



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE

A16O0016



Incursion sur piste et risque de collision

Air Canada, Embraer 190-100IGW, C-FNAW
et

Air Canada, Airbus 320-214, C-FZQS

Aéroport international Lester B. Pearson de
Toronto (Ontario)

30 janvier 2016

Canada 

Bureau de la sécurité des transports du Canada
Place du Centre
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741
1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@bst-tsb.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par
le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2017

Rapport d'enquête mode A16O0016

No de cat. TU3-5/16-0016F-PDF
ISBN 978-0-660-08577-7

Le présent rapport se trouve sur le site Web
du Bureau de la sécurité des transports du Canada
à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.

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 A16O0016

Incursion sur piste et risque de collision

Air Canada, Embraer 190-100IGW, C-FNAW

et

Air Canada, Airbus 320-214, C-FZQS

Aéroport international Lester B. Pearson de

Toronto (Ontario)

30 janvier 2016

Résumé

Le 30 janvier 2016, un aéronef Embraer 190-100IGW (immatriculé C-FNAW, numéro de série 19000149) exploité par Air Canada effectuait le vol régulier 726 (ACA726) entre l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto (Ontario) et l'aéroport LaGuardia (New York), aux États-Unis. L'ACA726 a franchi la ligne d'attente pour s'engager sans autorisation sur la piste 24R au moment où un Airbus 320-214 (immatriculé C-FZQS, numéro de série 2145) d'Air Canada effectuant le vol 1259 (ACA1259) se trouvait en approche finale pour atterrir sur la même piste. À 21 h 1 min 38 s, heure normale de l'Est, alors que l'ACA726 tournait pour s'aligner sur l'axe de piste, l'équipage de conduite de l'ACA1259, qui à ce moment n'était plus qu'à 0,41 mille marin du seuil de la piste 24R et à 270 pieds au-dessus du niveau du sol (AGL), a signalé au contrôleur d'aéroport qu'un aéronef occupait la piste et qu'il remettait les gaz. L'ACA1259 franchissait 580 pieds AGL en montée lorsqu'il a survolé l'ACA726. Le contrôle de la circulation aérienne n'était pas au courant de l'incursion sur piste avant que l'ACA1259 ne l'informe qu'un aéronef occupait la piste. L'incursion est survenue pendant les heures d'obscurité.

This report is also available in English.

Renseignements de base

Déroulement du vol

Le 30 janvier 2016, les pistes 23 et 24R à l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto (CYYZ) (Ontario) étaient en service pour les arrivées et les départs.

Le vol 726 d'Air Canada (ACA726), un aéronef Embraer 190, effectuait le vol régulier depuis CYYZ à destination de l'aéroport LaGuardia (KLGA) (New York), aux États-Unis, avec 4 membres d'équipage et 50 passagers à son bord. L'ACA726 devait décoller à 20 h 35¹.

Vers 20 h 25, alors que l'ACA726 était garé à la porte 168A, l'équipage de conduite a consulté le service de régulation des vols de la compagnie à propos de données de caractéristiques de vol nécessaires avant le décollage. Une fois ces données reçues et saisies dans le système de gestion de vol (FMS)² de l'aéronef, l'ACA726 a demandé l'autorisation de refouler de la porte d'embarquement à 20 h 44 min 38 s. Après le refoulement et le démarrage des moteurs, le FMS a affiché un message d'erreur que l'équipage de conduite devait corriger avant le décollage.

On a autorisé l'ACA726 à maintenir sa position sur l'aire de trafic (refoulé de la porte) jusqu'à ce que l'unité de gestion de l'aire de trafic³ (contrôle de l'aire de trafic) lui demande de circuler. Le commandant de bord a demandé l'autorisation de circuler jusqu'à un endroit à l'écart, et à 20 h 56 min 20 s, l'ACA726 a reçu l'autorisation de circuler sur l'aire de trafic jusqu'à la voie de circulation DV, étant donné qu'il allait décoller de la piste 24R (figure 1). Le commandant de bord a fait rouler l'aéronef sur la voie de circulation pendant que le premier officier (P/O) communiquait avec le service de régulation de vols de la compagnie pour corriger l'erreur de données du FMS.

¹ Les heures sont exprimées en heure normale de l'Est (temps universel coordonné moins 5 heures), sauf indication contraire.

² Système informatique d'aéronef qui utilise une grande base de données pour permettre la programmation de routes et leur introduction dans le système au moyen d'un dispositif de chargement de données. (Source : Transports Canada, TP 14371, *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* [AIM de TC], GEN – Généralités [13 octobre 2016], paragraphe 5.1

³ Exploitée par l'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto (GTAA), l'unité de gestion de l'aire de trafic est responsable des mouvements d'aéronef sur les aires de trafic de CYYZ, selon l'entente opérationnelle de site conclue entre GTAA et NAVCANADA.

Figure 1. L'ACA726 sur l'aire de trafic à la hauteur de la voie de circulation DV (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



À 20 h 58 min 40 s, l'erreur de données du FMS était corrigée au moment où l'ACA726 arrivait à la voie de circulation DV. Étant donné que l'aéronef se trouvait près de la piste 24R, l'équipage de conduite a achevé les vérifications avant décollage alors que l'aéronef se trouvait sur l'aire de trafic, avant de demander d'autres instructions pour circuler jusqu'à la piste 24R.

À 20 h 59 min 16 s, l'ACA726 a communiqué avec le contrôle sol pour demander des instructions de circulation. Le contrôleur sol⁴ a balayé du regard le système d'affichage amélioré (EXCDS)⁵ de NAV CANADA, mais comme le contrôle de l'aire de trafic n'avait pas encore acheminé l'entrée des données de vol (FDE)⁶ pour l'ACA726 au contrôle sol, l'affichage EXCDS du contrôleur sol n'indiquait pas que l'ACA726 était prêt à circuler.

Au même moment, le contrôleur sol contrôlait le vol 7286 d'Air Georgian (GGN7286), un aéronef Beech 1900, qui circulait lui aussi en prévision d'un départ sur la piste 24R. Étant donné la similitude des indicatifs d'appel des vols 726 et 7286, le contrôleur sol croyait que la transmission était venue du GGN7286 et a demandé à l'équipage de conduite du GGN7286 de répéter sa transmission. Le GGN7286 a répondu qu'il se trouvait sur la voie de

⁴ Le contrôleur sol est le contrôleur de service affecté au poste de contrôle sol dans la tour de contrôle de l'aéroport. (Source : NAV CANADA, *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne* [MANOPS ATC], Définitions, en vigueur du 6 juin 2015 au 30 mars 2016).

⁵ Il s'agit d'un système informatisé qui permet aux contrôleurs de gérer les données de vol en format électronique sur des écrans d'affichage plutôt que des fiches de progression de vol en papier. (Source : NAV CANADA Produits, <http://www.navcanatm.ca/fr/navcansuite/navcanstrips.aspx> [dernière consultation le 25 mai 2016].)

⁶ Dans EXCDS, les aéronefs sont représentés par une entrée des données de vol électronique qui contient les renseignements à propos d'un aéronef (identification, type, etc.).

circulation C. Peu après, comme on n'avait pas répondu à son premier appel, l'ACA726 a demandé pour une deuxième fois des instructions de circulation. Le contrôleur sol a alors coordonné le transfert de contrôle de l'ACA726 avec le contrôle de l'aire de trafic.

À 20 h 59 min 58 s, le contrôleur sol a transmis à l'ACA726 l'instruction de circuler de l'aire de trafic à la piste 24R, en disant [traduction] : « sept deux six, deux quatre droite pour vous, ATIS⁷ Zulu, altimètre deux neuf six neuf, vous allez céder à Georgian et circuler jusqu'à la plate-forme d'attente de circulation⁸ ».

Tandis que l'ACA726 circulait, le vol 1259 d'Air Canada (ACA1259), un Airbus 320, était en approche finale vers la piste 24R. L'ACA1259 effectuait le vol régulier depuis l'aéroport international Licenciado Gustavo Díaz Ordaz de Puerto Vallarta (MMPR), au Mexique, à destination de CYYZ, avec 5 membres d'équipage et 143 passagers à son bord. À 21 h 24 s, le contrôleur d'aéroport⁹ a autorisé l'ACA1259 à atterrir sur la piste 24R.

L'équipage de conduite de l'ACA726 ne savait pas que l'ACA1259 avait reçu l'autorisation d'atterrir sur la piste 24R, étant donné que cette autorisation avait été émise sur la fréquence tour, alors que l'ACA726 syntonisait la fréquence sol.

À 21 h 42 s, le contrôleur sol a demandé à l'équipage de conduite de l'ACA726 s'il était prêt à partir, et le P/O a répondu [traduction] : « Je crois que nous avons fini par tout démêler, alors nous sommes prêts ». Le contrôleur sol a répondu [traduction] : « OK, le mille neuf cents [GGN7286] attend que sa vidéo finisse, donc il n'est pas prêt; vous pouvez circuler au côté droit et [changer de fréquence à] dix-huit trente-cinq » (figure 2). L'équipage de conduite de l'ACA726 a interprété cette transmission comme une autorisation de se rendre à la piste de droite (c'est-à-dire, la piste 24R). L'ACA726 a par la suite répété [traduction] : « Au côté droit, dix-huit trente-cinq. Merci de votre aide, Air Canada sept deux six ». Le contrôleur sol a ensuite acheminé la FDE EXCDS au contrôleur d'aéroport, comme le veut la procédure.

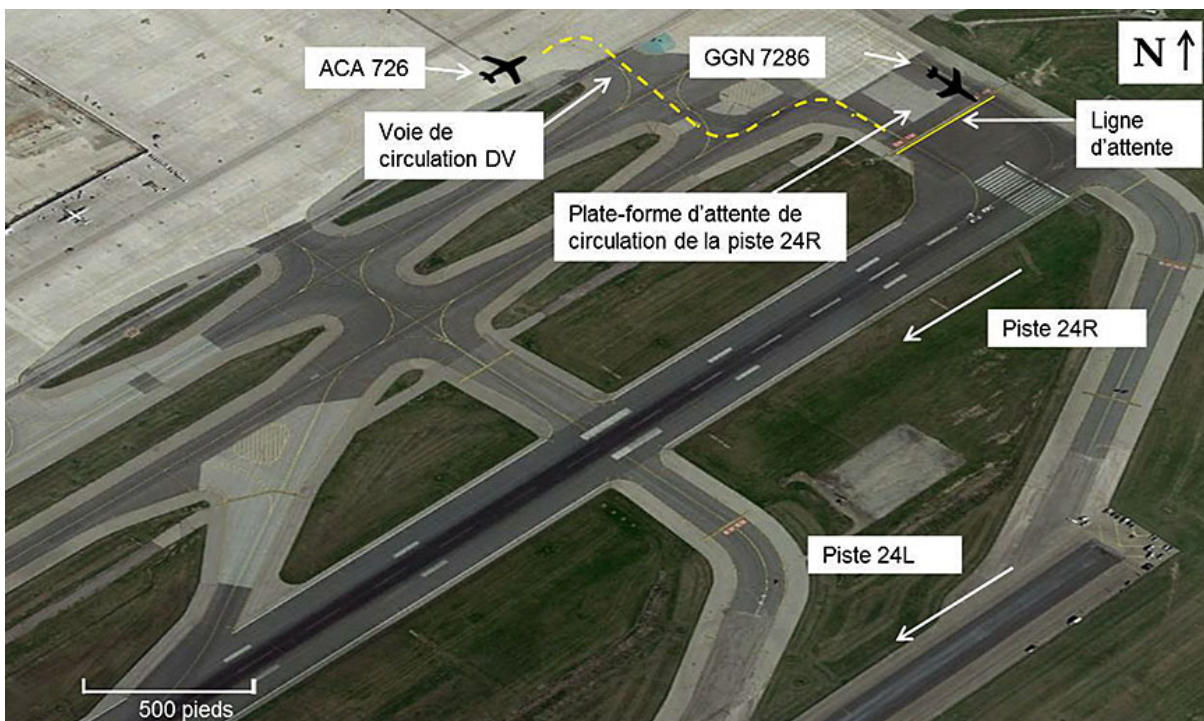
Tandis que l'ACA726 circulait, le commandant de bord et le P/O ont tous les deux aperçu un aéronef en approche finale, mais ils croyaient qu'il allait atterrir sur la piste 24L, qui est parallèle à la piste 24R (figure 2).

⁷ ATIS est l'acronyme pour « service automatique d'information de région terminale ». (Source : NAV CANADA, *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne*, en vigueur du 6 juin 2015 au 30 mars 2016, Abréviations.)

⁸ Une plate-forme d'attente de circulation est une « aire définie où les aéronefs peuvent être mis en attente, ou dépassés, pour faciliter la circulation à la surface ». (Source : Organisation de l'aviation civile internationale [OACI], annexe 14 à la Convention relative à l'aviation civile internationale – *Aérodromes*, volume 1 – *Conception et exploitation technique des aérodromes*, sixième édition [juillet 2013], 1.1 Définitions).

⁹ Le contrôleur d'aéroport est le contrôleur de service affecté à un poste de contrôle d'aéroport dans une tour de contrôle d'aéroport. (Source : NAV CANADA, *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne* [MANOPSATC], Définitions, en vigueur du 6 juin 2015 au 30 mars 2016).

Figure 2. Instruction de circulation au sol de l'ACA726 (ligne pointillée) jusqu'à la plate-forme d'attente de circulation (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Alors qu'il s'apprêtait à autoriser l'ACA726 à procéder, le contrôleur d'aéroport a aperçu l'aéronef à l'écran du système avancé de guidage et de contrôle de la circulation de surface (A-SMGCS)¹⁰, qui s'approchait de la ligne d'attente. Le contrôleur d'aéroport a ensuite regardé vers l'approche finale de la piste 24R pour s'assurer que l'ACA726 pouvait circuler et se positionner sur la piste en prévision du décollage entre l'ACA1259 et un second aéronef, tous les deux en approche finale pour atterrir sur la même piste.

À 21 h 1 min 33 s, alors que l'attention du contrôleur d'aéroport était détournée de l'ACA726 pour se concentrer sur l'aéronef en approche finale vers la piste 24R, l'ACA726 a franchi la ligne d'attente. À 21 h 1 min 45 s, lorsque l'ACA726 a franchi le bord de la piste 24R, l'alerte visuelle de niveau 1 du système de surveillance des incursions sur piste et d'alerte de conflit (RIMCAS)¹¹ s'est affichée à l'écran A-SMGCS. Personne n'a remarqué cette alerte visuelle à l'écran A-SMGCS.

¹⁰ CYYZ est muni d'un système avancé de guidage et de contrôle de la circulation de surface (A-SMGCS) dans la tour qui affiche en temps réel la circulation d'aéronefs et de véhicules dans les aires de manœuvre de l'aéroport.

¹¹ Le système de surveillance des incursions sur piste et d'alerte de conflit (RIMCAS) est [traduction] « un progiciel conçu pour surveiller les mouvements de surface à un aéroport et dans l'espace aérien avoisinant pour détecter les situations de conflit possibles entre aéronefs et d'autres objets dans des aires prédéfinies de cette surface, et en déterminer le type ». (Source : NAV CANADA Toronto, *Runway incursion monitoring and conflict alert (RIMCAS) sub-system description* (18 décembre 2012), paragraphe 1.)

Environ 5 secondes plus tard, alors que l'ACA726 tournait pour s'aligner sur l'axe de la piste 24R, l'équipage de conduite de l'ACA1259, qui se trouvait à 0,41 mille marin (nm) du seuil de la piste 24R et à 270 pieds au-dessus du niveau du sol (AGL), a signalé au contrôleur d'aéroport qu'un aéronef occupait la piste et qu'il remettait les gaz. L'alarme sonore de niveau 2 du système RIMCAS de la tour a retenti au moment même où l'ACA1259 annonçait qu'il remettait les gaz. L'ACA1259 franchissait 580 pieds AGL en montée lorsqu'il a survolé l'ACA726 sur la piste.

Le contrôleur d'aéroport ne pouvait apercevoir visuellement l'ACA726 sur la piste depuis sa position de contrôleur tour sud. Lorsque le contrôleur d'aéroport a demandé à l'ACA726 d'indiquer sa position, celui-ci a répondu qu'il était sur la piste 24R. Le contrôleur d'aéroport a informé l'ACA726 qu'il n'avait pas reçu l'autorisation de s'aligner sur la piste 24R et lui a demandé de maintenir sa position.

À 21 h 3 min, l'ACA726 a reçu l'autorisation de décoller de la piste 24R et s'est envolé vers KLG. L'ACA1259 s'est par la suite posé en toute sécurité après une seconde approche.

Après le vol, le commandant de bord et le P/O de l'ACA726 ont passé la nuit à KLG. Le lendemain matin, le commandant de bord a discuté de l'événement avec le chef pilote, et ils ont convenu de poursuivre les opérations aériennes de ce jour.

Ce soir-là, lorsque le commandant de bord est rentré à CYYZ, il a rempli un rapport de sécurité aéronautique. Ce type de rapport sert à consigner les événements d'aviation pour analyse par le service de la sécurité aérienne, conformément au système de gestion de la sécurité d'Air Canada.

Conditions météorologiques

Le message d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR) de 20 h pour CYYZ faisait état des conditions suivantes : vents soufflant du 230° vrai (V) à 6 nœuds, visibilité de 15 milles terrestres (sm), plafond de nuages fragmentés à 14000 pieds AGL, plafond de nuages fragmentés à 19000 pieds AGL, température de 4 °C, point de rosée de -1 °C, et calage altimétrique de 29,69 pouces de mercure.

Exploitant

Air Canada a mené une enquête interne de sécurité, qui comprenait une discussion en table ronde avec le commandant de bord, le P/O, le chef pilote, un spécialiste de la flotte, et un représentant de l'Association des pilotes d'Air Canada. On a discuté de l'événement, puis on en a fait le bilan avec le commandant de bord et le P/O, qui ont dit qu'ils comprenaient leur erreur. On a également discuté des techniques de gestion des menaces et des erreurs (TEM)¹²

¹² La gestion des menaces et des erreurs (TEM) est un concept global de sécurité relatif aux opérations aériennes et à la performance humaine. (Source : SKYbrary,

et passé en revue des accidents et incidents semblables, ainsi que leurs causes, pour insister sur la gravité de ces situations.

Équipage de conduite

Les dossiers indiquaient que l'équipage de conduite de l'ACA726 possédait les licences et les qualifications nécessaires au vol en vertu de la réglementation en vigueur.

Commandant de bord du vol Air Canada 726

Le commandant de bord avait à son actif environ 10000 heures de vol au total, dont 1250 heures sur l'Embraer 190. Son temps de service avait commencé à 19 h 20, avec un départ prévu à 20 h 35, et avait pris fin à 22 h 21, soit un temps de service de 3 heures et 1 minute.

Premier officier du vol Air Canada 726

Le P/O avait accumulé environ 8200 heures de vol au total, dont 2500 heures comme premier officier sur l'Embraer 190. Son temps de service avait commencé à 12 h 55, avec un départ prévu à 14 h 10. Le P/O avait effectué un vol aller-retour entre CYYZ et CYOW, suivi d'un repos en escale de 3 heures avant d'effectuer le vol à l'étude. Le temps de service du P/O avait pris fin à 22 h 21, soit un temps de service de 9 heures et 26 minutes, ce qui est conforme aux règlements.

Aéroport international Lester B. Pearson de Toronto

L'aéroport CYYZ compte 5 pistes : 05/23, 15L/33R, 15R/33L, 06L/24R et 06R/24L. Les pistes 24L et 24R sont parallèles, et environ 1000 pieds séparent leurs axes (annexe A).

Service de la circulation aérienne

Effectif

Les contrôleurs de la circulation aérienne qui travaillaient dans la tour durant l'événement à l'étude étaient qualifiés pour exercer leurs fonctions.

Le contrôleur d'aéroport, qui était également le superviseur du quart responsable de l'exploitation de la tour, exerçait les fonctions de contrôleur à CYYZ depuis 2005, et celles de superviseur de quart depuis 2008. Le contrôleur sol exerçait les fonctions de contrôleur à CYYZ depuis 2008.

Procédures de contrôle du trafic aérien

Il y a 2 postes de contrôleur d'aéroport dans la tour à CYYZ. Le contrôleur tour nord est responsable des aéronefs à l'arrivée et au départ qui utilisent les pistes 05/23 et 15L/33R, tandis que le contrôleur tour sud est responsable des aéronefs à l'arrivée et au départ qui utilisent les pistes 06L/24R, 06R/24L et 15R/33L. Les procédures d'exploitation locales permettent qu'un seul contrôleur d'aéroport assume la responsabilité des positions nord et sud en mode d'exploitation des postes combinés durant les périodes creuses à l'aéroport.

Il y a également un poste de contrôleur des autorisations et 3 postes de contrôleur sol : nord, centre, et sud. Un contrôleur de surveillance sud est également en fonction dans la tour lorsque l'on utilise simultanément les pistes parallèles 06L et 06R, ou 24L et 24R.

Durant la soirée de l'événement à l'étude, on a d'abord utilisé la piste 23 pour les aéronefs au départ, et la piste 24R pour les aéronefs à l'arrivée. Un contrôleur d'aéroport occupait des postes combinés, étant donné que la circulation à l'aéroport était jugée légère.

Juste avant l'événement à l'étude, le contrôle de la circulation aérienne a décidé que les pistes 23 et 24R seraient utilisées par les aéronefs à l'arrivée et au départ. Ce changement exigeait que 2 contrôleurs d'aéroport soient en service : un qui occupait le poste nord de la tour et qui était responsable de la piste 23, et le superviseur de quart, qui occupait le poste sud de la tour et qui était responsable de la piste 24R. Des contrôleurs étaient également en fonction aux postes sol nord et sud, y compris le poste de contrôleur des autorisations.

Service automatique d'information de région terminale

D'après le Manuel d'information aéronautique de Transports Canada :

L'ATIS est un service qui assure la diffusion continue de renseignements enregistrés aux aéronefs à l'arrivée et au départ, sur une fréquence discrète VHF ou UHF. Son usage permet aux contrôleurs d'être plus efficaces et de réduire l'encombrement des fréquences en rendant automatique la transmission répétitive de renseignements essentiels, mais d'usage.

[...]

Chaque enregistrement sera identifié par un code de l'alphabet phonétique en commençant par le code « ALPHA », puis en continuant par ordre alphabétique pour chaque message subséquent¹³.

D'après le message ATIS X-ray à CYYZ, émis à 20 h 9, la piste 23 servait aux aéronefs au départ, et la piste 24R servait aux aéronefs à l'arrivée. D'après le message ATIS Yankee émis à 20 h 30, les pistes 23 et 24R servaient toutes les 2 aux aéronefs à l'arrivée et au départ. D'après le message ATIS Zulu émis à 20 h 33, les pistes 23 et 24R servaient toutes les deux

¹³ Transports Canada, *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC), RAC - Règles de l'air et services de la circulation aérienne (13 octobre 2016), paragraphe 1.3.

aux aéronefs à l'arrivée et au départ. Le message ATIS Zulu était en vigueur lorsque l'ACA726 a reçu ses instructions pour circuler de l'aire de trafic à la piste 24R.

L'enquête n'a pas permis d'établir quel message ATIS l'équipage de conduite de l'ACA726 avait reçu.

Phraséologie du contrôle de la circulation aérienne

Le *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne* (MANOPS ATC) de NAV CANADA indique la séquence à observer pour transmettre des instructions aux aéronefs qui circulent avant le départ.

À la fin de la séquence, le contrôleur de la circulation aérienne peut indiquer à l'équipage de conduite de contacter la tour sur une fréquence particulière « maintenant », à une heure et à un point précis, ou à l'écart de la piste que l'équipage va utiliser pour décoller. L'équipage de conduite peut également recevoir l'instruction de contacter la tour sur une fréquence particulière, soit « maintenant », soit à une heure et à un point précis¹⁴.

Même si ce manuel permet d'utiliser la phraséologie « contactez la tour à l'écart » de la piste de laquelle l'aéronef va décoller, l'utilisation de l'expression « à l'écart » est facultative. L'utilisation de cette expression quand on émet l'instruction de circuler n'est pas considérée comme une restriction à l'aéronef de se tenir à l'écart de la piste à la ligne d'attente; par conséquent, aucune relecture par l'équipage de conduite n'est requise. Dans ce scénario, se tenir à l'écart veut dire le point où l'équipage de conduite doit passer de la fréquence sol à la fréquence tour et communiquer avec le contrôleur tour¹⁵. Par contre, un équipage de conduite qui reçoit l'instruction de se tenir à l'écart d'une piste ou d'une voie de circulation doit en accuser réception au contrôleur de la circulation aérienne¹⁶.

Le MANOPS ATC permet aux contrôleurs [traduction] « d'émettre aux aéronefs circulant sur l'aire de manœuvre des instructions de circulation et des autorisations claires et concises »¹⁷.

D'après le MANOPS ATC, le contrôleur de la circulation aérienne doit [traduction] « donner instruction à un aéronef de circuler sur toute piste devant être traversée durant la circulation au sol, de la traverser ou de s'en tenir à l'écart¹⁸. » D'après ce manuel, le contrôleur de la circulation aérienne n'est pas tenu d'indiquer à un aéronef qui circule avant son départ de se tenir à l'écart de l'extrémité de départ de la piste qu'il va utiliser pour décoller. Selon ce scénario, les équipages de conduite ne sont pas autorisés à franchir une ligne d'attente sur une voie de circulation qui mène à la piste que va utiliser l'aéronef pour décoller, à moins

¹⁴ Source : NAV CANADA, *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne* (en vigueur du 6 juin 2015 au 30 mars 2016), paragraphe 334.10h.

¹⁵ *Ibid.*, note 1.

¹⁶ *Ibid.*, paragraphe 133.5.

¹⁷ *Ibid.*, paragraphe 334.1.

¹⁸ *Ibid.*, paragraphe 303.4.

qu'ils n'aient reçu l'autorisation de s'aligner sur la piste en prévision du décollage, ou l'autorisation de décoller. Dans des circonstances normales, c'est le contrôleur d'aéroport, et non le contrôleur sol, qui autorise l'aéronef à s'aligner sur l'axe de piste en prévision du décollage.

L'enquête a permis de déterminer que les contrôleurs sol à CYYZ emploient une phraséologie différente lorsqu'ils émettent l'instruction de circuler jusqu'à la plate-forme d'attente de circulation. Certains contrôleurs disent [traduction] « allez à droite » ou « allez à gauche », d'autres disent « gardez la droite » ou « gardez la gauche »; d'autres encore disent « demeurez à l'ouest » ou « demeurez à l'est »¹⁹.

Système de balisage lumineux de terrain d'aviation

Le système de balisage lumineux de terrain d'aviation à CYYZ comprend des barres d'arrêt au même endroit qu'une ligne d'attente en travers de la voie de circulation qui mène à une piste. Comme le décrit le *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC), les barres d'arrêt sont « constituées de feux [encastrés] disposés à des intervalles de 3 m en travers de la voie de circulation, visibles dans la direction que doivent prendre les avions qui approchent de l'intersection ou du point d'attente de circulation »²⁰. Les équipages de conduite et conducteurs de véhicules ne sont pas autorisés à franchir une barre d'arrêt allumée. Ils doivent toujours obtenir l'autorisation du contrôle de la circulation aérienne, et la barre d'arrêt rouge doit être éteinte avant qu'ils s'engagent sur une piste active.

Le document TP 312 de Transports Canada fait autorité au Canada en matière d'exigences relatives aux aéroports. Ce document spécifie, en partie, qu'« une barre d'arrêt est installée à chaque point d'attente avant piste desservant une piste utilisée dans des conditions de visibilité inférieure à une RVR de 1 200 (1/4 SM)²¹ ».

À CYYZ, les feux des barres d'arrêt sont allumés à la ligne d'attente en travers des voies de circulation qui traversent une piste active. Il y a toutefois une exception : les barres d'arrêt ne sont pas allumées à la ligne d'attente en travers d'une voie de circulation ou sur une plate-forme d'attente de circulation à l'extrémité de départ d'une piste active, à moins que l'aéroport n'applique un plan opérationnel pour le vol par visibilité réduite²².

¹⁹ Exemple de phraséologie explicite : « circulez jusqu'au côté droit de la plate-forme d'attente de circulation, contactez la tour sur un un huit décimale trois cinq, tenez-vous à l'écart ».

²⁰ Transports Canada, *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC) (31 mars 2016), section AGA 7.14.

²¹ Transports Canada, TP 312, *Normes et pratiques recommandées pour les aérodromes*, cinquième édition (juillet 2015).

²² Par « plan opérationnel pour le vol par visibilité réduite », on entend les procédures qu'adoptent un exploitant d'aéroport ou les services de circulation aérienne lorsque la visibilité signalée est inférieure à une portée visuelle de piste (RVR) de 2600 pieds, mais est supérieure ou égale à une RVR de 1200 pieds. (Source : NAV CANADA, *Manuel des opérations du contrôle de la circulation aérienne* [en vigueur du 6 juin 2015 au 30 mars 2016], Définitions).

L'annexe 14 à la *Convention relative à l'aviation civile internationale*, Volume 1, stipule, en partie, que les incursions sur piste « peuvent survenir quelles que soient les conditions météorologiques ou de visibilité. La fourniture de barres d'arrêt aux points d'attente avant piste, et leur utilisation de nuit et avec une portée visuelle de piste (RVR) supérieure à 550 m/1800 pi peuvent faire partie des mesures visant à prévenir les incursions sur piste²³ ».

NAV CANADA a également publié cette information²⁴ dans un bulletin du Conseil de sécurité et de prévention des incursions sur piste relatif à la sécurité sur piste et l'utilisation de barres d'arrêt²⁵.

Certains contrôleurs estiment qu'il est peu commode d'allumer et d'éteindre les barres d'arrêt, que ça prend du temps, et que leur utilisation à l'extrémité de départ d'une piste pourrait nuire à l'exploitation de l'aéroport.

Système avancé de guidage et de contrôle de la circulation de surface et système de surveillance des incursions sur piste et d'alerte de conflit

Quand on allume une barre d'arrêt du balisage lumineux d'aéroport à partir du panneau d'éclairage, une ligne rouge s'affiche à l'écran A-SMGCS de la tour. La barre s'allume juste au-delà de la ligne d'attente physique, en travers de la voie de circulation ou sur la plateforme d'attente de circulation, qui s'affiche en bleu pâle.

À CYYZ, le système A-SMGCS comprend un système de surveillance des incursions sur piste et d'alerte de conflit (RIMCAS), que NAV CANADA décrit comme un système qui surveille les comptes rendus de position d'aéronefs ou de véhicules cibles pour évaluer continuellement la circulation. Lorsque le système RIMCAS détecte une situation potentiellement dangereuse d'après un ensemble de règles configurables, il transmet au contrôleur de la circulation aérienne un message d'alerte indiquant l'identité et la position des cibles en cause et la gravité de la situation²⁶.

Il y a 2 niveaux d'alerte. L'alerte visuelle de niveau 1 s'affiche à l'écran A-SMGCS de la tour et avertit le contrôleur de la circulation aérienne qu'une situation requiert une attention particulière. L'alerte de niveau 2 est une alerte visuelle qui s'affiche à l'écran A-SMGCS de la

²³ Source : Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), annexe 14 à la Convention relative à l'aviation civile internationale – *Aérodromes*, volume 1 – *Conception et exploitation technique des aérodromes*, sixième édition (juillet 2013), paragraphe 5.3.20 : Barres d'arrêt.

²⁴ Les conditions de visibilité indiquées dans la publication de NAV CANADA indiquent une « portée visuelle de piste (RVR) supérieure à 550 m/1800 pi (ou moins, avec exceptions) »

²⁵ NAV CANADA Produits et services, Sécurité sur piste, Conseil de sécurité et de prévention des incursions sur piste, <http://www.navcanada.ca/FR/products-and-services/Runway%20Resources/Newsflash-Stop-Bars-FR.pdf> (dernière consultation le 30 mars 2017).

²⁶ NAV CANADA Toronto, « Runway incursion monitoring and conflict alert (RIMCAS) sub-system description » (18 décembre 2012), paragraphe 2.

tour, avec une alarme sonore qui retentit dans la tour pour avertir le contrôleur de la circulation aérienne qu'une situation critique pourrait se produire²⁷.

Le système RIMCAS comprend des fonctions de détection des dépassements de barre d'arrêt et des incursions sur piste.

La fonction de détection des dépassements de barre d'arrêt évalue les comptes rendus de position des aéronefs et véhicules cibles et génère une alarme sonore pour avertir le contrôleur de la circulation aérienne lorsqu'une cible signalée par l'A-SMGCS franchit une barre d'arrêt allumée associée à une ligne d'attente qui n'a pas d'abord été désactivée²⁸. Les aéronefs qui ont atterri ou les véhicules et aéronefs qui se trouvent sur la piste et en sortent ne déclenchent pas d'alarme.

La fonction de surveillance des incursions sur piste évalue les comptes rendus de position des aéronefs et véhicules cibles que fournit l'A-SMGCS pour avertir le contrôleur de la circulation aérienne d'une incursion sur l'aire de piste par des aéronefs ou des véhicules lorsqu'un aéronef doit utiliser une piste active pour atterrir ou décoller²⁹. L'aire de piste comprend normalement la piste active au complet et les zones sensibles connexes³⁰.

Ces fonctions du système RIMCAS ont pour objet d'informer le contrôleur de la circulation aérienne d'une incursion sur piste afin qu'il émette de nouvelles instructions aux aéronefs ou aux véhicules en cause.

Seuls les contrôleurs de la circulation aérienne voient et entendent les alertes et alarmes que génère le RIMCAS; elles ne sont pas transmises aux équipages de conduite à bord d'aéronefs.

Systeme avancé de guidage et de contrôle de la circulation de surface et système de surveillance des incursions sur piste et d'alerte de conflit à l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto

Étant donné la bonne visibilité au moment de l'événement à l'étude, il n'était pas nécessaire d'allumer la barre d'arrêt voisine de la ligne d'attente sur la plate-forme d'attente de circulation jouxtant la piste 24R. Par conséquent, la fonction de détection des dépassements de barre d'arrêt du système RIMCAS n'a pas détecté que l'ACA726 avait franchi la barre d'arrêt désactivée.

La fonction de surveillance des incursions sur piste du système RIMCAS était configurée pour surveiller l'aire d'approche de la piste 24R devant un aéronef en approche finale pour atterrir. La fonction devait générer une alerte visuelle de niveau 1 en cas de conflit 30 secondes avant l'atterrissage d'un aéronef, et une alerte visuelle et une alarme sonore de

²⁷ *Ibid.*, paragraphe 2.2.

²⁸ *Ibid.*, paragraphe 1.

²⁹ *Ibid.*

³⁰ *Ibid.*, section 2.1.1.

niveau 2 en cas de conflit 20 secondes avant l'atterrissage d'un aéronef. Dans ces conditions, on entend par conflit un autre aéronef ou un véhicule qui franchit le bord de piste.

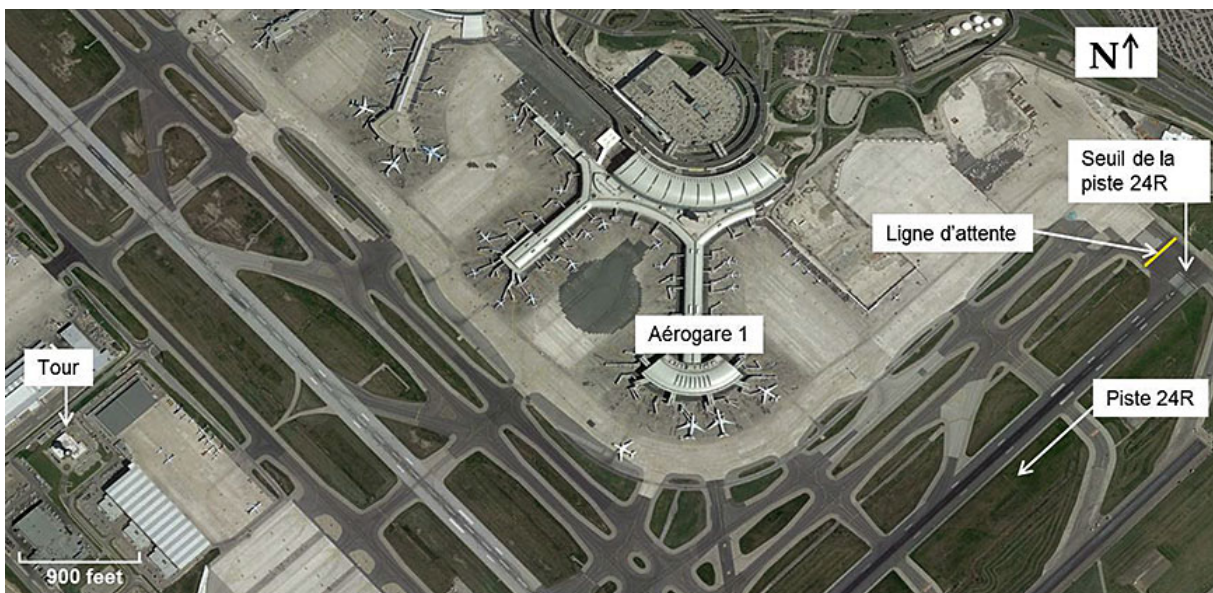
Durant l'événement à l'étude, lorsque la fonction de surveillance des incursions sur piste du système RIMCAS a détecté que l'ACA726 avait franchi le bord de piste, l'ACA1259 se trouvait à moins de 30 secondes du seuil de la piste 24R. Ainsi, l'alerte visuelle de niveau 1 du système RIMCAS s'est affichée à l'écran A-SMGCS de la tour lorsque l'ACA726 a franchi le bord de la piste 24R. L'alarme sonore de niveau 2 a retenti environ 5 secondes plus tard, alors que l'ACA726 tournait pour s'aligner sur l'axe de piste.

Visibilité du seuil de la piste 24R depuis la tour

Le seuil de la piste 24R se trouve à environ 1,4 nm de la tour et, dans l'obscurité, cette vue est saturée par diverses sources lumineuses au voisinage de l'aérogare 1 (figure 3). Comme il est difficile de voir les aéronefs dans cette zone, les contrôleurs utilisent l'écran d'affichage A-SMGCS pour confirmer la position des aéronefs.

Le contrôleur d'aéroport a vu à l'écran A-SMGCS que l'ACA726 circulait vers la ligne d'attente de la plate-forme d'attente de circulation; or, il n'a jamais aperçu l'aéronef en regardant par la vitre de la tour vers le seuil de la piste 24R. L'ACA1259 a signalé la présence d'un aéronef sur la piste, et le P/O de l'ACA726 a confirmé qu'ils étaient sur la piste lorsque le contrôleur d'aéroport le lui a demandé. La nuit, à cause de la saturation lumineuse, le contrôleur d'aéroport ne pouvait voir directement l'ACA726 sur la piste depuis le poste du contrôleur tour sud.

Figure 3. Emplacement de la tour à CYYZ et du seuil de la piste 24R (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



Facteurs humains

Historique de travail et de sommeil de l'équipage de conduite

Commandant de bord du vol Air Canada 726

Le commandant de bord était affecté à Toronto et habitait cette région. Il avait été en congé pendant 2 jours consécutifs avant le jour de l'événement à l'étude et il se souvenait d'avoir bien dormi la veille et de s'être senti reposé. Il n'avait reçu aucun diagnostic de trouble du sommeil ou d'autre trouble médical qui aurait pu l'empêcher d'obtenir un sommeil réparateur. On a écarté la fatigue comme facteur dans le cas du commandant de bord.

Premier officier du vol Air Canada 726

Le P/O était affecté à Toronto, mais il habitait à Winnipeg (Manitoba). L'événement à l'étude s'est déroulé lors de son 6^e jour de travail consécutif. Après 5 jours de congé, le P/O a commencé une affectation le 23 janvier 2016, était en congé le 24 janvier, puis a travaillé chaque jour jusqu'au matin du 29 janvier. Durant cette affectation, le P/O a logé dans divers hébergements, y compris un appartement partagé à Toronto et des hôtels durant des repos en escale. Le matin du 29 janvier, après avoir effectué un vol de l'aéroport international de St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) à CYYZ, le P/O s'est envolé pour Winnipeg (Manitoba) comme passager. Ce soir-là, on lui a demandé de travailler le lendemain (30 janvier), et il a accepté. Air Canada a réservé un siège à bord d'un vol, de Winnipeg (Manitoba) à CYYZ, pour le P/O le lendemain matin pour s'assurer qu'il arrive à temps à CYYZ pour son affectation. Le temps de déplacement de Winnipeg à CYYZ n'a pas été pris en compte dans son temps de service.

Le matin de l'événement à l'étude, le P/O s'est réveillé vers 6 h 15 (5 h 15, heure normale du Centre) après une période de 6,75 heures de sommeil réparateur. Au cours des nuits précédentes, du 25 janvier au 29 janvier, le P/O avait obtenu de 5 à 6,75 heures de sommeil par nuit. Il s'agissait également de périodes de sommeil réparateur. Durant les 5 jours de congé consécutifs qui ont précédé l'affectation à l'étude, il avait obtenu en moyenne de 8 à 9 heures de sommeil réparateur par nuit.

Le P/O n'avait reçu aucun diagnostic de trouble du sommeil ou d'autre trouble médical qui aurait pu l'empêcher d'obtenir un sommeil réparateur.

Déplacement et fatigue du pilote

Le temps de service commence lorsqu'un membre d'équipage de conduite se présente au travail ou commence une affectation, et prend fin lorsqu'il est dégagé de tout service. Chez Air Canada, on considère que le temps de service commence lorsque les équipages de conduite se présentent au travail, à l'heure de prise de service prévue. Les équipages de conduite sont relevés de leurs fonctions dès l'arrêt moteur à la fin de leur dernier vol régulier, plus 15 minutes pour accomplir les tâches après vol. Le temps de service ne comprend pas le temps passé en déplacement depuis le domicile du pilote jusqu'au lieu où il se présente au travail. D'après le *Manuel d'exploitation de vol* d'Air Canada, il incombe à tout

membre d'équipage de conduite de se présenter au travail suffisamment reposé³¹. Toutefois, si un pilote doit voyager depuis sa ville d'affectation à un autre endroit pour effectuer un vol, la compagnie considère ce déplacement comme une mise en place, et ce temps de déplacement compte dans le temps de service.

Le temps et les habitudes de déplacement peuvent varier considérablement parmi les membres d'équipage de conduite, et il n'est pas rare que des pilotes vivent dans une ville différente de leur ville d'affectation. Dans ces cas, les équipages de conduite voyagent souvent comme passagers de leur ville de résidence à leur ville d'affectation. Pour s'assurer d'être suffisamment reposés, certains membres d'équipage de conduite se rendent à leur ville d'affectation la veille de leur vol prévu. Dans ce cas-ci, le P/O n'a pas pu voyager la veille, étant donné qu'il avait accepté d'effectuer ce vol additionnel le 29 janvier en soirée. Le P/O aurait pu utiliser une salle de repos pour les membres d'équipage à CYYZ, mais il a décidé de ne pas le faire. Ayant eu de la difficulté à dormir dans cette salle par le passé, le P/O estimait qu'une sieste ne l'aurait laissé que plus fatigué.

Des études ont montré que le temps de déplacement peut être un facteur de risque de fatigue durant les périodes de service s'il fait en sorte que les membres d'équipage de conduite est éveillé pendant plus de 16 heures avant la fin prévue du service³². Par conséquent, on a recommandé que les membres d'équipage de conduite évitent des déplacements ou d'autres activités avant la prise de service qui feraient en sorte qu'ils soient éveillés pendant plus d'environ 16 heures avant la fin prévue du service³³.

Le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) interdit à l'exploitant aérien d'assigner du temps de service de vol à un membre d'équipage de conduite, et à un membre d'équipage de conduite d'accepter une telle assignation, si le temps de service de vol de ce membre d'équipage de conduite dépasse 14 heures consécutives, y compris 15 minutes pour les tâches à accomplir après le vol³⁴. À Air Canada, on peut prolonger d'au plus 3 heures consécutives le temps de service de vol maximal en cas de circonstances imprévues³⁵.

Expectative et modèles mentaux dans les environnements opérationnels

Dans les situations opérationnelles réelles, on se fie à l'expérience et aux connaissances pour rapidement catégoriser la situation que l'on vit et choisir la marche à suivre appropriée³⁶. Ainsi, dans les situations souvent répétées, l'attention et les attentes sont plus souvent le fruit

³¹ Air Canada, *Manuel d'exploitation de vol* (30 janvier 2016), paragraphe 6.5.4.

³² National Research Council, *The effects of commuting on pilot fatigue* (Washington, DC: The National Academies Press, 2011), p. 79.

³³ *Ibid.*, page 97.

³⁴ *Règlement de l'aviation canadien*. Limites de temps de service de vol et périodes de repos, paragraphe 700.16(1).

³⁵ Air Canada, *Manuel d'exploitation de vol* (30 janvier 2016), paragraphe 6.5.5.

³⁶ G. Klein, « Naturalistic decision making », *Human Factors*, Volume 50, numéro 3 (juin 2008), p. 456 à 460.

du modèle mental que l'on a de la situation, étant donné que l'expérience antérieure détermine quelle information est importante et comment se déroulera la situation.

Les modèles mentaux sont essentiels pour réagir efficacement dans des environnements dynamiques où chaque seconde compte, car ils réduisent le besoin d'évaluer une situation, ce qui prend du temps, et permettent d'agir rapidement. Par contre, ils peuvent également entraîner des erreurs de perception de l'information. Par exemple, l'évaluation mentale inexacte d'une situation peut faire que l'on accorde trop d'importance au premier renseignement reçu; c'est ce que l'on appelle le biais d'ancrage.

Une évaluation inexacte de la situation peut également renforcer la tendance à chercher des signes qui confirment la situation ou la décision actuelle ou y correspondent, puisque l'expérience antérieure détermine l'information à laquelle on s'attend. On appelle cette tendance le biais de confirmation. Ces biais peuvent réduire la probabilité que l'on révise une première évaluation et qu'on la mette à jour avec de nouveaux renseignements. Ils peuvent également mener à ce que l'on trie sur le volet les renseignements qui appuient notre état de conscience actuel, et que l'on rejette ceux qui contredisent nos attentes^{37 38}. Souvent, on entend ce que l'on s'attend à entendre, et voit ce que l'on s'attend à voir.

Préoccupation en matière de sécurité non résolue du Bureau

En 2007, le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté³⁹ sur une incursion sur piste à CYYZ qui mettait en cause un Learjet 35A qui circulait vers la piste 05 pour y décoller, et un aéronef Westwind 1124 d'Israel Aircraft Industries (IAI) qui atterrissait sur cette piste. Après qu'il eut reçu l'instruction de se tenir à l'écart de la piste 05, le Learjet 35A a franchi la ligne d'attente et s'est engagé sur la piste au moment où l'IAI 1124 atterrissait. L'équipage de conduite de l'IAI 1124 a aperçu le Learjet 35A devant lui et a manœuvré de manière à passer derrière lui. Les deux aéronefs se sont croisés à 60 pieds l'un de l'autre.

Au cours de cette enquête, le BST a établi que, tant que les équipages de conduite d'aéronefs qui décollent ou qui atterrissent ne recevront pas d'avertissement direct d'une incursion sur la piste qu'ils utilisent, le risque de collision à haute vitesse persistera. Comme peu de progrès ont été réalisés à ce jour au Canada relativement à la mise en œuvre de systèmes pour avertir les équipages de conduite de conflits sur piste, cette préoccupation en matière de sécurité demeure non résolue.

³⁷ A. Tversky et D. Kahneman, « Judgment under uncertainty: Heuristics and biases », dans : D. Kahneman, P. Slovic et A. Tversky (éd.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases* (New York, NY: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1982).

³⁸ A. Tversky et D. Kahneman, « Causal schemas in judgments under uncertainty », dans : D. Kahneman, P. Slovic et A. Tversky (éd.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases* (New York, NY: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1982).

³⁹ Rapport d'enquête aéronautique du BST A07C0305.

Liste de surveillance du BST

La Liste de surveillance du BST énumère les principaux enjeux de sécurité qu'il faut s'employer à régler pour rendre le système de transport canadien encore plus sûr.

Le risque de collision sur les pistes figure sur la Liste de surveillance 2016.

Aux aéroports, les aéronefs et les véhicules doivent se déplacer entre les aires de trafic, les voies de circulation et les pistes. Parfois, des aéronefs ou des véhicules se trouvent par erreur sur une aire de décollage ou d'atterrissage en service, ce qui engendre des conflits entre aéronefs, ou entre aéronefs et véhicules. Ces conflits se nomment des incursions sur piste. Compte tenu des millions de décollages et d'atterrissages chaque année,⁴⁰ les incursions sont rares; par contre, leurs conséquences peuvent être catastrophiques.

Le risque de collision sur les pistes restera sur la Liste de surveillance du BST jusqu'à ce que :

- de nouveaux moyens de protection technologiques soient mis en place dans les grands aéroports du Canada pour réduire le nombre d'incursions importantes sur les pistes;
- le nombre total d'incursions sur piste baisse.

Les incursions sur piste figurent depuis 2010 sur la Liste de surveillance du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST), et le BST estime que leur nombre total est encore beaucoup trop élevé. Le nombre des incursions sur piste graves est particulièrement préoccupant au Canada⁴¹ – des incursions au cours desquelles la collision a été évitée de justesse ou qui présentaient un important risque de collision.

De 2011 à 2015, les aéroports canadiens ont enregistré 2041⁴² incursions sur piste, dont 27 incursions sur piste graves (Tableau 1).

⁴⁰ Source : Système de compte rendu quotidien des événements de l'Aviation civile de Transports Canada

⁴¹ Définitions des catégories A et B de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) dans le *Manuel sur la prévention des incursions sur piste*, 1^{re} édition, 2007

⁴² Statistiques sur les incursions sur piste de NAV CANADA

Tableau 2. Incursions sur piste au Canada

Année	Total des incursions sur piste	Incursions sur piste graves
2011	386	10
2012	355	3
2013	422	5
2014	462	3
2015	416	6

Source : NAV CANADA

Plusieurs enquêtes récentes du BST ont révélé un risque de collision sur les pistes⁴³, et le Bureau demeure préoccupé par le fait que les incursions graves persisteront jusqu'à ce que de meilleurs mécanismes de protection soient mis en place.

Les États-Unis mettent actuellement à l'essai des systèmes automatisés qui ne requièrent pas l'intervention du contrôleur ou du pilote pour assurer la sécurité des pistes. Toutefois, une augmentation récente des incursions les plus graves dans les aéroports américains a poussé le National Transportation Safety Board (NTSB) à lancer une enquête spéciale⁴⁴ pour cerner certains des effets et causes les plus fondamentaux de ces incursions.

Les intervenants du secteur et les organismes de réglementation prennent des mesures utiles pour communiquer des données et autres renseignements visant à améliorer les procédures aéroportuaires locales, mais rares sont les moyens de protection technologiques à avoir été envisagés ou mis en œuvre au Canada pour signaler les conflits sur piste aux équipages de conduite et aux conducteurs de véhicules. Transports Canada, NAV CANADA, les autorités aéroportuaires et les intervenants du secteur doivent manifester davantage de leadership pour tirer pleinement parti des technologies afin d'assurer la sécurité des pistes.

⁴³ Rapports d'enquêtes aéronautiques du BST A11Q0170, A13H0003, A13O0045, A14O0049, A14C0112, A14H0002 et A14W0046.

⁴⁴ « NTSB Targets Runway Incursions in Special Investigation », *Aviation Week & Space Technology*, (5 septembre 2016).

Analyse

L'incursion sur piste s'est produite à la noirceur par visibilité de 15 milles terrestres. L'équipage de conduite du vol Air Canada (ACA) 726, ainsi que les contrôleurs sol et d'aéroport, possédaient les licences et les qualifications nécessaires, conformément à la réglementation en vigueur. L'analyse portera principalement sur l'établissement du modèle mental de l'équipage de conduite, et la façon dont les attentes de ses membres, combinées à la phraséologie ambiguë employée par le contrôleur sol, ont probablement contribué à la mauvaise compréhension de l'instruction de circuler par l'équipage de conduite.

Lorsque l'équipage de conduite de l'ACA726 a communiqué avec le contrôleur sol, il avait déjà achevé ses préparatifs avant départ, y compris les vérifications avant décollage, car l'équipage prévoyait atteindre rapidement la piste de départ. Les 2 pilotes se sont confirmés l'un l'autre que tout était prêt pour le départ avant même de demander l'instruction de circuler au contrôleur sol. Ils s'attendaient à recevoir l'autorisation de décoller peu après qu'ils eurent commencé à circuler vers la piste.

Les pilotes s'attendaient à recevoir promptement l'autorisation de décoller; cette attente a été renforcée lorsque le contrôleur sol a demandé s'ils étaient « prêts à partir ».

Après avoir confirmé que l'équipage de conduite de l'ACA726 était prêt à partir, le contrôleur sol a répondu en donnant l'instruction de « ...circuler au côté droit et dix-huit trente-cinq ». L'équipage de conduite a interprété cette instruction comme l'autorisation de se rendre à la piste droite (la piste 24R); il a donc circulé pour se positionner sur la piste en prévision du décollage. Cette interprétation correspondait à l'attente qu'avait l'équipage de conduite de ce qui devait suivre, d'après son modèle mental de la situation.

Malgré des indices qui auraient pu signaler à l'équipage de conduite qu'il y avait malentendu, ces indices étaient insuffisamment probants ou les pilotes les ont perçus, mais n'en ont pas tenu compte. L'équipage de conduite n'a pas remis en question l'instruction perçue de s'engager sur la piste, malgré le fait que ce n'est pas le contrôleur sol qui donne normalement cette instruction. De plus, l'équipage de conduite a perçu que l'aéronef en approche finale se dirigeait vers la piste parallèle.

Quoique le premier officier (P/O) a relu les instructions, disant [traduction] « au côté droit, dix-huit trente-cinq, merci de votre aide », le malentendu a persisté, car la relecture a été faite selon la même phraséologie en langage simple employée par le contrôleur sol.

L'équipage de conduite a mal interprété l'instruction de circuler émise par le contrôleur sol en langage simple. De plus, il a relu l'instruction en employant la même phraséologie, méthode inefficace pour confirmer un entendement commun entre le contrôleur sol et l'équipage de conduite.

L'utilisation de la phrase « tenez à l'écart » est facultative lorsque l'on émet l'instruction de circuler au seuil d'une piste de départ. Dans l'événement à l'étude, l'utilisation de la phrase

« contactez la tour [...] tenez à l'écart » à la fin de l'instruction de circulation aurait dû signifier à l'équipage de conduite l'interdiction de s'engager sur la piste.

Il est possiblement superflu d'ajouter la phrase « tenez à l'écart » à l'instruction de circuler, puisque les équipages de conduite devraient savoir qu'il est interdit de franchir une ligne d'attente et de s'engager sur une piste sans avoir reçu l'autorisation spécifique de s'aligner sur l'axe de piste en prévision du décollage, ou l'autorisation de décoller. Toutefois, l'événement à l'étude illustre comment des erreurs de communication peuvent survenir et pourquoi l'utilisation d'une phraséologie standard qui renforce la limite d'autorisation pourrait améliorer la sécurité. Si les contrôleurs de la circulation aérienne ne sont pas tenus d'utiliser une phraséologie standard qui renforce la nécessité de se tenir à l'écart d'une piste de départ, il y a un risque accru de malentendu qui pourrait mener à une incursion sur piste.

Les contrôleurs sol à l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto (CYYZ) utilisent différentes phraséologies lorsqu'ils émettent des instructions pour circuler sur la plate-forme d'attente de circulation. Certains contrôleurs disent [traduction] « allez à droite » ou « allez à gauche », d'autres disent « gardez la droite » ou « gardez la gauche »; d'autres encore disent « demeurez à l'ouest » ou « demeurez à l'est ». Si la phraséologie en langage simple qu'emploient les contrôleurs de la circulation aérienne n'est pas explicite, il y a un risque de malentendu entre le contrôle de la circulation aérienne et les équipages de conduite.

Le contrôleur d'aéroport a aperçu l'ACA726 qui s'approchait de la ligne d'attente à l'écran du système avancé de guidage et de contrôle de la circulation de surface (A-SMGCS). Toutefois, depuis le poste du contrôleur tour sud, le contrôleur d'aéroport n'a pas vu l'aéronef circuler. Le contrôleur d'aéroport s'attendait à ce que l'ACA726 s'immobilise à la ligne d'attente, étant donné qu'aucune autorisation de s'aligner sur la piste ou de décoller n'avait été émise. À cause d'une interprétation fautive de l'instruction de circuler, l'ACA726 a franchi la ligne d'attente et s'est engagé sur la piste 24R sans l'autorisation du contrôleur d'aéroport de s'aligner sur la piste ou de décoller.

Alors qu'il se préparait à autoriser l'ACA726 à procéder, l'attention du contrôleur d'aéroport a été détournée, de l'ACA726 vers l'ACA1259 qui était en approche finale vers la piste 24R. Le contrôleur d'aéroport voulait s'assurer que l'ACA726 pouvait prendre position sur la piste en prévision d'un décollage entre l'ACA1259 et un second aéronef qui arrivait, tous les deux en approche finale vers la piste 24R. Étant donné qu'il se concentrait sur les aéronefs qui arrivaient, le contrôleur d'aéroport n'a pas remarqué que l'ACA726 avait franchi la ligne d'attente et s'engageait sur la piste.

La barre d'arrêt du balisage lumineux de sol sur la plate-forme d'attente de circulation jouxtant la piste 24R, et la fonction de détection des dépassements de barre d'arrêt du système de surveillance des incursions sur piste et d'alerte de conflit (RIMCAS) étaient disponibles; or, leur utilisation était facultative, étant donné le niveau de visibilité. Étant donné la vue réduite du seuil de la piste 24R depuis la tour, l'utilisation de la barre d'arrêt et de la fonction de détection des dépassements de barre d'arrêt du système RIMCAS aurait pu être instructive. Lorsque l'ACA726 a franchi la ligne d'attente, le contrôleur d'aéroport aurait été avisé de l'incursion sur piste 17 secondes avant que l'alarme sonore de niveau 2 du

système RIMCAS retentisse dans la tour. Ce temps additionnel aurait pu servir à émettre de nouvelles instructions aux équipages de conduite. Si les barres d'arrêt du balisage lumineux de l'aéroport ne sont pas allumées aux lignes d'attente en travers des voies de circulation ou sur la plate-forme d'attente de circulation avant une piste, et si l'on n'utilise pas la fonction de détection des dépassements de barre d'arrêt du système RIMCAS, il y a un risque accru qu'un contrôleur d'aéroport ne soit pas informé du mouvement non autorisé d'un aéronef ou d'un véhicule qui franchit une ligne d'attente.

La fonction de détection des dépassements de barre d'arrêt du système RIMCAS était configurée pour surveiller l'aire d'approche de la piste 24R, devant un aéronef en approche finale pour atterrir, et pour générer une alerte visuelle de niveau 1 à l'écran A-SMGCS de la tour 30 secondes avant l'atterrissage d'un aéronef, en cas de conflit. Dans ces conditions, on entend par conflit un autre aéronef ou un véhicule qui franchit le bord de piste. Lorsque l'alerte visuelle de niveau 1 s'est affichée à l'écran A-SMGCS dans la tour, l'ACA1259 se trouvait en deçà du paramètre de 30 secondes; l'alerte s'est donc affichée immédiatement lorsque l'ACA726 a franchi le bord de la piste. Or, si l'attention d'un contrôleur de la circulation aérienne est détournée de l'écran A-SMGCS lorsque s'affiche l'alerte visuelle de niveau 1, celle-ci risque de passer inaperçue. Lorsque l'alerte visuelle de niveau 1 du système RIMCAS s'est affichée à l'écran A-SMGCS dans la tour, le contrôleur d'aéroport se concentrait sur l'aéronef en approche finale et ne l'a donc pas remarquée.

L'alarme sonore de niveau 2 du système RIMCAS, qui avertit le contrôleur de la circulation aérienne qu'une situation critique pourrait survenir, était configurée pour retentir 20 secondes avant l'atterrissage de l'aéronef. L'alarme sonore a retenti dans la tour au moment où l'équipage de conduite de l'ACA1259 a signalé au contrôleur d'aéroport qu'un aéronef occupait la piste et remettait les gaz. L'alarme sonore de niveau 2 n'a pas averti le contrôleur d'aéroport à temps pour qu'il émette de nouvelles instructions aux équipages de conduite.

Au cours des journées qui ont précédé l'événement à l'étude, le P/O a connu une légère perturbation aiguë du sommeil causée par ses quarts du matin aux heures de prise de service de plus en plus tôt. Ces prises de service tôt ont également raccourci les périodes de sommeil nocturne du P/O. Celui-ci a donc accumulé un déficit chronique de sommeil causé par des périodes de sommeil plus courtes au cours des 6 jours de travail qui ont précédé le jour de l'événement. Par conséquent, il est probable que le P/O était fatigué au moment de l'événement à l'étude. Par contre, il est peu probable que la fatigue ait contribué à l'incursion sur piste, étant donné que les deux pilotes avaient établi un entendement commun des instructions du contrôleur sol comme étant l'autorisation de s'engager sur la piste active.

Dans l'événement à l'étude, le P/O avait été éveillé pendant environ 15 heures au moment de l'événement, et pendant plus de 16 heures à la fin de son temps de service, qui a duré 9 heures et 26 minutes. Même s'il est peu probable que la fatigue ait été un facteur dans cet événement, il en découle néanmoins un risque pour la sécurité aérienne. D'après la restriction dans le *Règlement de l'aviation canadien* selon laquelle le temps de service d'un membre d'équipage de conduite ne doit pas dépasser 14 heures consécutives, le P/O aurait pu en toute légalité continuer de travailler jusqu'à ce qu'il dépasse 20 heures de veille, et

même 23 heures, d'après le *Manuel d'exploitation de vol* d'Air Canada, si le temps de service devait être prolongé à cause de circonstances imprévues.

La gestion de la fatigue est une responsabilité partagée, et il incombe aux pilotes qui se déplacent pour prendre leur service d'arriver reposés à leur lieu d'affectation pour commencer leur temps de service. Or, si une compagnie aérienne demande à un pilote de se déplacer à la dernière minute pour une affectation imprévue, le temps de déplacement n'est pas pris en compte dans le temps de service du pilote. Si les vols de mise en place requis ne sont pas inclus dans le temps de service de pilotes, il y a un risque accru que des pilotes effectuent des vols alors qu'ils sont fatigués par suite de périodes de veille prolongées.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. L'équipage de conduite a mal interprété l'instruction de circuler émise en langage simple par le contrôleur sol, et la relecture par l'équipage de conduite employant la même phraséologie n'a pas permis de confirmer que le contrôleur sol et l'équipage de conduite avaient compris l'instruction de la même façon.
2. À cause d'une interprétation fautive de l'instruction de circuler, l'ACA726 a franchi la ligne d'attente et s'est engagé sur la piste 24R sans l'autorisation du contrôleur d'aéroport de s'aligner sur la piste ou de décoller.
3. Étant donné qu'il se concentrait sur les aéronefs qui arrivaient, le contrôleur d'aéroport n'a pas remarqué que l'ACA726 avait franchi la ligne d'attente et s'engageait sur la piste.
4. Lorsque l'alerte visuelle de niveau 1 du système de surveillance des incursions sur piste et d'alerte de conflit (RIMCAS) s'est affichée à l'écran du système avancé de guidage et de contrôle de la circulation de surface (A-SMGCS) dans la tour, le contrôleur d'aéroport se concentrait sur l'aéronef en approche finale. C'est pourquoi il n'a pas remarqué l'alerte de niveau 1 à l'écran A-SMGCS.
5. Cinq secondes plus tard, l'alarme sonore de niveau 2 du système RIMCAS a retenti dans la tour au moment où l'équipage de conduite de l'ACA1259 signalait au contrôleur d'aéroport qu'un aéronef occupait la piste et qu'il remettait les gaz. L'alarme sonore de niveau 2 n'a pas averti le contrôleur d'aéroport à temps pour qu'il émette de nouvelles instructions aux équipages de conduite.

Faits établis quant aux risques

1. Si les contrôleurs de la circulation aérienne ne sont pas tenus d'utiliser une phraséologie standard qui renforce la nécessité de se tenir à l'écart d'une piste de départ, il y a un risque accru de malentendu qui pourrait mener à une incursion sur piste.
2. Si la phraséologie en langage simple qu'emploient les contrôleurs de la circulation aérienne n'est pas explicite, il y a un risque de malentendu entre le contrôle de la circulation aérienne et les équipages de conduite.
3. Si les barres d'arrêt du balisage lumineux de l'aéroport ne sont pas allumées aux lignes d'attente en travers des voies de circulation ou sur la plate-forme d'attente de circulation avant une piste, et si l'on n'utilise pas la fonction de détection des dépassements de barre d'arrêt du système RIMCAS, il y a un risque accru qu'un contrôleur d'aéroport ne soit pas informé du mouvement non autorisé d'un aéronef ou d'un véhicule qui franchit une ligne d'attente.

4. Si les vols de mise en place requis ne sont pas inclus dans le temps de service de pilotes, il y a un risque accru que des pilotes effectuent des vols alors qu'ils sont fatigués par suite de périodes de veille prolongées.

Mesures de sécurité

Mesures de sécurité prises

NAV CANADA

NAV CANADA s'est employé à améliorer la configuration du système de surveillance des incursions sur piste et d'alerte de conflit (RIMCAS) à l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto (CYYZ).

On a examiné les lieux afin d'évaluer les problèmes signalés, de cerner les enjeux potentiels et d'en atténuer certains, dans la mesure du possible. L'objectif principal était d'optimiser les zones d'arrivées et de traversée de piste du système RIMCAS. Le Bureau de la sécurité des transports (BST) avait indiqué que ces 2 points étaient des sources de préoccupations.

NAV CANADA a apporté les changements suivants au système avancé de guidage et de contrôle de la circulation de surface (A-SMGCS) Indra à CYYZ pour optimiser les zones d'arrivées et de traversée de piste du système RIMCAS :

- Optimisation des zones de traverse de voies de circulation pour que le système RIMCAS donne un avertissement suffisant dans les zones de traverse de pistes et de voies de circulation, et pour réduire au minimum le nombre d'alertes injustifiées. Création de 2 nouvelles zones de traverse de piste et de 2 nouvelles zones de traverse de voie de circulation.
- Modification des zones d'arrivées dans le système RIMCAS pour inclure la plate-forme d'attente de circulation (à côté de l'extrémité de poser de la piste, et non l'autre) jusqu'à environ 40 pieds de la ligne d'attente. Cette modification accroît le délai d'avertissement du contrôleur de la circulation aérienne par le système RIMCAS si un aéronef au départ entre dans la zone sans autorisation, comme dans l'événement mettant en cause l'ACA726 et l'ACA1259. On a également agrandi l'extrémité éloignée de la zone d'arrivée, qui comprend désormais la surface de la piste au complet.
- Ajustement du système RIMCAS pour qu'il génère une mise à jour des cibles en approche à chaque seconde, jusqu'à 1 mille marin des seuils de pistes, et des paramètres de la zone de départ du système RIMCAS pour inclure la surface de la piste au complet.

Air Canada

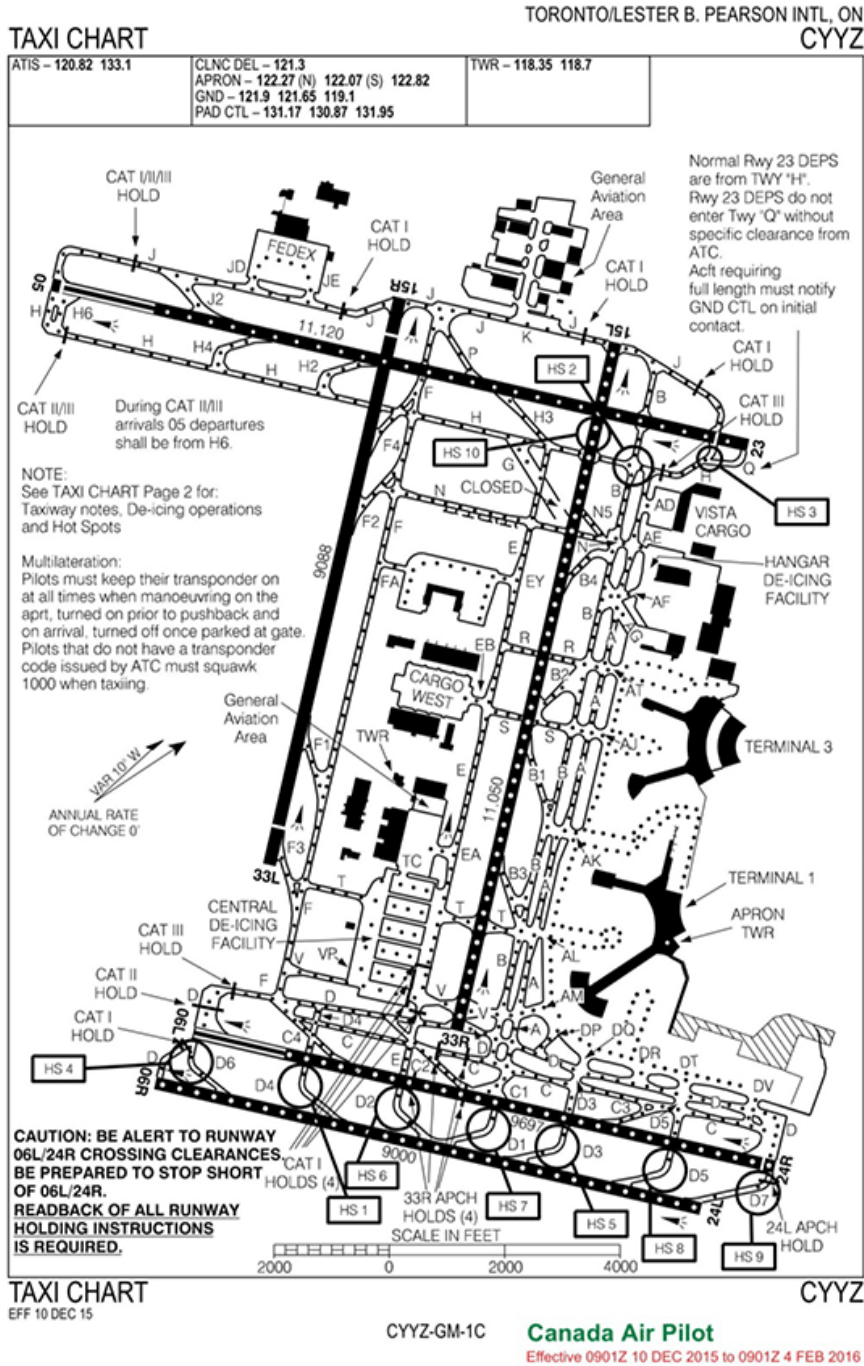
Le service des opérations aériennes d'Air Canada a établi un groupe de travail au printemps de 2016 pour examiner l'incident à l'étude et d'autres incidents semblables afin de cerner tout facteur causal commun et faire des recommandations pour les prévenir. L'une des recommandations du groupe de travail a pour objet de renforcer la politique du service des opérations aériennes concernant l'acceptation des autorisations considérées comme « cruciales » selon le paragraphe 7.1.16 du *Manuel d'exploitation de vol (MEV)*. Plus précisément, les équipages de conduite seraient obligés de faire concorder, en utilisant une phraséologie standard, toute autorisation cruciale émise dans une phraséologie non standard, même si l'équipage estime qu'il comprend parfaitement l'instruction. Le paragraphe 7.1.16 du MEV sera modifié pour tenir compte de cette nouvelle politique.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 29 mars 2017. Le rapport a été officiellement publié le 24 mai 2017.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.

Annexes

Annexe A – Carte de circulation à l’aéroport international Lester B. Pearson de Toronto



Ne doit pas être utilisé pour la navigation
 Source : NAV CANADA, *Canada Air Pilot*, en vigueur du 10 décembre 2015 au 4 février 2016 (en anglais seulement)