



# RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A12A0082



## **SORTIE EN BOUT DE PISTE**

**VOLGA-DNEPR AIRLINES  
AVION ILYUSHIN IL-76TD-90VD, RA-76511  
ST. JOHN'S (TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR)  
13 AOÛT 2012**

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

## Rapport d'enquête aéronautique A12A0082

### Sortie en bout de piste

Volga-Dnepr Airlines

Avion Ilyushin IL-76TD-90VD, RA-76511

St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador)

13 août 2012

### *Résumé*

Le 13 août 2012, un avion Ilyushin IL-76TD-90VD exploité par Volga-Dnepr Airlines (immatriculé RA-76511, numéro de série 94-08), qui assure le vol VDA4118, quitte Prestwick, en Écosse, pour se rendre à l'aéroport international de St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador). Il s'agit d'un vol régulier de transport de marchandises et 10 membres d'équipage se trouvent à bord. Après une approche à l'aide du système d'atterrissage aux instruments, l'avion se pose sur la piste 11 à 16 h 12, heure avancée de Terre-Neuve. Après le toucher des roues, l'équipage est incapable d'immobiliser l'avion avant l'extrémité de la piste. L'avion finit par s'arrêter dans le gazon, le train avant à quelque 640 pieds au-delà de la bande d'extrémité de piste en dur. Personne n'est blessé et les dommages subis par l'avion se limitent à des coupures et à du caoutchouc fondu à certains endroits sur les pneus du train d'atterrissage principal. L'accident survient en plein jour. La sortie en bout de piste ne déclenche pas l'émetteur de localisation d'urgence.

*This report is also available in English.*

## *Renseignements de base*

### *Déroulement du vol*

Avant la descente, l'équipage a effectué ses vérifications pré-approche. Il a notamment constaté que les conditions météorologiques à l'aéroport international de St. John's (CYYT) se prêtaient à un atterrissage. Au cours de la descente, l'équipage a reçu du service automatique d'information de région terminale le message HOTEL contenant l'information suivante : vent du 170° magnétiques (M) à 3 nœuds, visibilité de 1 ½ mille terrestre avec bruine et ciel couvert à 300 pieds au-dessus du niveau du sol (agl). Compte tenu de cette information, et du fait que la piste 11 était la plus longue piste, l'équipage a décidé de tenter une approche en vue d'un atterrissage aux instruments (ILS) sur cette piste.

À partir d'une masse à l'atterrissage prévue de 140 tonnes et des données figurant dans les tableaux de performance du manuel de vol de l'avion, l'équipage a calculé que la distance d'atterrissage était de 4068 pieds (1240 m), ce qui comprenait une distance d'arrêt de 2707 pieds (825 m)<sup>1</sup>.

Conformément au manuel de vol de l'avion, l'équipage a calculé une vitesse d'approche de 240 km/h<sup>2</sup>. L'équipage a envisagé la possibilité de turbulence et de givrage; pour en tenir compte, il a rajusté la vitesse d'approche à 250 km/h.

À environ 16 h 10<sup>3</sup>, l'avion était stabilisé sur les faisceaux d'alignement de piste et de descente ILS de la piste 11. Environ 2 minutes plus tard, l'équipage a repéré la piste. Pendant l'approche finale, l'équipage a reçu de la tour des renseignements à jour sur les vents (260 °M à 5 nœuds). Cette direction et cette vitesse auraient entraîné un vent arrière de 3 nœuds, valeur qui se trouvait à l'intérieur des limites de l'avion. Avant le franchissement du seuil, l'équipage a remarqué que la piste était dégagée et mouillée et qu'elle ne présentait pas de flaques d'eau stagnante.

L'avion a franchi le seuil à une altitude approximative de 59 pieds (18 m)<sup>4</sup> agl à une vitesse de 252 km/h (136 nœuds), les manettes de poussée étant réglées à 29 %. Presque immédiatement, l'assiette en cabré a augmenté et le taux de descente a diminué. Environ 3 secondes après le franchissement du seuil, les manettes de poussée ont été placées à 35 % pendant 2 secondes. Les

---

<sup>1</sup> Ce calcul était fondé sur l'utilisation de 2 inverseurs de poussée seulement.

<sup>2</sup> Vitesse indiquée, telle que consignée par l'enregistreur de données de vol.

<sup>3</sup> Les heures sont exprimées en heure avancée de Terre-Neuve-et-Labrador (temps universel coordonné moins 2,5 heures).

<sup>4</sup> La tolérance cible au chapitre de la hauteur de franchissement est de 15 mètres, ±5 mètres.

manettes de poussée ont été ramenées au régime de ralenti, lequel a été atteint 8 secondes après que l'avion eut franchi le seuil. À ce moment, l'avion se trouvait à environ 2000 pieds au-delà du seuil et se déplaçait à une vitesse de 241 km/h (130 nœuds). 7 secondes plus tard, l'avion s'est posé sur le sol à une vitesse de 219 km/h (118 nœuds), à 3570 pieds au-delà du seuil. L'avion a alors rebondi, et 3 secondes plus tard, a atterri à 4220 pieds<sup>5</sup> au-delà du seuil<sup>6</sup> à une vitesse de 210 km/h (113 nœuds).

Moins de 2 secondes après l'atterrissage, la poussée maximale d'inversion a été appliquée aux moteurs 1 et 4<sup>7</sup>, puis les déporteurs (aérofreins) ont été déployés<sup>8</sup>. Environ 13 secondes plus tard, à environ 117 km/h (63 nœuds) et 7360 pieds au-delà du seuil (1142 pieds de l'extrémité), la poussée d'inversion des moteurs 1 et 4 a été réduite<sup>9</sup> à 50 % pendant 10 secondes, puis augmentée de nouveau à la poussée maximale d'inversion. 2 secondes plus tard, la poussée maximale d'inversion a été sélectionnée sur les moteurs 2 et 3. L'avion a quitté l'extrémité de la piste environ 2 secondes plus tard, à une vitesse de 74 km/h (40 nœuds). La poussée maximale d'inversion sur les 4 moteurs a été maintenue jusqu'à ce que l'avion s'immobilise à 640 pieds au-delà de l'extrémité de la piste.

Juste avant de quitter l'extrémité de la piste, l'équipage a déporté l'avion à la droite de l'axe afin d'éviter les multiples rangées de lumières d'approche. L'avion a endommagé 5 lumières de seuil de piste pour ensuite s'immobiliser sur la voie de service du radiophare d'alignement de la piste 11, à environ 50 pieds de l'antenne du radiophare, sur un cap approximatif de 064 °M (photo 1).

Après l'immobilisation de l'avion, l'équipage a éteint l'enregistreur de données de vol et l'enregistreur de



**Photo 1.** Avion en cause dans l'aire de sortie en bout de piste

<sup>5</sup> Le point de toucher des roues de l'avion a été estimé à partir des données de l'accéléromètre de l'enregistreur de données de vol et a une tolérance de  $\pm 50$  pieds.

<sup>6</sup> La zone d'atterrissage courante pour l'avion en cause se situerait entre 500 et 2000 pieds au-delà du seuil de la piste.

<sup>7</sup> Le manuel de vol de l'avion stipule que la poussée d'inversion est normalement appliquée aux moteurs extérieurs (1 et 4).

<sup>8</sup> L'enregistreur de données de vol n'a pas enregistré la pression de freinage.

<sup>9</sup> Le manuel de vol de l'avion stipule que la poussée d'inversion ne doit pas être réduite à une vitesse moindre que 120 km/h.

conversations de poste de pilotage pour préserver l'information qui y était consignée.

Les services de sauvetage et de lutte contre les incendies de CYYT ont répondu à l'alarme et se sont trouvés sur les lieux environ 3 minutes après son déclenchement<sup>10</sup>.

## *Avion*

L'Ilyushin IL-76TD-90VD est un avion quadrimoteur destiné au transport de cargaisons lourdes. Il a été conçu spécialement pour Volga-Dnepr Airlines (Volga-Dnepr)<sup>11</sup>. L'avion en cause a été fabriqué par Tashkent Aircraft Production Company, et Volga-Dnepr l'a reçu le 27 avril 2012. Au moment de l'incident, l'avion totalisait 175 heures de vol et avait effectué 45 atterrissages.

Les dossiers indiquent que l'avion était homologué et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées, et qu'aucune déficience n'avait été signalée avant le vol menant à l'incident.

L'avion était pourvu d'un enregistreur de données de vol à semi-conducteurs NPO Pribor (numéro de pièce ZBN-1-3, numéro de série 0351) et d'un enregistreur de conversations de poste de pilotage à semi-conducteurs NPO Pribor (numéro de pièce ZBN-PTT, numéro de série 0039).

## *Renseignements sur l'aérodrome*

L'aéroport international de St. John's comporte 3 pistes à la surface asphaltée. La piste 11/29 mesure 8502 pieds de longueur et 200 pieds de largeur et la piste 11 présente une pente descendante de 0,27 %. La piste 16/34 mesure 7005 pieds de longueur et 200 pieds de largeur. La piste 20/02 mesure 5028 pieds de longueur et 100 pieds de largeur. Les pistes 11/29 et 16/34 sont desservies par une approche de précision ILS. La piste 11 comporte des feux d'approche haute intensité de catégorie 1, des feux d'axe de piste et un indicateur de trajectoire d'approche de précision (PAPI) convenant aux aéronefs dont la hauteur entre les yeux et les roues va jusqu'à 45 pieds. Tous ces systèmes étaient en bon état de service au moment de l'incident. En outre, la piste 11 comporte une lisière d'extrémité non pavée de 60 mètres.

Aucune des pistes à l'aéroport international de St. John's ne possède de surface rainurée ou d'aire de sécurité d'extrémité de piste, ce qui ne contrevient toutefois pas à la réglementation.

---

<sup>10</sup> Le contrôleur de la tour a fait retentir l'alarme à 16 h 12.

<sup>11</sup> Le Volga-Dnepr Group participe au programme de mise à niveau des avions IL-76TD-90VD depuis 2002. Le programme consiste notamment à doter ces avions de moteurs PS-90A-76 et d'ensembles avioniques modernes. Volga-Dnepr est le seul exploitant de cet avion.

## *Pneus du train d'atterrissage principal*

L'avion était pourvu de 4 jambes du train d'atterrissage principal, chacune pourvue de 4 pneus 300 x 480 de modèle 1A.

Selon le calendrier de maintenance des avions IL-76TD-90VD, au cours de la saison automne-hiver (qui va habituellement du 1er novembre au 30 avril de l'année suivante), il est recommandé qu'au moins 8 des pneus du train d'atterrissage principal aient un profil pour lequel les 3 rainures centrales présentent une bande de roulement restante d'une profondeur d'au moins 1 mm. Le calendrier de maintenance des avions n'indique pas de profondeur de bande de roulement minimale pour les pneus du train d'atterrissage principal lorsque l'avion est exploité durant la saison printemps-été (de mai à octobre).

La liste principale d'équipement minimal de Volga-Dnepr<sup>12</sup> exige qu'au moins 8 des pneus du train d'atterrissage principal, soit un minimum de 2 pneus par jambe du train d'atterrissage, satisfassent aux exigences en matière d'état de fonctionnement du calendrier de maintenance des avions.

Conformément au calendrier de maintenance des avions, les pneus sont utilisables dans les cas suivants :

- leurs câbles et leur caoutchouc extérieur ne présentent ni perforations, ni dommages mécaniques;
- leurs éléments de protection ne sont pas usés au point où l'on peut apercevoir les câbles;
- leur caoutchouc extérieur ne se décolle pas;
- leur carcasse ne se décolle pas;
- il n'y a aucune usure due au frottement (repérée au cours d'une inspection interne);
- les fils de leur carcasse ne sont pas endommagés;
- leur caoutchouc extérieur ne présente pas de fissures laissant voir les câbles.

---

<sup>12</sup> Une liste principale d'équipement minimal est un document approuvé qui a pour objet de régir l'affectation d'un type d'aéronef particulier présentant du matériel non fonctionnel. Ce document détermine le matériel pouvant être non fonctionnel dans certaines conditions pour un type particulier d'aéronef.

Avant que l'avion ne quitte l'aéroport de Prestwick, en Écosse, l'état des pneus a été vérifié conformément aux exigences du calendrier de maintenance des avions. Aucun dommage inacceptable n'a été relevé, et tous les pneus ont été jugés utilisables. Même si les pneus du train d'atterrissage principal satisfaisaient aux exigences en matière d'état de fonctionnement, le Bureau de la sécurité des transports (BST) du Canada a remarqué que le degré d'usure des 16 pneus correspondait aux indicateurs d'usure de la bande de roulement, ou était inférieur à ces derniers (photo 2).



**Photo 2.** Pneus de droite de l'avion en cause (après l'incident)

Les positions des pneus/roues sont numérotées de 1 à 8, de la rangée avant gauche à la rangée avant droite, et de 9 à 16, de la rangée arrière gauche à la rangée arrière droite. Un examen visuel des pneus effectué après la sortie en bout de piste a permis de détecter des signes d'aquaplanage avec dévulcanisation du caoutchouc sur 8 pneus du train d'atterrissage principal, soit les pneus numéros 2, 3, 5, 8, 10, 11, 14 et 15.

### *Circuit de freinage*

Sur chaque jambe du train d'atterrissage principal, une conduite d'alimentation fournit le liquide hydraulique sous pression aux deux freins intérieurs, et une conduite d'alimentation distincte, aux freins extérieurs. Lorsque la fonction antipatinage du circuit de freinage détermine l'imminence d'un patinage, le circuit réduit la pression de freinage au pneu qui patine et de la paire correspondante.

Durant l'inspection du circuit de freinage de l'avion par l'entreprise, effectuée après l'incident, on a remarqué que, lorsque la fonction de protection antipatinage envoyait un signal de réduction de la pression de freinage à la paire de roues extérieures, la réduction de la pression se faisait sur la paire de roues intérieures. De même, lorsqu'un signal de réduction de la pression de freinage était envoyé à la paire de roues intérieures, la pression était réduite sur la paire de roues extérieures.

Bien que les conduites d'alimentation de liquide hydraulique sous pression des roues intérieures et extérieures aient été installées conformément au dessin d'assemblage de Tashkent Aircraft Production Company, elles ont été mises en place incorrectement; les freins intérieurs ont été raccordés à la conduite d'alimentation de liquide hydraulique sous pression des freins

extérieurs, et vice versa. En conséquence, durant les opérations antipatinage, la capacité de freinage globale était limitée, la pression étant réduite sur les roues en cours de freinage.

### *Équipage de conduite*

Le commandant de bord et le premier officier étaient titulaires de licences russes de pilote et de certificats médicaux valides. Rien n'indiquait qu'une incapacité, des facteurs physiologiques ou la fatigue avaient réduit la performance de l'équipage.

Le commandant de bord totalisait environ 11 000 heures de vol, y compris 3000 heures de vol sur le type d'avion en cause et 200 heures de vol au cours des 90 derniers jours. Le premier officier totalisait environ 7000 heures, y compris 2000 heures de vol sur le type d'avion en cause et 40 heures de vol au cours des 90 derniers jours.

C'était la première fois que l'équipage se rendait à CYYT en presque un an, et la première fois où le commandant de bord atterrissait sur la piste 11.

### *Volga-Dnepr*

Fondée en 1990, Volga-Dnepr exploite des services de transport de marchandises dans le monde entier. Sa flotte comprend 10 avions Antonov An-124-100 Ruslan et 5 avions Ilyushin IL-76TD-90VD.

En 2002, Volga-Dnepr a implanté un système de gestion de la qualité fondé sur la norme ISO 9001:2000<sup>13</sup> de l'Organisation internationale de normalisation. En 2007, Volga-Dnepr a été la première entreprise russe de transport de marchandises à réussir la vérification de la sécurité de l'exploitation aérienne (IOSA) de l'Association du transport aérien international (IATA), qui atteste la conformité aux nouvelles normes de l'IATA. La compagnie s'est soumise à cette vérification une deuxième fois en 2011 et a obtenu le renouvellement de l'inscription au registre IOSA jusqu'en avril 2013.

La surveillance réglementaire relève de l'Agence Fédérale du Transport Aérien de Russie.

---

<sup>13</sup> « La norme ISO 9001:2000 précise les exigences d'un système de gestion de la qualité où une organisation doit démontrer son aptitude à fournir, de manière constante, un produit qui excède les exigences des clients ainsi que les exigences réglementaires pertinentes [...] » (Organisation internationale de normalisation, ISO 9001:2000, Systèmes de gestion de la qualité - Exigences).



## *Conditions météorologiques*

À 15 h 51, un message d'observation météorologique spéciale d'aérodrome avait été émis, mais il n'avait pas été encore téléversé au service automatique d'information de région terminale. Le rapport comprenait l'information suivante : vents du 220 °M à 2 nœuds, visibilité de 4 milles terrestres avec bruine, et plafond de nuages fragmentés à 500 pieds agl. Toutefois, à 16 h 12, avant l'atterrissage, l'équipage a reçu l'information mise à jour suivante : vents du 260 °M à 5 nœuds.

## *Vent arrière*

Les données recueillies par l'enregistreur de données de vol indiquaient que l'avion avait atterri avec un vent arrière réel d'environ 13 nœuds<sup>14</sup>. Bien que cette information soit présentée sur l'écran multifonction de l'avion, Volga-Dnepr exigeait des équipages qu'ils utilisent l'information fournie par le service automatique d'information de région terminale et du contrôle de la circulation aérienne durant leurs préparatifs en vue de l'atterrissage.

Conformément aux tableaux de performance du manuel de vol de l'avion, avec un vent arrière de 13 nœuds, la distance d'atterrissage réelle serait de 5184 pieds (1580 m), ce qui comprend une distance d'arrêt de 3608 pieds (1100 m). Un atterrissage avec le vent arrière de 13 nœuds aurait allongé la distance d'arrêt de 901 pieds (275 m).

L'avion IL-76TD-90VD est certifié pour un vent arrière maximal de 5 mètres par seconde (environ 10 nœuds).

## *Aquaplanage*

L'aquaplanage survient lorsqu'une couche d'eau se crée entre les pneus de l'avion et la surface de la piste, ce qui entraîne une perte d'adhérence et empêche l'avion de répondre aux commandes telles que la direction ou le freinage. Une bande de roulement lisse favorise l'aquaplanage avec une couche d'eau moins importante<sup>15</sup>.

Si la demande de freinage est supérieure à la capacité de frottement du pneu ou du revêtement, le pneu perd son adhérence au revêtement et ralentit rapidement jusqu'au blocage de la roue. Un blocage prolongé des roues peut entraîner l'aquaplanage avec dévulcanisation du caoutchouc. L'aquaplanage avec dévulcanisation du caoutchouc génère suffisamment de

---

<sup>14</sup> La vitesse moyenne du vent arrière durant les 15 secondes précédant le toucher initial des roues était de 12,95 nœuds.

<sup>15</sup> Charles E. Dole, *Flight Theory for Pilots*, 2<sup>nd</sup> ed. (Institute of Safety and Safety Management, University of Southern California, É.-U.).

chaleur pour produire de la vapeur qui fait fondre (dévulcanise) le caoutchouc et le ramène à son état d'avant-vulcanisation. Seul ce type d'aquaplanage laisse une marque sur la bande de roulement qui ressemble à une brûlure et peut laisser des marques de nettoyage à la vapeur sur la piste.

Des marques de nettoyage à la vapeur et des fragments de caoutchouc de pneu fondu ont été trouvés à différents endroits le long de la piste 11, ce qui indique qu'il y a eu aquaplanage avec dévulcanisation du caoutchouc.

### *Profondeur de la bande de roulement et freinage de l'avion*

La National Aeronautics and Space Administration (NASA) a effectué des essais de freinage sur piste mouillée en 1965<sup>16</sup>. Sur une piste mouillée, une détérioration graduelle de la capacité de freinage est constatée jusqu'à une usure d'environ 80 % de la bande de roulement des pneus. Au-delà de 80 %, les coefficients de frottement sur piste mouillée diminuent considérablement. À des vitesses plus élevées, on a constaté que le pneu, lorsqu'il était complètement usé, ne présentait qu'environ la moitié de la capacité de freinage d'un pneu neuf.

Le BST a déterminé, dans une autre cause, que des pneus présentant une usure supérieure à 80 % avaient contribué à une sortie en bout de piste<sup>17</sup>.

### *Frottement sur piste*

Transports Canada (TC) oblige les exploitants d'aéroport à mesurer périodiquement les caractéristiques de frottement de la surface des pistes. TC laisse aux exploitants d'aéroport le soin d'effectuer leurs propres essais de frottement sur piste et d'établir la fréquence des essais en fonction des circonstances et de l'historique particuliers de leur emplacement.

Les caractéristiques relatives à la macrorugosité et à la microrugosité de la surface d'un revêtement peuvent avoir une incidence considérable sur les valeurs de frottement mesurées<sup>18</sup>. L'écoulement de grandes quantités d'eaux par l'intermédiaire de la macrorugosité du revêtement fait en sorte que l'aquaplanage se produit à des vitesses beaucoup plus élevées que celles des revêtements sans macrorugosité ou à faible macrorugosité. Une bonne microrugosité du revêtement constitue une manière importante de combattre l'aquaplanage visqueux<sup>19</sup>.

---

<sup>16</sup> National Aeronautics and Space Administration (NASA), *An Investigation of the Influence of Aircraft Tire-Tread Wear on Wet-Runway Braking* (1965).

<sup>17</sup> Rapport d'enquête aéronautique du BST numéro A11A0035.

<sup>18</sup> La macrorugosité est la texture grossière produite par les granulats ou par une texture appliquée artificiellement, comme le rainurage. La microrugosité est la texture des pierres individuelles.

<sup>19</sup> National Aeronautics and Space Administration (NASA), *Status of Runway Slipperiness Research*, 1976.

Les vérifications de l'état de la surface de la piste à 65 km/h permettent de déterminer l'état général de la macrorugosité de la surface du revêtement, et les essais à 95 km/h donnent une indication de l'état de la microrugosité de la surface<sup>20</sup>. La circulaire d'information 150/5320-12C de la Federal Aviation Administration (FAA) et le *Manuel des services d'aéroport* de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) recommandent d'inclure, aux relevés complets des pistes, des essais tant à 65 km/h qu'à 95 km/h. La FAA et l'OACI mentionnent une pellicule d'eau d'une profondeur de 1,0 mm pour les essais<sup>21</sup>. Toutefois, TC exige seulement que la vérification de l'état de la surface des pistes soit effectué au moyen d'un véhicule de mesure du coefficient de frottement à une vitesse de 65 km/h en mode automouillant avec une couche d'eau de 0,5 mm.

Le BST a indiqué précédemment qu'un examen incomplet de frottement sur piste accroît le risque d'aquaplanage sur piste mouillée en raison d'une évaluation incomplète des caractéristiques globales de frottement de la piste<sup>22</sup>.

En mai 2012, des essais de frottement sur piste ont été effectués à CYYT. Les lectures de frottement moyennes sur toute la piste 11/29, mesurées dans les conditions d'essai de TC, allaient de 57 à 79, selon le décentrage par rapport à l'axe. À un décentrage de 6 m, situation qui s'applique plus particulièrement aux avions à large fuselage, la lecture de frottement moyenne était de 66.

**Tableau 1.** Directives en matière d'entretien de Transports Canada

Directives en matière d'entretien de Transports Canada	Valeurs moyennes des coefficients de frottement sur piste inférieures à :
Niveau justifiant la planification d'opérations d'entretien	60
Niveau justifiant la mise en œuvre d'opérations d'entretien	50

Des essais ont également été effectués avec une pellicule d'eau d'une profondeur de 1 mm. Les valeurs moyennes de frottement sur toute la piste allaient de 53 à 74, selon le décentrage par rapport à l'axe. À un décentrage de 6 m, la valeur moyenne de frottement était de 65.

<sup>20</sup> Federal Aviation Administration, *Circulaire d'information 150/5320-12C, Measurement, Construction, and Maintenance of Skid-Resistant Airport Pavement Surfaces*, 1997.

<sup>21</sup> Organisation de l'aviation civile internationale, *Manuel des services d'aéroport* (DOC 9137); Federal Aviation Administration, *AC 150/5320-12C, Measurement, Construction, and Maintenance of Skid-Resistant Airport Pavement Surfaces*, 1997.

<sup>22</sup> Rapports d'enquête aéronautique du BST numéros A10H0004, A11A0035 et A11H0003.

En août 2012, à la suite de l'incident, un programme élargi d'essais de frottement sur piste a été mené conformément aux conditions d'essai de TC ainsi qu'aux directives établies par la FAA et l'OACI. Ces essais ont été effectués avec des pellicules d'eau d'une profondeur de 0,5 mm et de 1,0 mm, à des distances de 3 m, de 6 m et de 15 m, à gauche et à droite de l'axe. Ces essais ont été menés à une vitesse de 65 km/h. Pour la piste 11/29, les valeurs moyennes de frottement sur toute la piste avec une pellicule d'eau d'une profondeur de 0,5 mm allaient de 54 à 79. Dans le cas d'une pellicule d'eau d'une profondeur de 1,0 mm, les valeurs allaient de 51 à 77, ce qui est supérieur à la valeur minimale de 50 justifiant la mise en œuvre d'opérations d'entretien prévue par l'OACI et la FAA.

En outre, des essais ont été effectués à une vitesse de 95 km/h, à une distance de 3 m à gauche et à droite de l'axe de la piste 11/29, avec une pellicule d'eau d'une profondeur de 1,0 mm. La valeur moyenne de frottement sur toute la piste était de 36, ce qui est supérieur à la valeur minimale de 34 justifiant la mise en œuvre d'opérations d'entretien prévu par l'OACI.

### *Aire de sécurité d'extrémité de piste*

En mars 2010, puis à nouveau en juin 2012, le BST a publié sa Liste de surveillance, qui comprend les enjeux de sécurité sur lesquels il a enquêté et qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Les accidents à l'atterrissage et les sorties en bout de piste faisaient partie des problèmes de sécurité mentionnés. Afin de réduire le risque de sortie en bout de piste, la Liste de surveillance souligne l'importance de prévoir des aires de sécurité adéquates au-delà de l'extrémité de la piste.

La publication technique de TC intitulée *Aérodromes - Normes et pratiques recommandées* (TP 312F) définit de la manière suivante une aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA) : « Aire symétrique par rapport au prolongement de l'axe de la piste et adjacente à l'extrémité de la bande » censée « réduire les risques de dommages matériels au cas où un avion atterrirait trop court ou dépasserait l'extrémité de piste, et faciliter les déplacements des véhicules de sauvetage et d'incendie. »<sup>23</sup>

Les exigences actuelles de TC relativement aux RESA ne correspondent pas à la pratique standard de 90 m de l'OACI, et elles ne correspondent pas non plus à la pratique recommandée de 240 m. TC a fait part de son intention d'harmoniser ses exigences avec la norme actuelle de l'OACI et a proposé de modifier la réglementation. Toutefois, au moment d'écrire ces lignes, plusieurs aéroports du Canada n'ont pas le tampon de sécurité que procure une RESA ou une autre méthode permettant d'arrêter l'avion et qui fournit un degré de sécurité équivalent, par exemple un système d'arrêt à matériau absorbant.

La piste 11/29 à CYYT n'a pas de RESA, et la réglementation ne l'exige pas.

---

<sup>23</sup> Transports Canada, *Aérodromes - Normes et pratiques recommandées* (TP 312F) (1993)

## *Pistes rainurées*

TC a publié la circulaire d'information n° 300-008, qui fournit de l'information et des conseils concernant le rainurage des revêtements de piste. En particulier, le document décrit les facteurs servant à déterminer si le rainurage des pistes est nécessaire, la technique et les spécifications de rainurage, l'entretien du rainurage et les opérations hivernales.

Strier ou rainurer des pistes nouvelles ou déjà en service est une méthode efficace et éprouvée qui permet d'améliorer le drainage, de minimiser les dérapages et les déportements, d'améliorer le freinage et de réduire les risques d'aquaplanage<sup>24</sup>.

Aucune des pistes de CYYT ne comporte de surfaces rainurées, et la réglementation ne l'exige pas.

Dans de nombreux autres incidents antérieurs où il y a eu sortie en bout de piste, le BST a déterminé que l'utilisation de pistes non rainurées augmentait le risque de sorties en bout de piste mouillée en raison d'une détérioration des caractéristiques de freinage<sup>25</sup>.

## *Rapports du laboratoire du BST*

L'enquête a donné lieu aux rapports de laboratoire suivants :

- LP 153/2012 - *FDR/CVR Data Recovery and Analysis* (Récupération et analyse des données de l'enregistreur de données de vol et de l'enregistreur de conversations de poste de pilotage)

Ce rapport peut être obtenu du BST sur demande.

---

<sup>24</sup> International Air Transportation Association, *Preventing Runway Excursions Landing on Wet / Contaminated Runways*, 2011

<sup>25</sup> Rapports d'enquête aéronautique du BST numéros A05H0002, A10A0032, A10H0004, A11H0003 et A11A0035

## *Analyse*

L'appareil s'est posé sur la piste à 4282 pieds de son extrémité. L'analyse portera surtout sur les raisons pour lesquelles l'avion n'a pas été en mesure de s'arrêter à l'intérieur de cette distance.

## *Atterrissage*

Les feux de piste, l'indicateur de trajectoire d'approche de précision et le système d'atterrissage aux instruments fonctionnaient normalement. L'approche a été considérée comme normale. Après que l'avion eut franchi le seuil de la piste, le lieu où les roues ont touché le sol ne se trouvait pas dans la zone de toucher recommandée et le touché a été retardé parce que l'équipage de conduite a changé l'angle d'inclinaison. Les manettes de poussée n'ont été placées à la position de ralenti que lorsque l'avion s'est trouvé à environ 2000 pieds au-delà du seuil, ce qui a entraîné un touché à 4220 pieds. La poussée d'inversion a été réduite lorsque l'avion se déplaçait à une vitesse de 63 nœuds, ce qui est conforme aux instructions figurant dans le manuel de vol de l'avion. Cependant, à ce moment, l'avion se trouvait à environ 1000 pieds de l'extrémité de la piste. Par la suite, l'équipage a utilisé la poussée maximale d'inversion sur les 4 moteurs. Cette poussée n'a pas suffi pour arrêter l'avion avant l'extrémité de la piste.

## *Vent arrière*

À partir d'une masse à l'atterrissage prévue de 140 tonnes et des renseignements sur le vent fournis par le service automatique d'information de région terminale (170 °M à 3 nœuds), l'équipage a calculé que la distance d'atterrissage était de 4068 pieds (1240 m), ce qui comprenait une distance d'arrêt de 2707 pieds (825 m). Pendant l'approche finale, l'équipage a reçu de la tour des renseignements à jour sur les vents (260 °M à 5 nœuds). Cette direction et cette vitesse auraient entraîné un vent arrière de 3 nœuds, valeur qui se trouvait à l'intérieur des limites de l'avion.

Selon les données tirées de l'enregistreur de données de vol, le BST a établi que le vent arrière de l'avion était en réalité de 13 nœuds, ce qui aurait nécessité une distance d'atterrissage de 5184 pieds comprenant une distance d'arrêt de 3608 pieds. Un atterrissage avec le vent arrière de 13 nœuds aurait augmenté la distance d'arrêt de 901 pieds.

L'équipage aurait pu obtenir les renseignements sur le vent arrière au moyen de l'écran multifonction. Ce vent excédait la limite de vent arrière de l'avion.

## *Freins de l'avion*

Durant le roulement à l'atterrissage, l'avion a fait de l'aquaplanage avec dévulcanisation du caoutchouc sur 8 pneus du train principal. Comme les conduites d'alimentation de liquide hydraulique sous pression étaient inversées, la pression de freinage a été maintenue sur le pneu qui patinait, mais elle a été réduite sur les pneus dont les freins fonctionnaient. L'installation incorrecte des conduites de freinage a réduit la capacité de freinage et a allongé la distance d'arrêt.

### *Usure de la bande de roulement*

Dans cet incident, les 16 pneus du train principal présentaient tous une usure supérieure à 80 %. L'utilisation de pneus dont l'usure est supérieure à 80 % a pour effet de réduire l'adhérence sur piste mouillée et d'accroître ainsi le risque d'aquaplanage et la possibilité de sortie en bout de piste.

### *Frottement sur piste*

Les caractéristiques relatives à la macrorugosité et à la microrugosité de la surface d'un revêtement peuvent avoir une incidence considérable sur les valeurs de frottement mesurées. Tant la Federal Aviation Administration (FAA) que l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) recommandent qu'un examen de frottement sur piste complet comprenne des essais à 65 km/h (état de la macrorugosité) et à 95 km/h (état de la microrugosité), avec une pellicule d'eau d'une profondeur de 1,0 mm. Toutefois, Transports Canada (TC) n'exige pas une pellicule d'eau d'une profondeur de 1,0 mm, ni la tenue d'un essai visant à déterminer l'état de la microrugosité. Le fait de ne pas effectuer un examen de frottement sur piste conformément aux critères de l'OACI et de la FAA accroît le risque d'aquaplanage sur piste mouillée en raison d'une évaluation incomplète des caractéristiques globales de frottement de la piste.

### *Aire de sécurité d'extrémité de piste*

Les sorties en bout de piste figurent sur la Liste de surveillance du BST et constituent l'une des questions de sécurité les plus importantes exigeant la prise de mesures supplémentaires. Le Bureau a déterminé qu'une aire de sécurité adéquate au-delà de l'extrémité de la piste constituait une mesure clé visant à empêcher les dommages et les blessures résultant des sorties en bout de piste. TC a indiqué son intention de satisfaire à la norme de l'OACI en vigueur, mais cela reste à accomplir. L'absence d'aire de sécurité d'extrémité de piste adéquate ou d'autres systèmes perfectionnés conçus pour arrêter les avions qui sortent en bout de piste augmente le risque de dommages aux avions et de blessures aux passagers.

## *Faits établis*

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

1. L'avion en cause a atterri avec un vent arrière qui excédait les limites prescrites par le fabricant.
2. Le vent arrière et le fait que les manettes de poussée n'ont été ramenées à la position de ralenti que lorsque l'avion se trouvait à environ 2000 pieds au-delà du seuil ont fait en sorte que l'atterrissage a eu lieu à environ 4220 pieds du seuil, ce qui a réduit la longueur de piste disponible pour l'arrêt.
3. L'usure excessive des bandes de roulement des pneus, le fait que la piste était mouillée et les valeurs existantes de frottement sur piste ont provoqué de l'aquaplanage, ce qui a réduit la capacité de freinage.
4. L'installation incorrecte des conduites de freinage a réduit la capacité de freinage et a prolongé la distance d'arrêt.
5. L'équipage a utilisé la poussée maximale d'inversion sur les 4 moteurs lorsqu'il ne restait que 1000 pieds de piste, mais cette action n'a pas été suffisante pour arrêter l'avion avant l'extrémité de la piste.

### *Faits établis quant aux risques*

1. L'utilisation de pneus dont l'usure est supérieure à 80 % a pour effet de réduire l'adhérence sur piste mouillée et d'accroître ainsi le risque d'aquaplanage et la possibilité de sortie en bout de piste.
2. Le fait de ne pas effectuer un examen de frottement sur piste conformément aux critères de l'Organisation de l'aviation civile internationale et de la Federal Aviation Administration accroît le risque d'aquaplanage sur piste mouillée en raison d'une évaluation incomplète des caractéristiques globales de frottement de la piste.
3. L'absence d'aires de sécurité adéquates à l'extrémité de la piste ou d'autres systèmes perfectionnés conçus pour arrêter les avions qui sortent en bout de piste augmente le risque de dommages aux avions et de blessures aux passagers.

### *Autres faits établis*

1. Le calendrier de maintenance des avions Ilyushin IL-76TD-90VD n'indique pas de profondeur minimale de profil pour la bande de roulement des pneus du train d'atterrissage principal lorsque l'avion est exploité durant la saison printemps-été (de mai à octobre).



## *Mesures de sécurité*

### *Mesures de sécurité prises*

#### *Volga-Dnepr*

Volga-Dnepr travaille avec Tashkent Aircraft Production Company à résoudre l'écart entre ce qui est illustré sur le dessin d'assemblage des conduites de freinage et ce qui est inscrit dans la conception du circuit.

Volga-Dnepr a introduit les exigences suivantes : les équipages doivent surveiller le cap et la vitesse du vent au moyen de l'indicateur multifonction durant la descente sur le faisceau d'alignement de piste; une remise des gaz doit être faite lorsque les limites de vent arrière sont excédées; et le commandant de bord doit prendre la décision d'utiliser la poussée d'inversion sur les 4 moteurs dans des cas spéciaux.

#### *Administration de l'aéroport international de St. John's*

Au début d'octobre 2012, l'administration de l'aéroport a procédé à l'amélioration de la rugosité des pistes (c'est-à-dire à une retexturation de ces dernières) au moyen de matériel de grenailage spécialisé, dont l'action fait apparaître le granulats entrant dans la composition des pistes.

Une fois terminée la retexturation des pistes, un essai de frottement a été effectué de nouveau. Les lectures moyennes de frottement mesurées sur les pistes 11/29 et 16/34 étaient beaucoup plus élevées que celles relevées au cours de l'essai antérieur. Cette augmentation considérable était attribuable à la retexturation des pistes, qui a permis de redonner à leurs surfaces leur rugosité initiale.

À la suite de la sortie en bout de piste 11 de l'avion Ilyushin IL-76, l'Administration de l'aéroport international de St. John's a modifié son programme d'essais de frottement sur piste afin qu'il réponde à des critères correspondant aux pratiques de la Federal Aviation Administration et de l'Organisation de l'aviation civile internationale.

*Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 18 décembre 2013. Il est paru officiellement le 18 février 2014.*

*Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web ([www.bst-tsb.gc.ca](http://www.bst-tsb.gc.ca)). Vous y trouverez également la Liste de surveillance qui décrit les problèmes de sécurité dans les transports présentant les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a établi que les mesures prises jusqu'à présent sont inadéquates, et que tant l'industrie que les organismes de réglementation doivent prendre de nouvelles mesures concrètes pour éliminer ces risques.*