aboutir aux freins de chacune des roues principales. Dans le circuit de freinage, un répartiteur de freinage commandé par des pédales fixées au palonnier dirige le liquide hydraulique sous pression vers les freins. Sur chacune des quatre roues principales, un dispositif d'antidérapage relâche la pression de freinage lorsqu'il détecte que la roue a ralenti au point de dérapage.

L'appareil est équipé d'hélices à quatre pales Dowty Rotol à vitesse constante et à mise en drapeau. Le circuit de commande des hélices comporte une butée petit pas vol (FFPS) conçue pour empêcher la réduction en vol du pas des pales de l'hélice à moins de 18 degrés. La FFPS est escamotable pour permettre le roulage au sol. Un seul levier FFPS, monté sur le pylône central active les solénoïdes électriques se trouvant à l'intérieur de l'unité de commande de chaque hélice, ce qui a pour effet d'escamoter la butée afin de permettre la réduction du pas des hélices jusqu'à zéro degré (petit pas sol). Le manuel de vol de l'avion (AFM) recommande d'escamoter la FFPS immédiatement après l'atterrissage, afin de maximiser la traînée aérodynamique des hélices et faciliter ainsi la décélération de l'appareil. Les hélices ne comportent pas de circuit d'inversion de pas. Le circuit FFPS comporte un klaxon qui est activé cinq secondes après l'atterrissage si le levier FFPS n'a pas été actionné.

L'appareil est muni de volets Fowler à fente. Les bords de fuite de ces volets comportent un tab qui s'abaisse lorsque les volets sont réglés à la position d'atterrissage. Le tab sert à augmenter la traînée au cours des dernières étapes de l'atterrissage. Après l'accident, l'inspection de l'appareil a révélé que les volets étaient réglés à la position d'atterrissage et que le tab était sorti.

1.7 *Renseignements météorologiques*

Aucun renseignement météorologique officiel n'est disponible à Kasabonika. Les prévisions régionales publiées le 6 août 1998 pour les régions de Favourable Lake, Pickle Lake et Severn River couvrant la période durant laquelle l'appareil devait atterrir à Kasabonika indiquaient qu'un léger vent ouest-sud-ouest soufflait sur la région et que la masse d'air qu'il transportait était humide et présentait une instabilité potentielle. À 15 h, le système automatique d'observation météorologique de Trout Lake a enregistré un vent du 180 degrés vrai à deux noeuds, une visibilité d'un mille terrestre et cinq huitièmes, quelques nuages à 4 300 pieds au-dessus du sol (agl), une température de 30 degrés Celsius, un point de rosée de 15 degrés Celsius et un calage altimétrique de 30,16 pouces. À 16 h, le système a enregistré un vent du 180 degrés à 2 noeuds, une visibilité de deux milles terrestres et demi, quelques nuages à 3 500 pieds agl, une température de 30 degrés Celsius, un point de rosée de 15 degrés et un calage altimétrique de 30,14 pouces. Des témoins se trouvant dans la région de l'aéroport ont signalé que le vent leur avait semblé léger.

1.8 *Aides à la navigation*

La région de Kasabonika est desservie par un radiophare non directionnel situé à l'aéroport et dont l'indicatif est YAQ. L'appareil en cause dans cet accident était équipé d'un récepteur GPS. Au cours de l'approche, l'équipage de conduite a utilisé ce récepteur GPS pour obtenir des renseignements sur la distance, afin d'évaluer la position à laquelle il devait amorcer sa descente et de vérifier les variations de vitesse sol provoquées par les vents. L'équipage a signalé que, d'après les renseignements obtenus au moyen du récepteur GPS, il pensait qu'il n'y avait aucun vent important au moment de l'approche finale.

1.9 *Renseignements sur l'aérodrome*

L'aéroport de Kasabonika est un aérodrome certifié exploité par la province de l'Ontario. La piste 03/21 mesure 100 pieds de largeur et elle est constituée d'une base en argile recouverte par endroits d'une couche de gravier meuble d'un pouce d'épaisseur. Selon le Supplément de vol-Canada (CFS), la pente de cette piste est de 1,18 pour cent. Un levé effectué en 1997 pour le compte de l'exploitant a révélé que cette piste était d'une longueur de 3 527 pieds et que, entre le seuil et l'extrémité de la piste 03, sa dénivellation totale était de 41 pieds (pente descendante de 1,16 pour cent). La pente de cette piste n'est pas constante. Sur les 1 469 premiers pieds de la piste 03, il s'agit d'une pente descendante de 1,07 pour cent. Sur les 2 057 pieds restants, il s'agit d'une pente descendante de 1,28 pour cent. La publication *Aérodromes - normes et pratiques recommandées* (TP312) de Transports Canada recommande que la transition entre les pentes s'effectue grâce à une surface courbe dont le taux de variation est inférieur ou égal à 0,2 pour cent par 30 mètres. La pente de la piste ne comporte aucune transition brusque; la pente descendante augmente progressivement du seuil de la piste 03 jusqu'à l'aire dépassant l'extrémité de la piste.

Au-delà des feux d'extrémité de la piste 03 se trouve une aire de demi-tour en gravier d'une longueur de 200 pieds. Sur ses 100 premiers pieds, le terrain situé au nord de l'aire de demi-tour est constitué d'un sol argileux et d'une couche de gravier relativement uniforme; le terrain s'enfonce ensuite abruptement et la pente est parsemée de nombreux gros rochers. La dénivellation entre les balises d'extrémité de piste et la position finale de l'appareil était de 21,3 pieds (pente descendante de 4,26 pour cent).

Une manche à vent et un indicateur de trajectoire d'approche de précision (PAPI) se trouvaient près du seuil de la piste 03. Le PAPI est conçu de façon à projeter une série de lumières qui donne aux pilotes des indications visuelles de la pente suivie par rapport à la pente d'approche désirée d'une piste. Le premier officier a déclaré qu'il n'avait pas vu les lumières du PAPI et qu'il avait cru que ce dernier était défectueux. Le commandant ne se rappelait pas de l'état du PAPI. Le contremaître de l'aéroport avait vérifié les feux de piste régulièrement et, au moment de l'accident, il n'était au courant d'aucune défectuosité de l'équipement de l'aéroport. Le PAPI ne fonctionne pas en permanence et ce dernier ainsi que le système de balisage de piste et de voie de circulation sont commandés au moyen du système de balisage lumineux d'aérodrome télécommandé (ARCAL). Rien n'indique que le commandant ou le premier officier n'aient activé le système ARCAL en vue de l'approche vers Kasabonika; l'équipage a utilisé des indices visuels pour déterminer l'angle d'approche approprié. Une piste descendante présente des indices visuels pour le maintien de la pente qui diffèrent de ceux d'une piste horizontale ce qui, pendant la manoeuvre, peut faire que l'équipage place son appareil au-dessus de la pente d'approche désirée.

1.10 Télécommunications

Au début de la descente et pendant l'approche, le premier officier a fait plusieurs comptes rendus de position sur la fréquence du trafic d'aérodrome au début de la descente et au cours de l'approche. Dans la région, il n'y avait aucun autre appareil qui aurait pu avoir un effet sur le choix de la piste ou modifier l'approche vers la piste 03. Dans la région de Kasabonika, l'espace aérien n'est pas contrôlé et aucune autorisation n'est requise pour atterrir à l'aéroport de Kasabonika.

1.11 Enregistreurs de bord

L'aéronef était équipé d'un enregistreur de données de vol (FDR) Plessey 650 et d'un enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) Fairchild (Loral) A100. Après l'accident, les deux enregistreurs ont été récupérés et expédiés au Laboratoire technique du BST à des fins d'analyse.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Le train avant de l'appareil était arraché. L'aile gauche était rompue au niveau du volet extérieur. Le fuselage s'était rompu en avant et en arrière des ailes. Pendant que l'appareil dévalait la partie très inclinée de l'aire de dépassement, la partie avant du fuselage s'est déplacée vers la droite par rapport au reste de l'appareil et les pales de l'hélice droite ont heurté et transpercé le fuselage. La partie principale du fuselage de l'appareil s'est immobilisée à un cap de 355 degrés magnétique, et la partie composée du fuselage avant et du poste de pilotage, à un cap de 020 degrés.

Le répartiteur de freinage hydraulique et le système d'antidérapage des roues ont été inspectés au Laboratoire technique du BST. L'inspection du répartiteur de freinage a révélé que ce dernier n'avait subi aucun dommage et qu'il était fonctionnel. L'inspection du dispositif d'antidérapage de l'une des roues a révélé que ce dernier avait subi des dommages dûs aux forces d'impact auxquelles a été soumis l'appareil au moment de l'accident, mais son inspection interne n'a révélé aucun signe apparent de défectuosité préexistante. Des tests effectués sur les dispositifs d'antidérapage des trois autres roues ont révélé qu'ils fonctionnaient de façon normale.

Les dommages qu'a subis l'appareil ont empêché la vérification fonctionnelle complète du circuit FFPS. Cependant, l'inspection des unités de commande des hélices au Laboratoire technique du BST a révélé que les solénoïdes petit pas sol pouvaient fonctionner normalement. L'inspection sur place du câblage et des microcontacts FFPS n'a révélé aucune anomalie. Il n'existe aucun test permettant d'indiquer à quel moment le levier FFPS a été actionné ou s'il a été placé à la position petit pas sol avant d'être remis à la position petit pas vol puis d'être replacé à la position petit pas sol.

Les freins des deux trains principaux ont été déposés sur place puis inspectés à une installation de maintenance de Thunder Bay (Ontario). Aucune anomalie n'a été décelée dans les composants des circuits de freinage et les rotors des freins comportaient des marques de décoloration bleutées que l'on observe normalement à la suite d'un freinage brutal et à un transfert élevé d'énergie.

1.13 Renseignements médicaux

D'après les dossiers médicaux, rien n'indique que des facteurs physiologiques aient pu perturber les capacités du commandant ou du premier officier au moment de l'accident.

1.14 Incendie

Rien n'indique qu'un incendie s'est déclaré.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Le commandant et le premier officier portaient tous deux les ceintures et bretelles de sécurité dont était muni l'avion. L'un des manutentionnaire était assis dans le siège faisant face à l'avant et portait la ceinture et les bretelles de sécurité installés sur son siège. L'autre manutentionnaire avait un siège faisant face à l'arrière muni d'une ceinture et de bretelles de sécurité dans la partie avant de la cabine de fret. Il avait, selon les témoignages, occupé ce siège et porté sa ceinture et les bretelles de sécurité au moment du décollage de Pickle Lake. Pendant le vol, il aurait quitté son siège et se serait assis sur une palette de fret, près de son siège, dans la partie avant de la cabine de fret, pour mieux voir. Au moment de l'atterrissage à Kasabonika, il se trouvait dans cette position; il a subi des coupures et des contusions au visage, la plupart ayant été causées lors du contact avec certains éléments du fret qui se sont déplacés pendant l'accident. Certaines parties sont venues percuter le siège qu'il avait occupé et quitté.

1.16 Essais et recherches

Sans objet.

1.17 Renseignements sur l'approche et l'atterrissage

En arrivant dans la région de Kasabonika, le commandant, qui était le pilote aux commandes (PF), a décidé d'effectuer l'approche et l'atterrissage sur la piste 03, et il a demandé la liste des vérifications avant la descente. Il a choisi d'atterrir sur la piste 03 plutôt que sur la piste 21 parce que celle-ci était mieux alignée avec la trajectoire de l'appareil qui avait décollé de Pickle Lake, ce qui raccourcissait l'approche. Le premier officier qui n'était pas aux commandes (PNF) a récité à haute voix les articles de la liste de vérifications, laquelle comportait la vérification de l'état des freins et du circuit hydraulique. Le commandant et le premier officier ont affirmé avoir vérifié les freins ainsi que le circuit hydraulique et avoir remarqué qu'ils étaient montés à la bonne pression avant de revenir à la normale, conformément aux spécifications de l'avionneur.

Pendant la descente, le commandant a cru que l'appareil était trop haut par rapport à la pente de descente normale et, pour perdre de l'altitude, il a effectué plusieurs virages en « S » à environ 3 milles du seuil. Pendant l'approche finale, le commandant et le premier officier ont tous deux cru que l'appareil se trouvait légèrement sous la pente de descente souhaitable et le commandant a augmenté la puissance pour ralentir la descente.

Au-dessus du seuil, le commandant a ramené les manettes des gaz au ralenti. L'appareil a touché brièvement le sol en un point situé à 1 273 pieds du seuil de la piste, puis a repris l'air un court instant pour atterrir de nouveau en un point situé à 1 469 pieds du seuil. Bien qu'ils aient tous les appuyé sur les pédales de frein, les membres de l'équipage ont perçu le freinage de l'appareil comme étant moins efficace que d'habitude. Le commandant a déclaré avoir tiré sur le levier de FFPS pour le placer en position STOP WITHDRAWN dès le premier contact de l'avion avec le sol. Après que l'appareil a eu parcouru les 2 057 pieds le séparant des balises d'extrémité de piste, le commandant a légèrement viré à droite. L'appareil a ensuite traversé l'aire de demi-tour en gravier de 200 pieds de longueur et il est entré dans l'aire de dépassement de la piste. Le commandant a souligné qu'habituellement il atterrissait beaucoup plus près du seuil qu'il ne l'avait fait et que cette fois, pour des raisons qu'il était incapable d'expliquer, l'appareil avait flotté plus loin sur la piste. Le FDR indique qu'au-dessus du seuil, il se peut que la vitesse ait été légèrement supérieure à la vitesse préaffichée de 94 noeuds. Une vitesse trop élevée peut faire « flotter » l'appareil si on empêche l'avion de s'enfoncer au-dessus de la piste. Le vent arrière et une piste en pente descendante ont pour effet d'augmenter la distance de piste utilisée lors de la phase de l'arrondi et du toucher des roues de la procédure d'atterrissage.

L'écoute du CVR a révélé l'existence de sons correspondant à ceux entendus au moment d'un atterrissage. Environ cinq secondes après les sons associés à l'atterrissage, le son d'un klaxon correspondant à celui de l'alarme FFPS s'est fait entendre pendant deux secondes, puis il a cessé. Ni le commandant ni le premier officier ne se sont souvenus avoir entendu le klaxon, pas plus qu'ils n'ont pu expliquer pourquoi il aurait retenti. Le commandant et le premier officier ont affirmé que pendant la séquence d'atterrissage, leur attention s'était concentrée sur ce qui se passait à l'extérieur du poste de pilotage.

1.18 Masse de l'aéronef

Les limites de masse de l'appareil déterminées par le constructeur sont les suivantes :

masse maximale brute au décollage :	46 500 livres
masse maximale (structurale) à l'atterrissage :	43 000 livres
masse maximale sans carburant :	38 500 livres

De plus, pour un décollage en particulier, il se peut que la masse de l'appareil soit limitée en raison de la longueur de la piste, de l'altitude et de la température (WAT). Dans le cas du décollage de Pickle Lake, l'équipage avait déterminé que la limite WAT était de 43 870 livres et que la limite de masse inférieure, donc opérationnelle, était la masse maximale sans carburant de 38 500 livres plus la masse de carburant au décollage de 5 000 livres, ce qui donnait une masse maximale autorisée au décollage de 43 500 livres. L'appareil a décollé avec à son bord un chargement fret de 12 500 livres et sa masse brute était de 43 484 livres. En volant vers Kasabonika, l'appareil a consommé 1 200 livres de carburant; à l'atterrissage, sa masse était de 42 284 livres.

Les centrages longitudinal et transversal de l'avion se trouvaient dans les limites prescrites.

1.19 Performances d'atterrissage de l'aéronef

Pour fournir à ses pilotes des références quant aux performances à différents aéroports, Wasaya a passé un contrat avec Automated Systems in Aircraft Performance Inc. (ASAP) portant sur la préparation d'un manuel d'analyse des pistes. ASAP a mentionné que le contenu de ce manuel, préparé pour le HS-748-2A, était basé sur les renseignements relatifs aux performances que contenait le manuel de vol de l'avion. Le manuel en vigueur au moment de l'accident datait du 1^{er} juin 1998. Les pages de ce manuel comportant les limites de masse à l'atterrissage dataient du 13 novembre 1997.

La page « Flaps 27 ½ Landing » (atterrissage volets sortis à 27 ½ degrés) de ce manuel indique, pour Kasabonika, des limites de masse à la montée en configuration d'approche et à l'atterrissage de 42 580 livres (avec eau-méthanol) à 30 degrés Celsius. À des températures inférieures à 20 degrés Celsius, la limite de masse en montée dépasse les 43 000 livres. Ces limites ont-elles été déterminées par ASAP de façon à permettre des performances de montée suffisantes au cas où l'équipage de conduite déciderait d'effectuer une approche interrompue. Les limites en configuration d'approche et d'atterrissage comportent un tableau de correction de température et elles ne sont pas spécifiques à une piste.

Un deuxième groupe de limites de masse de la page « Flaps 27 ½ Landing » (atterrissage volets sortis à 27 ½ degrés) est intitulé « Landing Runway Limit Weights » (limites de masse en fonction de la piste d'atterrissage). Des limites distinctes ont été établies pour les pistes 03 et 21. Pour ces deux pistes, la limite de masse indiquée était de 43 000 livres par vent nul et le vent arrière critique (vent arrière en-dessous duquel la masse limite ne varie pas) indiqué était de sept noeuds. Dans l'éventualité où le vent arrière aurait été supérieur au vent arrière critique, la pénalité se serait traduite par une réduction de la masse maximale de 390 livres par noeud de vent arrière. Le personnel d'ASAP a alors mentionné que dans le cas de pistes courtes comme celles de Kasabonika, l'effet de pente n'était pas assez important pour avoir un effet sur les limites de masse. La section « Landing Runway Limit Weights » (limites de masse en fonction de la piste d'atterrissage) d'ASAP ne mentionne aucun facteur de correction visant à contrer les effets de la température.

Après l'accident, Wasaya a déclaré que le manuel d'analyse des pistes d'ASAP mentionnait qu'avec une masse à l'atterrissage de 43 000 livres, l'appareil pouvait atterrir sur l'une ou l'autre des pistes de Kasabonika.

Le 24 août 1998, ASAP a révisé le manuel d'analyse des pistes. La page « Flaps 27 ½ Landing » (atterrissage volets sortis à 27 ½ degrés) révisée indique que pour les pistes 03 et 21, la masse maximale à l'atterrissage est de 43 000 livres. Pour les pistes 03 et 21, le nouveau vent arrière critique indiqué est de cinq et neuf noeuds, respectivement. Pour la piste 03, la pénalité indiquée est de 1 210 livres par noeud de vent arrière et, pour la piste 21, elle est de 350 livres par noeud. Après la révision, ASAP a affirmé ne pas croire que l'effet de la pente soit minimal sur de courtes pistes.

Le manuel de vol de l'avion contient un tableau intitulé « Landing Distance Required » (distance nécessaire à l'atterrissage) avec volets sortis à 27 ½ degrés qui tient compte des variables relatives à la masse de l'appareil, à l'altitude de l'aérodrome, au vent et à la pente des pistes. Selon l'atmosphère type internationale (ISA), la température associée à l'altitude de la piste est de 13,8 degrés Celsius. Le manuel de vol de l'avion mentionne que la réglementation existante n'exige aucune correction de la distance d'atterrissage en fonction de la température. Il mentionne de plus que lorsque la masse d'un appareil est supérieure à 41 500 livres, celui-ci ne doit pas atterrir avec un vent arrière avec ses volets sortis à 22 ½ degrés.

L'avionneur a été consulté quant aux performances d'atterrissage de l'appareil. Il a calculé la distance nécessaire à l'atterrissage à une altitude de seuil de 50 pieds en se servant du tableau reproduit dans le manuel de vol de l'avion, qui est valable pour une piste sèche avec revêtement en dur et dans des conditions ISA. En tenant compte de la masse de l'appareil, de l'altitude de la piste et d'une pente de piste descendante de 1,28 pour cent (pente moyenne de la piste 03 entre le point d'atterrissage et l'extrémité de celle-ci), la distance nécessaire à l'atterrissage qui a été calculée était de 3 570 pieds, laquelle comprenait un segment en vol de 1 330 pieds et un roulage au sol de 2 240 pieds. La distance nécessaire à l'atterrissage est la distance « nette » qu'il faut pour atterrir à partir d'une hauteur de 50 pieds. Elle est obtenue en multipliant par un facteur de sécurité de 1,67 les distances d'immobilisation « brutes » déterminées dans des conditions idéales pendant les essais de certification de l'appareil. La température n'est pas une variable faisant partie du tableau comme tel, mais un facteur de correction de température est mentionné dans une remarque l'accompagnant. Cette remarque souligne que la réglementation visant l'exploitation n'exige pas que l'on tienne compte des différences de température par rapport à l'ISA; cependant, la température a pour effet d'augmenter la distance d'atterrissage de 0,40 pour cent pour chaque degré Celsius au-dessus de la température ISA. En plus de la température, plusieurs autres facteurs ont un effet sur la distance d'atterrissage, mais ceux-ci ne sont pas mentionnés de façon spécifique dans les tableaux de performances. Parmi ces facteurs, on compte l'état de la surface des pistes autres que les pistes en dur, l'état des composants de l'appareil et les techniques de pilotage. L'avionneur a mentionné que les distances d'immobilisation de l'appareil risquaient d'être plus longues sur les surfaces en gravier que sur les surfaces en dur sèches utilisées pendant les essais de certification de l'appareil; cependant, aucun facteur de correction particulier n'est disponible pour les surfaces en gravier compacté. Le facteur de sécurité de 1,67 est calculé de façon à compenser les variations de température ordinaires, l'état de la surface de la piste, l'état des composants de l'appareil et les techniques de pilotage.

Par un calcul basé sur les données contenues dans le manuel de vol de l'avion et en prenant une masse à l'atterrissage de 42 284 livres ainsi qu'une pente de 1,16 pour cent (pente moyenne sur toute la piste), il a été établi que la distance nécessaire à l'atterrissage était de 3 510 pieds dans des conditions ISA et, après correction de la température, qu'elle était de 3 735 pieds. Dans un vent arrière de deux noeuds, la distance nécessaire à l'atterrissage était de 3 650 pieds et, après correction de la température, elle était de 3 887 pieds.

Le Règlement de l'aviation canadien (RAC) 705.56 interdit tout vol d'un appareil si sa masse à l'atterrissage excède la masse spécifiée en fonction de la longueur de la piste de destination, en tenant compte de l'altitude pression et de la température. Les distances d'immobilisation nettes tiennent compte de la variation de la température. Un calcul a révélé qu'après correction de la température, la distance d'immobilisation brute n'excéderait pas la distance disponible à l'atterrissage.

Le RAC 705.60 interdit tout vol d'un appareil dont la masse à l'atterrissage ne permet pas un atterrissage avec immobilisation complète sur moins de 70 pour cent de la distance d'atterrissage disponible. Parce que, en utilisant une pente de piste moyenne, la distance d'atterrissage requise était de 3 510 pieds dans des conditions ISA, la distance disponible à l'atterrissage était de 3 527 pieds.

1.20 Renseignements sur les organismes et la gestion

Les pilotes de Wasaya relèvent du pilote en chef, lequel relève du directeur des opérations aériennes. Le président de l'entreprise détient l'autorité ultime. Cette entreprise a reçu de Transports Canada l'autorisation d'effectuer certains contrôles compétence pilote (CCP) de ses employés. Le commandant en cause dans cet accident avait subi en 1996 un CCP aux commandes du HS-748 et, au moment de l'accident, il avait l'autorisation d'effectuer des contrôles compétence sur le Cessna 208.

1.21 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

L'inspection de la surface de la piste a révélé que pendant la course à l'atterrissage, les pneus de l'appareil avaient arraché de petits cailloux de la surface en argile dure de la piste. L'inspection des pneus a révélé la présence de petits cailloux, dont les dimensions correspondaient à celles des écorchures des traces de pneus qu'a laissées l'appareil pendant sa course à l'atterrissage, ainsi que de stries longitudinales à la surface des pneus, dont les dimensions correspondaient également à celles des petits cailloux qui se trouvaient à la surface de la piste. Les marques à la surface de la piste indiquent que le freinage était proche des limites de traction des pneus sur la piste en gravier.

2.0 *Analyse*

2.1 *Limites de masse à l'approche et à l'atterrissage*

La limite de masse à la montée en configuration d'approche fixée à 42 580 livres dans le manuel d'analyse des pistes d'ASAP étant supérieure à la masse à l'atterrissage calculée de 42 284 livres de l'appareil, les performances de remise des gaz de l'appareil n'auraient pas été compromises. Cependant, le fait que le devis de masse et centrage de l'équipage de conduite indique une masse maximale à l'atterrissage de 43 000 livres signifie que cette limite de masse à la montée en configuration d'approche et d'atterrissage n'a pas été respectée au moment de la préparation du vol. Wasaya avait raison de croire que, comme le manuel d'analyse des pistes le mentionnait, l'appareil pouvait atterrir sur l'une ou l'autre des pistes de Kasabonika à la masse de 43 000 livres, mais cela n'était vrai qu'à des températures inférieures à 20 degrés Celsius et non à une température ambiante de 30 degrés, comme celle qui prévalait au moment de l'accident.

Le manuel d'analyse des pistes d'ASAP en vigueur au moment de l'accident indiquait les mêmes limites de masse à l'atterrissage pour les pistes 03 et 21, car ASAP croyait que l'effet de la pente de la piste était minime sur une piste courte. Le tableau des distances nécessaires à l'atterrissage qui figure dans le manuel de vol de l'avion n'inclut pas la pente en tant que facteur et les modifications apportées au manuel d'ASAP après l'accident indiquent que l'on a tenu compte de la pente au moment de la révision. Les limites de masse à l'atterrissage qui étaient en vigueur au moment de l'accident n'ont aidé ni l'exploitant ni l'équipage de conduite à se rendre compte des effets du vent au moment des atterrissages à Kasabonika.

2.2 *Profil de descente*

L'équipage n'a besoin d'aucune autorisation pour descendre vers l'aéroport de Kasabonika; il détermine lui-même le point d'amorce de la descente, le profil de descente et les vitesses d'approche. L'équipage n'a pas activé le PAPI. Bien que l'équipage fût habitué de se rendre à Kasabonika, le fait que l'appareil se soit d'abord trouvé haut à l'approche et que, par la suite, il se soit trouvé suffisamment bas pour nécessiter davantage de puissance indique que l'utilisation d'un PAPI aurait pu aider l'équipage à placer l'appareil sur la pente de descente optimale. À l'approche, la pente descendante de la piste 03 a fourni à l'équipage des indices visuels trompeurs et il se peut que cela ait rendu plus difficile le guidage de l'appareil sur la pente de descente optimal.

2.3 *La piste de Kasabonika*

Bien que la pente de la piste de Kasabonika ne soit pas constante mais qu'elle augmente de façon soutenue de l'extrémité sud à l'extrémité nord de la piste et sur l'aire de dépassement de celle-ci, le CFS n'utilise qu'une seule valeur pour la décrire. Un avion à l'atterrissage ne fait pas de toucher des roues sur la première partie de la piste 03, c'est-à-dire celle qui est le plus de niveau; en pratique donc, un appareil qui atterrit ne touche pas la piste dans sa partie ou son angle de pente correspond à celui indiqué dans le CFS. La pente descendante croissante de la piste 03 a tendance à amplifier l'effet de toute situation qui se traduit par un toucher des roues plus loin sur la piste, ce qui fait que le reste de la piste est plus court et plus incliné. La pente descendante croissante de la piste se prolongeait sur l'aire de dépassement, laquelle présentait une pente descendante excédant quatre pour cent qui a augmenté davantage la distance nécessaire à l'immobilisation de l'appareil en cause dans cet accident.

2.4 *Vent*

Bien que des vents légers aient été signalés à Kasabonika, le manuel révisé d'analyse des pistes indique que les effets des vents arrière sont importants pendant les atterrissages sur la piste 03. Dans la région, les vents soufflaient du sud et il se peut qu'un léger vent arrière provenant du sud ait perturbé l'appareil au moment de son atterrissage sur la piste 03.

2.5 *Décélération*

Bien qu'après le toucher des roues les membres de l'équipage aient perçu le freinage de l'appareil comme étant moins efficace que d'habitude, l'inspection de l'appareil après l'accident a révélé que ses freins avaient absorbé une énergie considérable et que ses pneus étaient à la limite d'adhérence à la surface de la piste. Le commandant a affirmé avoir placé les hélices à la position petit pas sol au toucher des roues. Cependant, le retentissement du klaxon d'alarme FFPS indique que les hélices n'ont pas atteint la position petit pas sol avant qu'environ cinq secondes ne se soit écoulées après le toucher des roues. Aucune anomalie mécanique ni électrique indiquant une panne du système FFPS n'a été décelée; il est donc probable que les hélices n'ont atteint la position petit pas sol que plus de cinq secondes après le toucher des roues. Le pylône de commande ayant été abîmé pendant l'accident et l'attention de l'équipage de conduite ayant été davantage concentrée sur ce qui se passait à l'extérieur du poste de pilotage, les renseignements ont été insuffisants pour déterminer si le levier FFPS avait été placé en retard à la position petit pas sol ou s'il avait d'abord été placé à la position petit pas sol, s'était ensuite déplacé à la position petit pas vol, puis avait été replacé à la position petit pas sol.

2.6 *Distance nécessaire à l'atterrissage*

Les calculs de la distance d'atterrissage ont révélé que, compte tenu de la masse à l'atterrissage de l'appareil et de la pente moyenne de la piste 03 de Kasabonika, la distance nécessaire à l'atterrissage dans des conditions ISA était de 3 510 pieds, ce qui est inférieur à la longueur de la piste disponible qui est de 3 527 pieds. Lorsque la distance nécessaire à l'atterrissage a été calculée en tenant compte de la pente du reste de la piste à partir du point de toucher des roues de l'appareil, cette distance dans des conditions ISA excédait la longueur de la piste de Kasabonika. Lorsque la distance nécessaire à l'atterrissage a été calculée en tenant compte du vent arrière de deux noeuds mesuré à la station d'observation météorologique la plus proche et figurant comme prévision régionale, la distance nécessaire à l'atterrissage excédait la distance disponible. Lorsqu'une correction de température a été apportée à l'un des trois scénarios décrits ci-dessus, la distance nécessaire à l'atterrissage excédait la distance disponible. Bien que le manuel de vol de l'avion n'exige pas une telle correction de température, la distance d'atterrissage corrigée indique que la température ambiante élevée qui prévalait le jour de l'accident a contribué à réduire le facteur de sécurité de 1,67 intégré aux tableaux de performances à l'atterrissage préparés par l'avionneur.

Puisque la variation de température était prise en compte dans les performances nettes qui figuraient au manuel de vol de l'avion, et que la distance d'immobilisation brute modifiée par un facteur de correction pour la température aurait quand même été inférieure à la distance disponible à l'atterrissage, les exigences du RAC 705.56 ont été respectées.

Puisque la distance disponible à l'atterrissage était de 3 527 pieds et que la distance nécessaire à l'atterrissage était de 3 527 pieds, la masse de l'appareil à l'atterrissage ne lui a pas permis de s'immobiliser sur 70 pour cent de la distance disponible à l'atterrissage, ce qui fait que les exigences du RAC 705.60 n'ont pas été respectées. Le manuel d'analyse des pistes d'ASAP ne tenait pas compte des exigences du RAC 705.60.

Le point de toucher des roues de l'appareil, à 1 469 pieds du seuil de la piste 03, s'est trouvé un peu plus loin sur la piste que le point de toucher des roues déterminé par le constructeur lorsqu'il avait calculé la distance nécessaire à l'atterrissage de l'appareil. Le choix de la piste 03 pour atterrir ainsi que le toucher tardif des roues ont fait que la distance nécessaire à l'atterrissage de l'appareil a excédé la distance de piste restante, dans des conditions ISA. Bien que la distance nécessaire à l'atterrissage calculée par le constructeur incluait un facteur de sécurité de 1,67, ce dernier a été réduit par l'effet combiné de l'atterrissage long, de la température ambiante élevée, de la surface en gravier de la piste, d'un éventuel vent arrière et d'un probable manque temporaire de freinage des hélices.

3.0 *Conclusions*

3.1 *Faits établis*

1. D'après les dossiers, le commandant et le premier officier possédaient les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.
2. D'après les dossiers de maintenance, l'aéronef était certifié et entretenu conformément à la réglementation en vigueur.
3. Rien n'indique que le comportement de l'équipage ait été compromis par des facteurs physiologiques.
4. Le manuel d'analyse des pistes d'ASAP ne tenait pas compte des exigences du RAC 705.60 et il n'aidait ni l'exploitant ni l'équipage de conduite à se rendre compte des effets du vent au moment des atterrissages à Kasabonika.
5. Les limites de masse à la montée en configuration d'approche et à l'atterrissage indiquées dans le manuel d'analyse des pistes d'ASAP n'ont pas été respectées au moment de la préparation du vol.
6. À cause de sa masse à l'atterrissage, l'appareil ne pouvait pas s'immobiliser sur 70 pour cent de la distance disponible à l'atterrissage, ce qui fait que les exigences du RAC 705.60 n'ont pas été respectées.
7. Pendant l'approche, l'équipage n'a pas utilisé le PAPI.
8. La pente de la piste 03 n'est pas constante, mais elle augmente de façon soutenue de l'extrémité sud à l'extrémité nord de la piste et sur l'aire de dépassement de celle-ci.
9. L'appareil a atterri en un point situé à 1 469 pieds du seuil de la piste; sur les 2 057 pieds restants, la pente descendante était de 1,28 pour cent.
10. Les hélices de l'appareil n'ont probablement pas atteint la position petit pas sol avant qu'au moins cinq secondes ne se soit écoulées après l'atterrissage.
11. Sans correction de température, la distance nécessaire à l'atterrissage calculée, qui tient compte de la pente moyenne de la piste et du facteur de sécurité de 1,67, était inférieure à la longueur de piste disponible.
12. Le facteur de sécurité a été réduit et annulé par l'effet combiné de l'atterrissage long, de la température ambiante élevée, de la surface en gravier ainsi que de la pente croissante de la piste, d'un éventuel vent arrière et d'un probable manque temporaire de freinage des hélices.

3.2 *Causes*

L'appareil a atterri en un point qui ne lui a pas permis de s'immobiliser dans les conditions qui prévalaient. Ont contribué à cet accident l'absence de mise immédiate au petit pas sol des hélices et le choix de la piste 03 pour atterrir. Il se peut également que les renseignements erronés que contenait le manuel d'analyse des pistes en vigueur au moment de l'accident aient été un facteur contributif.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

En mars 1998, Transports Canada a constitué le Groupe de travail sur les normes de performances. Ce dernier comprend un sous-comité traitant de l'utilisation des pistes en gravier qui a été chargé d'étudier les problèmes relatifs aux opérations sur ce type de pistes.

Le 10 août 1998, l'exploitant de l'appareil a publié une note de service à l'attention de ses équipages de conduite. Cette note de service mettait en garde les équipages contre les atterrissages sur des pistes à pente descendante et leur indiquait d'atterrir sur la piste 21 de Kasabonika en présence de vents légers.

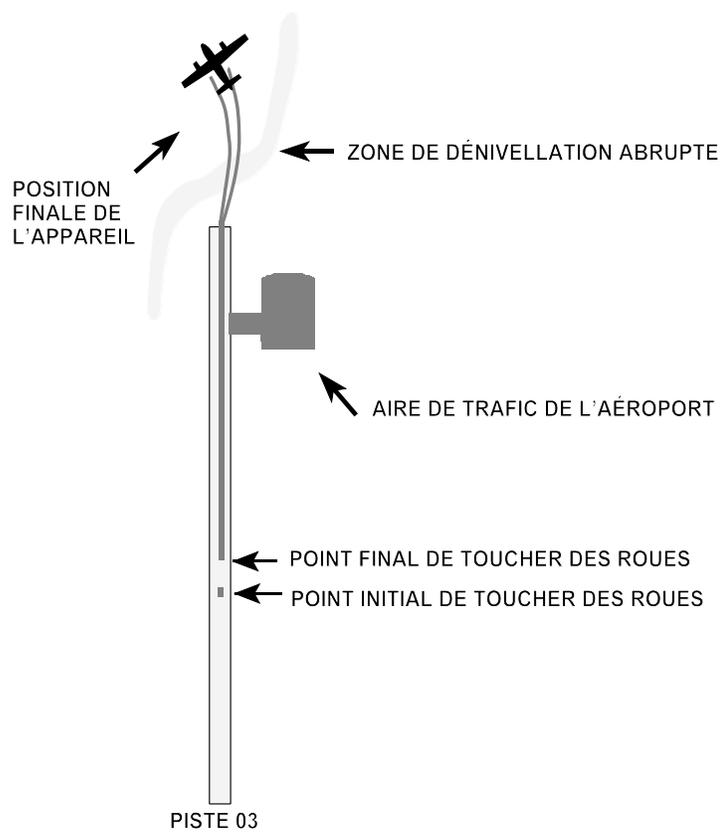
Le 24 août 1998, les données résultant de l'analyse des pistes effectuée par ASAP et modifiées pour tenir compte des effets de la pente des pistes ont été distribuées aux exploitants canadiens du HS-748.

Durant l'automne 1998, l'exploitant de l'aéroport a commencé à réaménager l'aire de dépassement de la piste. La pente de l'aire de dépassement de la piste a été adoucie afin d'éliminer la dénivellation abrupte qui existait sur l'aire de dépassement au moment de l'accident. Beaucoup de rochers ont également été retirées de cette aire de dépassement.

Transports Canada a entrepris des démarches pour éliminer les divergences entre le manuel de vol du HS-748 et le RAC.

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 29 septembre 1999 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Maurice Harquail, Charles Simpson et W.A. Tadros.

Annexe A - Schéma de la piste et du roulage au sol



Annexe B - Liste des rapports de laboratoire pertinents

L'enquête a donné lieu aux rapports pertinents suivants :

LP 92/98 - FDR-CVR Analysis (Analyse de l'enregistreur de données de vol et de l'enregistreur de la parole dans le poste de pilotage)

LP 111/98 - Examination of Brake and Propeller System Components (Examen des composants du circuit de freinage et des hélices)

Annexe C - Sigles et abréviations

agl	au-dessus du sol
AFM	manuel de vol de l'avion
ARCAL	balisage lumineux d'aérodrome télécommandé
ASAP	Automated Systems in Aircraft Performance Inc.
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CCP	contrôle compétence pilote
CFS	Supplément de vol-Canada
CVR	enregistreur de la parole dans le poste de pilotage
FDR	enregistreur de données de vol
FFPS	butée petit pas vol
GPS	système de positionnement mondial
HAC	heure avancée du Centre
ISA	atmosphère type internationale
PAPI	indicateur de trajectoire d'approche de précision
PF	pilote aux commandes
PNF	pilote qui n'est pas aux commandes
RAC	Règlement de l'aviation canadien
Wasaya	Wasaya Airways Ltd
WAT	limites masse-altitude-température-longueur de piste