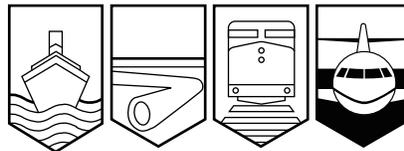


Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

# RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT AÉRONAUTIQUE A00H0004



**SORTIE EN BOUT DE PISTE**

**BOEING 727-200A N806MA  
MIAMI AIR INC.  
OTTAWA (ONTARIO)  
LE 15 SEPTEMBRE 2000**

**Canada**

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

## Rapport d'enquête sur un accident aéronautique

### Sortie en bout de piste

Boeing 727-200A N806MA

Miami Air Inc.

Ottawa (Ontario)

Le 15 septembre 2000

### Rapport numéro A00H0004

#### *Sommaire*

Le Boeing 727-200A de Miami Air, numéro de série 22437, arrivait de Miami (Floride) et était en rapprochement de l'aéroport international d'Ottawa / MacDonald-Cartier (Ontario). À bord se trouvaient neuf membres d'équipage, mais aucun passager. L'équipage de conduite a effectué une approche au radar vers la piste 07 à l'aide du système d'atterrissage aux instruments (ILS) et du pilote automatique. Les déporteurs ont été sortis pendant la descente et l'approche pour ralentir l'avion. Lorsque les volets ont été sélectionnés la première fois, l'avertisseur sonore de configuration s'est fait entendre. L'équipage de conduite a alors rentré les déporteurs pour faire taire l'avertisseur. L'avion s'est mis en palier à 2 000 pieds au-dessus de la mer en ligne avec le faisceau d'alignement de piste pendant environ 30 secondes jusqu'à ce que l'avion intercepte et descende sur le faisceau d'alignement de descente. Douze secondes plus tard, l'avion s'est mis en palier à 1 850 pieds pendant 10 secondes, puis a commencé à descendre.

L'avion a survolé le repère d'approche finale (FAF) à l'altitude appropriée à une vitesse indiquée d'environ 180 noeuds; la vitesse d'approche applicable, si on tient compte de la masse de l'avion, était de 130 noeuds. Dix secondes plus tard, l'avion s'est mis de nouveau en palier. Le pilote a alors débrayé le pilote automatique et a pris les commandes pour intercepter de nouveau le faisceau d'alignement de descente. Alors que l'avion arrivait à 1 000 pieds au-dessus du sol (agl), l'équipage a établi le contact visuel avec la piste. L'avion a franchi le seuil de piste à une vitesse indiquée de 160 noeuds à 110 pieds agl. L'avion a touché des roues à 3 800 pieds au-delà du seuil de piste à une vitesse indiquée de 148 noeuds. L'équipage a sélectionné le ralenti poussée inverse et a serré les freins doucement. Alors que l'avion s'approchait de l'extrémité de piste, l'inversion de poussée a été appliquée à fond et les freins ont été serrés à fond. L'avion s'est immobilisé à 00 h 42, heure avancée de l'Est, à 234 pieds au-delà de l'extrémité de piste. L'avion n'a pas été endommagé. Les membres de l'équipage n'ont pas été blessés.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

La masse et le centrage de l'appareil se trouvaient dans les limites permises. La masse de l'avion à l'atterrissage au moment de l'accident était d'environ 130 000 livres. Selon les documents de Miami Air, la  $V_{ref}^1$  pour cette masse doit être de 126 noeuds. L'avionneur indique qu'une  $V_{ref}$  de 124 noeuds est appropriée pour cette masse à l'atterrissage, masse qui devrait normalement se traduire par une vitesse au toucher des roues de 117 noeuds.

Le manuel d'exploitation de Miami Air décrit les procédures que doit suivre l'équipage de conduite au cours d'une descente et d'une approche normales. La section traitant des approches stabilisées indique que l'avion devrait avoir été stabilisé à la vitesse d'approche appropriée au moment du survol du repère d'approche finale (FAF). Dans cette section du manuel, on n'indique pas ce que l'équipage de conduite doit faire si l'approche n'est pas stabilisée, mais dans d'autres sections du manuel on suggère d'effectuer une remise des gaz ou une approche interrompue.

Le manuel d'exploitation de Miami Air indique que l'avion devrait toucher des roues à 1 000 pieds (point idéal) au-delà du seuil de piste. Le manuel indique également qu'il est acceptable de toucher des roues à 500 pieds du point idéal de toucher des roues. Le dossier d'information *Miami Air B-727 Home Study* qui traite de l'exploitation en hiver fournit aux équipages de conduite les procédures recommandées pour les atterrissages sur pistes mouillées ou glissantes. Le dossier d'information indique que l'avion ne devrait pas flotter pendant l'arrondi, mais qu'il devrait plutôt être amené fermement vers le point visé sur la piste, et ce même si la vitesse est trop élevée. La technique normale d'atterrissage du commandant de bord, comme le révèle le présent accident, consistait à tenter un atterrissage en douceur en posant doucement l'appareil sur la piste. Les calculs faits à partir des données fournies par l'enregistreur de données de vol (FDR) indiquent que l'avion a touché des roues à quelque 3 800 pieds au-delà du seuil de la piste 07. Le contrôleur a vu l'avion toucher des roues entre les voies de circulation Echo et Foxtrot. Cette observation correspond aux données du FDR.

La piste 07 de l'aéroport international d'Ottawa / MacDonald-Cartier mesure 8 000 pieds de longueur sur 200 pieds de largeur, et sa surface est asphaltée. Il y avait des morceaux de caoutchouc sur la partie comprise entre les 2 000 et 1 000 derniers pieds de la piste 07. Ces débris provenaient des avions qui avaient atterri sur la piste 25. La piste 07 était mouillée au moment de l'accident, mais il n'y avait pas d'eau stagnante. Le cap magnétique de la piste et celui du faisceau d'alignement de piste sont orientés au 071 degrés (57 degrés vrai), et l'angle de la trajectoire de descente est de 3 degrés. La piste est desservie par un système d'atterrissage aux instruments (ILS). Nav Canada a fait une vérification en vol de l'ILS environ 15 heures après l'accident, et le système respectait les tolérances techniques acceptables.

On a examiné les pneus et la piste à la recherche de signes d'aquaplanage. Les pneus ne montraient aucune zone de dévulcanisation ni signe d'usure excessive qui indiquerait de l'aquaplanage ou un blocage des roues. La piste ne montrait aucun signe de vapeur de

---

<sup>1</sup>

$V_{ref}$  est la vitesse à laquelle l'avion devrait franchir le seuil de piste à 50 pieds au-dessus du sol (agl).

dévilcanisation du caoutchouc, ce qui indique qu'il n'y a pas eu d'aquaplanage. Le FDR révèle qu'il n'y a pas eu de déviation de cap significative, signe qu'il n'y a pas eu de dérapage latéral. Il y avait de légères traces de dérapage provenant des trois trains d'atterrissage sur les 75 derniers pieds de la piste. Le train avant de l'avion n'était pas équipé de freins; les traces de dérapage de ce train sont attribuables au virage de dernière minute pour éviter les feux d'approche.

La société Boeing a utilisé les données de décélération longitudinale fournies par le FDR pour calculer le freinage. À partir du paramètre obtenu, le coefficient de freinage pour le vol ayant mené à l'accident a été calculé en se servant des données aérodynamiques connues et homologuées pour l'avion. Une analyse poussée du coefficient de freinage a ensuite été faite pour établir le pourcentage de la force de freinage fournie par les freins, par l'inversion de poussée et par le freinage aérodynamique. Il a été constaté que quatre secondes après le toucher des roues, les freins ont été serrés et l'inversion de poussée a été sélectionnée. Pendant les six secondes qui ont suivi, la force de freinage fournie par les freins a été de quelque 5 %, la force de freinage fournie par l'inversion de poussée a été de quelque 27 %, et la force de freinage restante a été fournie par la traînée aérodynamique. La force de freinage fournie par les freins a ensuite augmenté pendant les 10 secondes suivantes pour finalement atteindre 70 %. La force de freinage fournie par l'inversion de poussée a augmenté momentanément à 35 %, 13 secondes après le toucher des roues, puis a diminué peu à peu à 20 %, 20 secondes après le toucher des roues. Dans les 9 dernières secondes, le pourcentage de la force de freinage fournie par les freins a augmenté brusquement à plus de 95 %, avec l'inversion de poussée sélectionnée jusqu'à l'arrêt complet de l'avion.

L'avion a été inspecté par le personnel de maintenance de Miami Air après l'accident. Le personnel a remplacé l'unité de commande du système antidérapage et du freinage automatique et a établi que les autres composantes de l'avion étaient utilisables. L'unité de commande du système antidérapage et du freinage automatique a été envoyée au fabricant pour qu'il effectue des essais. L'unité a passé toutes les vérifications de réception et il a été déterminé qu'elle était en bon état de service. Pendant le vol ayant mené à l'accident, le système antidérapage était en marche; le freinage automatique ne l'était pas.

Le diagramme des distances d'atterrissage sur piste mouillée du Boeing 727 (B727) indique une distance d'atterrissage d'environ 3 600 pieds (incluant une distance de 1 000 pieds pour l'arrondi) si les volets sont sortis à 30 degrés, si la masse de l'avion est de 130 000 livres, si le vent est nul, si les freins manuels sont serrés à fond et si l'inversion de poussée est utilisée à fond, quand la piste est mouillée. Le diagramme fournit un système de compensation pour la vitesse : pour toute valeur de 5 noeuds au-dessus de  $V_{ref}$ , il faut rallonger la distance d'atterrissage de 155 pieds. Vu que l'avion a franchi le seuil de piste à 160 noeuds, il faut rallonger la distance d'atterrissage d'environ 1 050 pieds, ce qui donne une distance totale de 4 650 pieds au-delà du seuil de piste ou une distance de freinage de 3 650 pieds. Le fait de franchir le seuil de piste à une hauteur de 110 pieds agl rallongerait d'environ 1 000 pieds la distance d'atterrissage.

Les membres de l'équipage de conduite possédaient les licences et les qualifications nécessaires au vol. Le commandant de bord totalisait environ 15 000 heures de vol, dont 8 000 sur B727. Le copilote totalisait quelque 5 700 heures de vol, dont 500 sur B727. Le mécanicien navigant totalisait quelque 4 000 heures de vol à ce titre et il était mécanicien d'aéronef depuis 29 ans.

Le rapport météo émis à 00 h 00, heure avancée de l'Est (HAE)<sup>2</sup>, faisait état des conditions suivantes : quelques nuages à 200 pieds agl, couche de nuages fragmentés estimée à 2 200 pieds agl, ciel couvert estimé à 4 500 pieds agl, visibilité de deux milles dans de la pluie modérée et du brouillard, température de 14 degrés Celsius, vents du 120 degrés vrai à 6 noeuds, calage altimétrique de 29,69 pouces de mercure. Le rapport météo émis à 00 h 33, soit le dernier rapport publié avant l'accident, faisait état des conditions suivantes : plafond mesuré à 500 pieds agl avec nuages fragmentés, ciel couvert à 2 200 pieds agl, visibilité de 6 milles dans de la faible pluie et du brouillard causé par la pluie récente, vents du 120 degrés vrai à 6 noeuds. Aucune mesure de température, de point de rosée ni de calage altimétrique n'a été prise.

L'équipage de conduite a reçu le rapport météo publié à 00 h 00 du service automatique d'information de région terminale (ATIS), mais n'a pas reçu le rapport publié à 00 h 33. Le contrôleur a la responsabilité de mettre à jour l'ATIS pendant les heures creuses à l'aide des rapports de temps présent qu'il reçoit de l'observateur météorologique. Les rapports de temps présent pour les contrôleurs sont affichés sur les écrans du système d'affichage de l'information opérationnelle (OIDS) aux postes de contrôle. Chaque fois qu'un nouveau rapport météo est publié, l'écran de l'OIDS change pour se mettre à jour et afficher les conditions les plus récentes. Un second ordinateur utilisant Microsoft Windows pour faire fonctionner des logiciels d'exploitation affiche alors le message « *new weather* » à l'écran. Ce système est situé au poste du spécialiste opérationnel de la circulation aérienne (ATOS) qui se trouve à gauche et derrière le poste du contrôleur d'aéroport; ce système est utilisé, en partie, pour consigner les mouvements d'aéronefs et compiler les renseignements de l'ATIS.

Par expérience, les contrôleurs s'attendent à recevoir les rapports météo horaire 5 à 8 minutes après l'heure, et ils consultent leur ordinateur à peu près à ce moment pour vérifier l'arrivée des rapports. Quand un rapport météo spécial est publié, une copie est envoyée par télécopieur à la tour. Si le contrôleur ne regarde pas l'écran OIDS au moment où les conditions sont mises à jour ou s'il ne regarde pas les ordinateurs du poste ATOS ou s'il est assis devant l'ordinateur ATOS mais qu'il travaille dans un des logiciels d'exploitation, le message « *new weather* » qui est automatiquement généré ne sera pas visible, et le contrôleur ne saura pas que des renseignements météo viennent d'être publiés. Le télécopieur n'est pas équipé d'un dispositif pour signaler l'arrivée d'une télécopie. La nuit de l'accident, un rapport météo spécial a été publié à 00 h 33, et une copie a été envoyée par télécopieur à la tour, mais au moment de l'accident, le contrôleur ne savait pas qu'un rapport météo spécial avait été publié.

Le contrôleur d'aéroport a informé l'équipage de conduite que les véhicules de secours des Services d'intervention d'urgence (SIU) étaient en route; les véhicules de secours sont arrivés peu de temps après. Pendant que les véhicules de secours se dirigeaient vers l'avion, le surveillant des SIU a communiqué par radio avec le contrôleur d'aéroport pour lui demander le nombre de personnes à bord, la quantité de carburant qui restait et s'il y avait des marchandises dangereuses à bord. Le contrôleur n'avait pas ces renseignements. Conformément au *Règlement de l'aviation canadien*, l'aéroport d'Ottawa possède un plan d'intervention d'urgence documenté. Ce plan dresse une liste des tâches que le contrôleur d'aéroport doit effectuer en cas d'accident d'aviation à l'aéroport. Il faut d'abord déclencher l'alarme en cas d'accident. Il faut ensuite

---

<sup>2</sup>

Les heures sont exprimées en HAE (temps universel coordonné [UTC] moins quatre heures).

transmettre aux SIU par radio le nombre de personnes à bord et la quantité de carburant qui reste et signaler la présence de toute marchandise dangereuse à bord.

## *Analyse*

Un examen de l'avion et de ses systèmes effectué après l'accident a révélé que les freins étaient utilisables. Il a été conclu que l'avion n'avait pas effectué d'aquaplanage. Les traces de dérapage observées sur les 75 derniers pieds de la piste révèlent que les freins ont fonctionné. Si l'équipage avait franchi le seuil de piste à la bonne hauteur et à la bonne vitesse, l'avion aurait pu facilement s'immobiliser sur la piste mouillée. Vu la hauteur et la vitesse de franchissement du seuil, il aurait été possible d'immobiliser l'avion sur la piste en réglant le système automatique de freinage à moyenne intensité.

La technique utilisée pendant la descente et l'approche a contribué à l'instabilité de l'approche. Il n'y a pas eu de remise des gaz. L'approche n'étant pas stabilisée, l'avion était trop haut et sa vitesse était trop élevée quand il franchi le seuil de piste. Cette situation, combinée à une technique d'atterrissage manquant d'agressivité, a fait que la vitesse de l'avion au toucher des roues était élevée et l'avion a fait un atterrissage long. Cette dernière situation, combinée à un freinage et à un réglage de l'inversion de poussée tardifs et pas assez agressifs, a fait que l'avion est sorti est bout de piste.

L'équipage de conduite a eu plusieurs occasions de corriger la vitesse et la hauteur de l'avion pendant l'approche et l'atterrissage. Les deux mises en palier involontaires révèlent que l'équipage de conduite a utilisé le pilote automatique de façon inefficace pendant l'approche. Le commandant de bord a tenté de ralentir l'avion en sortant les déporteurs, mais quand l'avertisseur sonore de configuration s'est déclenché, il les a rentrés. L'approche n'était pas stabilisée au moment où l'avion a survolé la radioborne extérieure, contrairement aux exigences du manuel d'exploitation relatives aux manoeuvres de descente et d'approche normales. Dans cette section du manuel, on n'indique pas aux pilotes quand ils devraient amorcer une approche interrompue ni quand ils devraient remettre les gaz si l'approche n'est pas stabilisée; toutefois, l'équipage de conduite aurait pu effectuer une ou l'autre de ces manoeuvres au lieu de poursuivre l'atterrissage. De plus, le commandant de bord a décidé d'allonger l'arrondi pour faire un atterrissage en douceur. Vu que la vitesse d'atterrissage était plus élevée, il fallait s'attendre à ce que l'avion flotte sur une bonne distance.

Le contrôleur d'aéroport n'a pas effectué toutes les tâches qui figurent sur la liste de vérifications du plan d'intervention d'urgence de l'aéroport d'Ottawa en cas d'accident à l'aéroport. Le contrôleur a déclenché l'alarme, puis a parlé à l'équipage de conduite, mais il n'a pas demandé combien il y avait de personnes à bord, combien il restait de carburant ni s'il y avait des marchandises dangereuses dans l'avion. Quand les véhicules de secours se sont approchés de l'avion, le personnel de secours aurait eu besoin de cette information, mais le contrôleur n'avait pas les renseignements. Pour leur propre sécurité et pour la sécurité des occupants de l'avion, les personnes à bord des véhicules de secours doivent être informées le plus tôt possible des dangers qui les guettent.

Un rapport météo spécial a été publié pendant l'approche sur l'aéroport d'Ottawa. L'équipage de conduite n'a pas été informé des changements aux conditions météo. Les nouvelles

conditions étaient très différentes de celles qui leur avaient été communiquées plus tôt. Le contrôleur d'aéroport, qui avait la responsabilité d'informer l'équipage de conduite de tout nouveau renseignement concernant les conditions météo, ne s'était pas rendu compte qu'un nouveau rapport avait été publié. Les changements dans les conditions météo n'ont joué aucun rôle dans l'accident. Il n'y a pas de méthode normalisée dans le milieu du contrôle aérien pour prévenir les contrôleurs qu'un nouveau rapport météo a été publié. C'est pourquoi il arrive que les contrôleurs ne se rendent pas compte qu'il y a de nouveaux renseignements météo qu'il leur faudrait transmettre aux équipages de conduite.

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

LP 96/2000 - *Anti-Skid Brake Control Unit* (Unité de commande antidérapage des freins).

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

1. L'approche n'était pas stabilisée en raison de la technique utilisée pendant la descente et l'approche, et l'équipage n'a pas fait de remise des gaz.
2. Vu que l'approche n'était pas stabilisée, l'avion était trop haut et sa vitesse était trop élevée quand il a franchi le seuil de piste.
3. L'avion étant trop haut et sa vitesse étant trop élevée quand il a franchi le seuil de piste et l'équipage ayant utilisé une technique d'atterrissage manquant d'agressivité, la vitesse au toucher des roues était trop élevée et l'avion a fait un atterrissage long.
4. L'atterrissage long et la vitesse trop élevée au toucher des roues, ainsi qu'un freinage et un réglage de l'inversion de poussée tardifs et pas assez agressifs ont fait que l'avion est sorti en bout de piste.

### *Faits établis quant aux risques*

1. Les véhicules de secours se sont approchés de l'avion sans que le personnel des services d'intervention d'urgence (SIU) sache combien il y avait de personnes à bord, combien de carburant il restait et s'il y avait des marchandises dangereuses à bord. Le contrôleur d'aéroport n'avait pas ces renseignements pour les transmettre aux SIU, ce qui peut avoir retardé ou gêné l'intervention des SIU, et par le fait même compromis la sécurité du personnel des SIU et des occupants de l'avion.
2. Il n'y a pas de méthode normalisée dans le milieu du contrôle aérien pour prévenir les contrôleurs qu'un nouveau rapport météo a été publié. C'est pourquoi il arrive que les contrôleurs ne se rendent pas compte qu'il y a de nouveaux renseignements météo qu'il leur faudrait transmettre aux équipages de conduite.

## *Autres faits établis*

1. Les freins de l'avion étaient utilisables.
2. La sortie de piste n'a pas été causée par de l'aquaplanage.

## *Mesures de sécurité*

Nav Canada a examiné les procédures de l'aéroport d'Ottawa concernant la transmission des renseignements essentiels aux services d'urgence lorsqu'ils répondent à une situation d'urgence et il a informé tous les contrôleurs de l'unité qu'ils doivent obtenir des renseignements détaillés sur la situation et les transmettre à qui de droit, conformément au plan d'intervention d'urgence.

Le 14 mai 2001, Transports Canada a publié la circulaire de la sécurité des aéroports n° ASC2001-008 pour informer les exploitants d'aéroports et les exploitants aériens de la mise en oeuvre au pays d'une fréquence radio discrète qui va permettre aux membres d'équipage de conduite de communiquer directement avec le pompier responsable de l'équipe des pompiers de l'aéroport. Cette nouvelle fréquence est maintenant à la disposition de presque toutes les équipes de pompiers des aéroports, et elle doit être accessible à toutes les équipes de pompiers des aéroports d'ici la fin du mois de décembre 2001.

*Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 31 octobre 2001.*