



RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A13O0049



RISQUE DE COLLISION

**ENTRE
BOEING 727-281, C-GKFJ
EXPLOITÉ PAR KELOWNA FLIGHTCRAFT AIR CHARTER LTD.
ET
DES VÉHICULES D'ENTRETIEN AÉROPORTUAIRE
(BALAIS MÉCANIQUES)
AÉROPORT DE HAMILTON (ONTARIO)
19 MARS 2013**

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 A13O0049

Risque de collision

entre

le Boeing 727-281, C-GKF

exploité par Kelowna Flightcraft Air Charter Ltd.

et

des véhicules d'entretien aéroportuaire (balais
mécaniques)

Aéroport de Hamilton (Ontario)

19 mars 2013

Résumé

Un Boeing 727-281 (immatriculé C-GKFJ, numéro de série 21455), assurant le vol KFA273 pour le compte de Kelowna Flightcraft Air Charter Ltd., décolle de la piste 30 à l'aéroport de Hamilton (Ontario) à 2 h 8, heure avancée de l'Est, durant les heures d'obscurité, à destination de l'aéroport international James Armstrong Richardson à Winnipeg, au Manitoba. Deux balais mécaniques travaillent près de l'extrémité départ de la piste 30. Durant la course au décollage, le contrôle de la circulation aérienne transmet l'instruction à l'avion d'interrompre le décollage, et l'équipage de conduite obtempère. L'avion s'immobilise approximativement au milieu de la piste de 10 006 pieds de long, à environ 1200 pieds des véhicules. Il n'y a ni dommages ni blessés.

This report is also available in English.

Renseignements de base

L'aéroport de Hamilton (CYHM) sert de base principale à Purolator pour ses activités de fret aérien qui sont exploitées par Kelowna Flightcraft Air Charter Ltd. (Flightcraft). Flightcraft exploite plusieurs vols réguliers de fret qui quittent normalement CYHM entre 1 h 15¹ et 1 h 40 chaque matin.

NAV CANADA fournit les services de la circulation aérienne (ATS) à l'aéroport CYHM par l'intermédiaire d'une tour de contrôle située à l'aéroport, avec le concours du Centre de contrôle régional (ACC) de Toronto, situé à l'aéroport international Lester B. Pearson à Toronto. L'ACC de Toronto transmet les autorisations de vol selon les règles de vol aux instruments (IFR), et doit valider les autorisations de départ avant le décollage. Cette validation se fait verbalement par interphone entre le contrôleur à la tour de contrôle et le contrôleur de l'ACC dans le secteur satellite².

Faits survenus dans la tour de contrôle

Deux contrôleurs de la circulation aérienne étaient en fonction dans la tour de contrôle au moment de l'événement; toutefois, l'un d'eux était en pause et ne se trouvait pas dans la cabine de tour durant l'événement. Les contrôleurs dans la tour (chacun ci-après appelé le contrôleur) étaient responsable des postes de contrôle d'aéroport et de contrôle sol, procédure normale à pareille heure la nuit. Les radios étaient réglées de manière à jumeler les fréquences air et sol. Ce réglage permet à quiconque étant à l'écoute de ces fréquences d'entendre toute communication émise sur l'une ou l'autre de celles-ci. Par exemple, un véhicule d'aérodrome qui communique sur la fréquence sol sera entendu sur les deux fréquences, donc par un aéronef qui écoute uniquement la fréquence air.

Environ 45 minutes avant l'événement, le contrôleur a autorisé 2 balais mécaniques à s'engager sur la piste 30 pour y enlever la neige et la glace. Ces véhicules avaient reçu l'instruction de libérer la piste en prévision d'un décollage à 1 h 56, avec autorisation de retourner sur la piste à 2 h.

Le contrôleur était occupé durant les 20 minutes qui ont précédé l'événement; durant cette période, il a fait ou reçu, en moyenne, 7 transmissions par minute. Plusieurs de ces communications étaient longues : en effet, le contrôleur devait transmettre des autorisations IFR, des comptes rendus de l'état de la surface de la piste, et des instructions complexes de circulation au sol. C'est pendant qu'il communiquait avec l'ACC que le contrôleur a par mégarde demandé l'autorisation de vol pour le KFA275. En fait, cette demande aurait dû être faite pour l'aéronef assurant le vol KFA273 (KFA273). Cette erreur a été corrigée dans les communications subséquentes avec l'ACC.

Le contrôleur utilise un système d'affichage amélioré (EXCDS) (figure 1). Il s'agit d'un système informatisé de coordination des données qui permet aux contrôleurs de gérer les données de

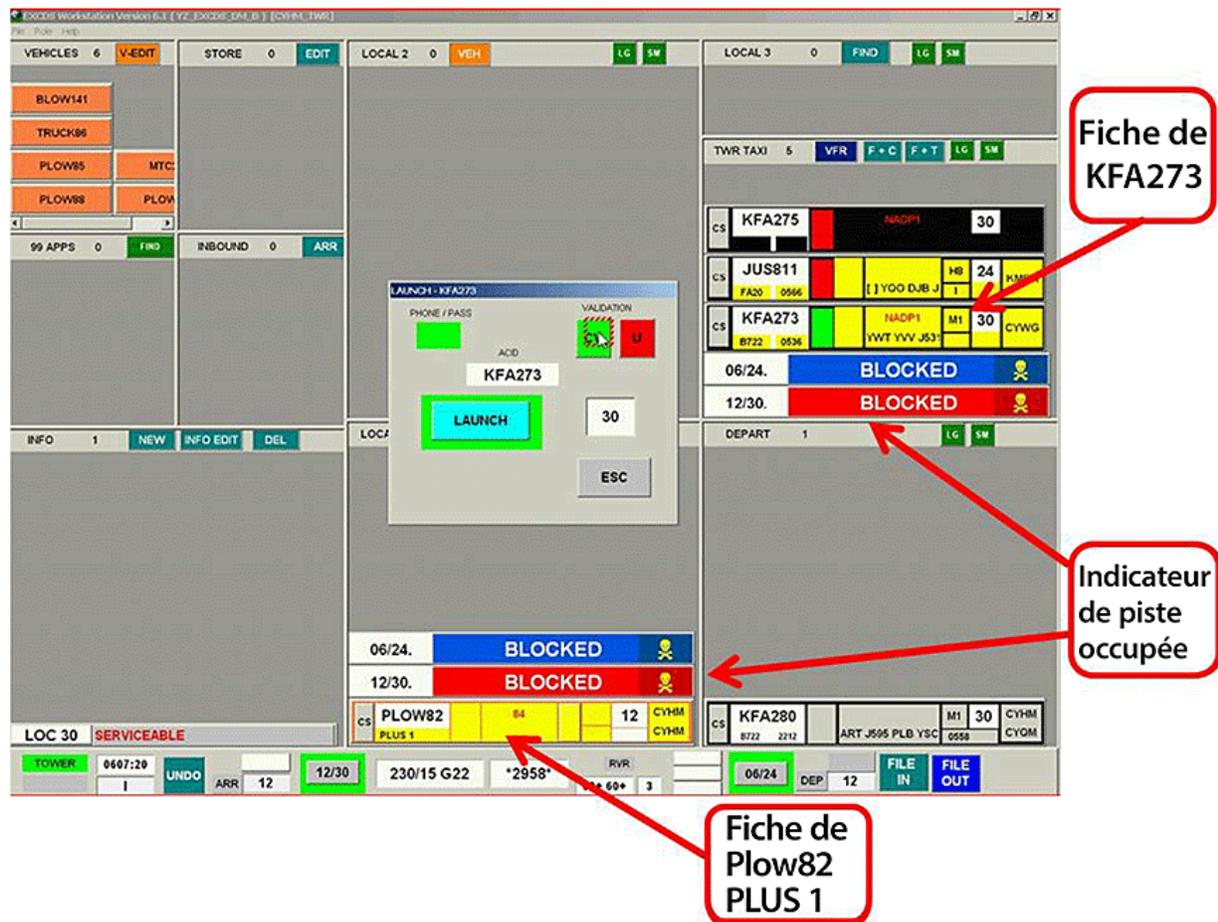
¹ Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins 4 heures).

² L'espace aérien que surveille le Centre de contrôle régional de Toronto comprend plusieurs sous-unités, et chacune d'elles est divisée en différents secteurs. Le secteur satellite est responsable de l'espace aérien autour de la zone de contrôle de CYHM.

vol en format électronique sur des écrans d'affichage plutôt qu'en fiches de progression de vol en papier. Ce système comprend un rappel visuel appelé indicateur de piste occupée; le contrôleur a activé cette fonction pour indiquer que la piste était occupée.

Au moment où il commençait à transmettre l'autorisation de décollage au vol KFA273 (annexe A), le contrôleur a balayé du regard l'écran d'affichage du système EXCDS, mais il a raté l'indicateur de piste occupée. Alors même que le contrôleur prononçait les mots [traduction] « autorisé à décoller piste 30 », il a balayé du regard la surface de la piste et a aperçu les balais mécaniques. Le contrôleur a fait une courte pause sans relâcher le bouton de microphone (PTT), puis il a employé une phraséologie non standard [traduction] « en fait, attendez ». Lorsqu'il a relâché le bouton PTT, le contrôleur a entendu le pilote de l'aéronef répondre « 273 ».

Figure 1. Écran d'affichage du système d'affichage amélioré (EXCDS) au moment de l'autorisation de décollage de KFA273.



Le contrôleur a alors donné l'instruction aux balais mécaniques de quitter la piste avant de vérifier visuellement que KFA273 n'avait pas lancé sa course au décollage. En attendant que les véhicules quittent la piste, le contrôleur a transmis des instructions de circulation au sol à KFA271, un autre Boeing 727 immobilisé sur l'aire de trafic de Purolator.

Si l'on observe l'environnement aéroportuaire (annexe B) depuis la cabine de tour, l'aire de trafic de Purolator se trouve à environ 90 degrés à droite du seuil de la piste 30. Au moment où le contrôleur transmettait des instructions de circulation au sol à KFA271 et regardait l'aire de

trafic de Purolator, le vol KFA273 a lancé sa course au décollage; le contrôleur n'ayant pas une ligne de vue directe de la piste, ce mouvement est passé inaperçu pendant 22 secondes.

Immédiatement après que KFA271 eut répété les instructions de circulation au sol, le contrôleur a reporté son attention sur la piste 30 pour constater que KFA273 avait lancé sa course au décollage. Le contrôleur a immédiatement donné l'instruction à KFA273 d'interrompre son décollage. À ce stade, l'avion avait déjà parcouru 1130 pieds sur la piste.

Déroutement du vol

Flightcraft exploite 13 avions Boeing 727 exclusivement pour des activités de fret. L'équipage de conduite pour ce type d'aéronef doit compter au moins 3 membres – un commandant de bord, un premier officier et un second officier.

Durant le vol en cause, le commandant de bord était le pilote aux commandes (PF), et le premier officier était le pilote qui n'est pas aux commandes (PNF).

La masse maximale admissible au décollage de cet aéronef se limite à 185 000 livres pour ce segment; la masse actuelle de l'aéronef était de 168 516 livres pour ce vol de 2,4 heures. Le PNF a calculé les vitesses de décollage comme suit : $V_1/V_R = 130$ nœuds, $V_2 = 144$ nœuds³.

L'équipage de conduite a reçu l'autorisation au décollage tandis qu'il remontait la piste 30. Après que le contrôleur a prononcé la phrase « autorisé à décoller piste 30 », le PNF a immédiatement enfoncé le bouton PTT pour répéter l'autorisation, terminant sa transmission en disant « 273 ». L'équipage de conduite n'a pas entendu le reste de la transmission du contrôleur, qui comprenait la courte pause et l'instruction d'attendre. L'activation simultanée du bouton PTT dans le poste de pilotage a pour effet de bloquer toute réception radio. Dans un enregistrement de l'autorisation de décollage semblable subséquente, le PNF a répondu en disant [traduction] « à partir du seuil, autorisé à décoller 30, Flightcraft 273 ».

L'aéronef a amorcé sa course au décollage à 2 h 7 min 47 s. Au moment où l'aéronef atteignait la vitesse de 80 nœuds, à 2 h 8 min 9 s, le PNF a fait l'appel normalisé « 80 nœuds », et le PF a répété « 80 nœuds ». Au même moment, une carte d'approche fixée au manche du PF s'est détachée, et le PF et le PNF ont tous deux été momentanément distraits. En même temps, le contrôleur transmettait l'instruction d'interrompre le décollage. À ce stade, KFA273 avait déjà parcouru 1130 pieds de piste. Environ 9 secondes se sont écoulées durant lesquelles l'équipage de conduite n'a pas reconnu l'instruction d'interrompre le décollage (annexe A).

À 2 h 8 min 18 s, après avoir parcouru environ 2750 pieds de piste et à une vitesse de 122 nœuds, le PNF de KFA273 a aperçu de puissants phares blancs à l'extrémité de la piste. Comprenant que l'appel d'interruption du décollage leur était destiné, le PNF a informé le PF, et l'équipage a interrompu le décollage. La vitesse atteinte avant l'amorce de la décélération était d'environ 130 nœuds. En premier lieu durant l'interruption du décollage, le PF a serré les freins à fond; toutefois, constatant que l'aéronef allait s'immobiliser bien avant d'atteindre les véhicules, il a relâché la pression pour appliquer un freinage léger.

³ V_1 signifie vitesse de décision de décollage; V_R signifie vitesse de rotation; et V_2 signifie vitesse de sécurité au décollage (Transports Canada, TP 14371E, *Manuel d'information aéronautique* [TC AIM], [16 octobre 2014], GEN 1.9.1).

L'aéronef a mis environ 1700 pieds pour s'immobiliser après l'amorce de la procédure d'interruption de décollage; il se trouvait à 4800 pieds du seuil de la piste et à environ 1200 pieds des balais mécaniques (annexe B).

Le manuel des performances du Boeing 727 (*Boeing 727 Performance Manual*), qui doit se trouver dans le poste de pilotage, comprend un tableau de refroidissement des freins qui précise l'intervalle requis pour refroidir suffisamment les freins après un atterrissage ou un décollage interrompu. Ce tableau est à titre indicatif seulement, mais il est conçu pour aider les exploitants à réduire les risques de surchauffe des freins ou la fonte du bouchon fusible.

Après un freinage intensif comme celui qui avait eu lieu durant ce décollage interrompu, le tableau recommandait d'attendre 56 minutes au sol pour laisser refroidir les freins.

Après l'immobilisation de l'aéronef et la réception de l'autorisation de remonter la piste, l'équipage de conduite a discuté du refroidissement des freins et a conclu que, comme il avait réduit la pression de freinage durant la décélération, aucune période de refroidissement additionnelle n'était nécessaire. Pourtant, même après un freinage léger, le tableau de refroidissement des freins recommandait une période de refroidissement au sol de 22 minutes.

KFA273 a décollé de CYHM moins de 5 minutes après son décollage interrompu.

L'aéronef était doté d'un enregistreur de données de vol (FDR) et d'un enregistreur de conversations de poste de pilotage (CVR). Toutefois, comme l'aéronef a terminé son vol régulier vers Winnipeg, 2 heures de données enregistrées sur l'enregistreur de conversations de poste de pilotage ont été écrasées, et les enquêteurs n'ont pu les utiliser.

Véhicules d'aérodrome

L'administration aéroportuaire, Hamilton International Airport Ltd., exploite un parc de véhicules ayant pour tâche d'assurer la sécurité et l'accessibilité des aires de mouvement⁴ pour les opérations aériennes.

Au moment de l'événement, 2 balais mécaniques avaient été affectés à la piste 30. Ces 2 véhicules étaient d'apparence identique et roulaient en formation décalée pour balayer la piste.

Comme le prescrit la publication de Transports Canada intitulée *Aérodromes – Normes et pratiques recommandées*, les balais mécaniques doivent être munis d'une balise lumineuse. Ces véhicules ont une balise installée sur le toit de leur cabine, à 10 pieds au-dessus du sol. En outre, ils sont munis de 6 projecteurs blancs situés à 9,5 pieds au-dessus du sol, et de 2 phares à 6 pieds au-dessus du sol (figure 2).

⁴ L'aire de mouvement est la partie d'un aérodrome destinée aux manœuvres des aéronefs à la surface et comprend l'aire de manœuvre et les aires de trafic (Transports Canada, TP 14371F, *Manuel d'information aéronautique* [TC AIM], [16 octobre 2014], section GEN 5.1).

Ces véhicules sont également munis de radios pour communiquer avec le contrôle de la circulation aérienne (ATC), ce qu'ils ont fait en unité simple — dans ce cas-ci, en utilisant l'indicatif d'appel « Plow 82 Plus 1 ».

Au moment où le contrôleur a transmis l'autorisation de décollage à KFA273, les balais mécaniques se trouvaient à l'extrémité de départ de la piste 30 et roulaient vers le sud-est, en direction de KFA273. Les chauffeurs des véhicules ont entendu l'autorisation de décollage à la radio et l'instruction subséquente d'attendre. La transmission qui a suivi donnait l'instruction à « Plow 82 Plus 1 » de quitter la piste en empruntant la voie de circulation G, qui se trouvait à 4000 pieds de leur position. Pendant qu'ils remontaient la piste, ils ont aperçu l'aéronef qui roulait vers eux, et au même instant ils ont entendu l'instruction d'interrompre le décollage. Par mesure de précaution, les véhicules se sont déplacés vers le côté sud de la surface, au cas où l'aéronef serait incapable de s'arrêter.

Les balais mécaniques fonctionnaient correctement, sans aucune défaillance mécanique.

Poste de pilotage

Les Boeing 727 de Flightcraft ne sont pas munis d'un interphone réservé à l'équipage de conduite qui permet aux 3 membres d'équipage de communiquer entre eux. Pour communiquer au moyen de l'interphone de bord, les locuteurs doivent d'abord sélectionner la position d'émission par interphone sur leur panneau de sélection-écoute respectif, puis enfoncer le bouton de microphone (PTT) de l'interphone de bord. Comme cette pratique peut être laborieuse durant les étapes cruciales du vol, Flightcraft a pour politique d'utiliser la communication vocale sans l'aide d'appareils électroniques dans le poste de pilotage des B727.

Les membres d'équipage du vol KFA273 portaient des casques d'écoute supra-auriculaires standard. Pour faciliter la communication naturelle entre eux, les membres de l'équipage ne portaient qu'un seul écouteur, laissant découverte l'oreille la plus proche des autres membres de l'équipage. Il s'agit là d'une pratique courante à Flightcraft et à bord d'autres aéronefs munis d'équipement semblable.

Lors d'un vol, plusieurs facteurs peuvent accroître le niveau de bruit dans le poste de pilotage. Certains d'entre eux, comme le bruit provenant du climatiseur, sont continus et indépendants de la position et de la vitesse de l'aéronef. D'autres, comme le bruit du vent relatif, des moteurs ou des pneus, peuvent varier en fonction de la vitesse de l'aéronef.

Conditions météorologiques

La visibilité était de 5 milles terrestres avec de faibles averses de pluie et de la brume, et la température était de 1 °C. Les plus récents renseignements sur les vents transmis à l'équipage

Figure 2. Balai mécanique à CYHM



de conduite de KFA273 au décollage étaient les suivants : vents du 230° magnétique (M) à 15 nœuds avec des rafales à 22 nœuds.

Piste

Un compte rendu de l'état de la surface de la piste, émis à 0 h 24, donnait les renseignements suivants : piste 30 dégagée sur 180 pieds de largeur, 80 % à nu et mouillée, 10 % recouverte de traces de neige mouillée, et 10 % recouverte de glace. D'après ce compte rendu, les aires de virage et intersections de piste étaient glissantes, et une opération de balayage était en cours. Ce compte rendu était compris dans la plus récente transmission du service automatique d'information de région terminale (ATIS).

La distance de roulement utilisable au décollage (TORA) pour la piste 30 à CYHM est de 10 006 pieds. La partie centrale de la piste est plus élevée que ses deux extrémités. En effet, l'altitude de la partie centrale de la piste est supérieure d'environ 14 pieds à celle du seuil déplacé, et d'environ 11 pieds à celle de l'extrémité départ de la piste.

Pour un pilote assis correctement dans le poste de pilotage d'un Boeing 727, la hauteur entre les yeux et le sol est d'environ 13 pieds. Étant donné la courbure de la piste (la partie centrale étant plus élevée), la sphéricité de la Terre et la réfraction de la lumière⁵, l'aéronef aurait dû parcourir environ 1400 pieds avant que l'équipage de conduite aperçoive la balise lumineuse du balai mécanique. On estime que l'équipage aurait aperçu les projecteurs du véhicule après environ 1700 pieds, ses phares, après environ 2700 pieds, et le véhicule entier, après 3450 pieds.

Contrôleur de la circulation aérienne

Le contrôleur dans la cabine de tour au moment de l'événement possédait la licence et les qualifications requises et occupait ce poste dans la tour de contrôle CYHM depuis janvier 2012. Il s'agissait du tout premier poste fonctionnel de ce contrôleur depuis l'obtention de sa licence. Son plus récent contrôle de compétence périodique avait eu lieu en janvier 2013.

Procédures et phraséologie de contrôle de la circulation aérienne

Le contrôle de la circulation aérienne comprend, à dessein, de strictes exigences en matière de phraséologie. Celles-ci ont été conçues ou modifiées au fil des ans pour rendre la communication plus claire et dissiper les malentendus.

Le *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne* (MANOPS ATC) présente de façon détaillée la bonne phraséologie à employer dans certaines situations. D'après l'article 337 (Annulation de l'autorisation de décollage) du MANOPS ATC :

337.1

Si les circonstances le demandent, annulez une autorisation de décollage qui a été émise et, lorsque propice, informez l'aéronef des raisons.

337.1 Phraséologie

⁵ La sphéricité de la Terre et la réfraction de la lumière ont été calculées à partir de moyennes généralement acceptées.

Si une autorisation de décollage doit être annulée :
 A. avant que l'aéronef se mette à rouler sur la piste —
 AUTORISATION DE DÉCOLLAGE ANNULÉE;
 B. après que l'aéronef a commencé de rouler sur la piste —
 INTERROMPRE LE DÉCOLLAGE.

337.1 Note :

L'interruption de décollage est une procédure d'urgence utilisée dans des situations où la continuation du décollage présenterait un grand danger pour l'aéronef. La décision d'un contrôleur d'interrompre le décollage doit être vue comme étant une mesure extrême qui sera utilisée uniquement lorsqu'aucune autre solution n'est possible⁶.

Le contrôleur connaissait ces phrases d'usage : cette matière avait été couverte durant la formation initiale, mais il n'avait jamais eu à utiliser l'une ou l'autre.

Selon le manuel *Hamilton Air Traffic Control Tower Unit Operations Manual* de NAV CANADA⁷, un contrôleur doit placer un indicateur de piste occupée (figure 1) sur le nom de la piste en question à l'écran du système EXCDS en guise de rappel visuel lorsque la piste est occupée ou non disponible. Aucun aéronef ne doit être autorisé à décoller d'une piste ou à y atterrir lorsque celle-ci présente un indicateur de piste occupée à l'écran, et le contrôleur doit inclure cet affichage, ainsi que l'ensemble de la surface de la piste, dans son balayage visuel avant de transmettre de telles autorisations. D'après des enregistrements du système EXCDS, couvrant une période de 4 heures qui englobe l'événement en cause, il y a eu au moins 3 occurrences d'aéronefs qui ont décollé de pistes qui présentaient un indicateur de piste occupée; dans ces 3 cas, la piste n'était toutefois pas physiquement occupée.

L'exposition répétée à un avertissement ou à un rappel peut faire qu'à la longue, l'utilisateur s'y habitue, et l'avertissement ou le rappel cesse alors d'attirer son attention⁸. Plus précisément, d'autoriser un aéronef à décoller d'une piste qui présente un indicateur de piste occupée, ou à y atterrir, finit par désensibiliser le contrôleur face à l'importance de cet indicateur. Cette désensibilisation réduit l'efficacité de l'indicateur comme mécanisme de défense et accroît le risque que l'on autorise un aéronef à utiliser une piste qui n'est pas disponible.

Confusion causée par les indicatifs d'appel

Les indicatifs d'appel sont des facteurs démontrés de confusion visuelle ou auditive pouvant amener un équipage de conduite d'aéronef à accepter une autorisation qui ne lui est pas destinée et les contrôleurs à prendre des mesures de contrôle par méprise⁹.

⁶ NAV CANADA, *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne* (MANOPS ATC), article 337 : Annulation de l'autorisation de décollage.

⁷ NAV CANADA, *Unit Operations Manual: Hamilton Air Traffic Control Tower*, (original 15 février 2007, amendement n° 13-02), article 35.3.

⁸ M.S. Wotalter et K.R. Laughery, *Warnings and Hazard Communications*, dans : G. Salvendy (éd.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, 3^e édition (Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, 2006), p. 901.

⁹ EUROCONTROL, *European Action Plan for Air Ground Communications Safety*, édition 1.0 (mai 2006), p. 5.

Flightcraft inscrit régulièrement, à des heures rapprochées, plusieurs vols aux indicatifs d'appel semblables au départ de CYHM. Vers l'heure de l'événement, les vols KFA271, KFA273 et KFA275 devaient tous décoller de CYHM et tous se rendre à CYWG.

Les procédures de NAV CANADA précisent que les contrôleurs doivent aviser les pilotes, sur la fréquence appropriée, qu'ils vont annoncer des indicatifs d'appel de consonance similaire. Le *Hamilton Tower Unit Operations Manual* (manuel d'exploitation d'unité de la tour de contrôle de Hamilton) rappelle qu'il existe un formulaire servant à signaler les indicatifs d'appel de consonance similaire et qu'il faut l'utiliser pour rapporter les cas de [traduction] « confusion potentielle ou réelle à cause d'aéronefs aux indicatifs d'appel de consonance similaire présents en même temps dans le même espace aérien¹⁰. »

Le moyen de défense le plus efficace contre la confusion causée par les indicatifs d'appel consiste à éliminer les cas d'aéronefs aux indicatifs semblables utilisant la même fréquence au même moment¹¹. L'Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne (EUROCONTROL) a développé un logiciel qui analyse les horaires de vols pour cerner les conflits potentiels et offre aux exploitants un service de gestion de la similitude des indicatifs d'appel¹².

NAV CANADA informe les exploitants des indicatifs d'appel d'aéronef qui se sont avérés confondants. Cette pratique a entraîné des changements aux indicatifs de vol individuels. En outre, NAV CANADA a abordé cette question avec des intervenants dans le cadre de forums de consultation client et a encouragé les exploitants à prendre des mesures pour cerner et éliminer de sa propre autorité les indicatifs qui pourraient être source de confusion.

Effectifs de la tour de contrôle

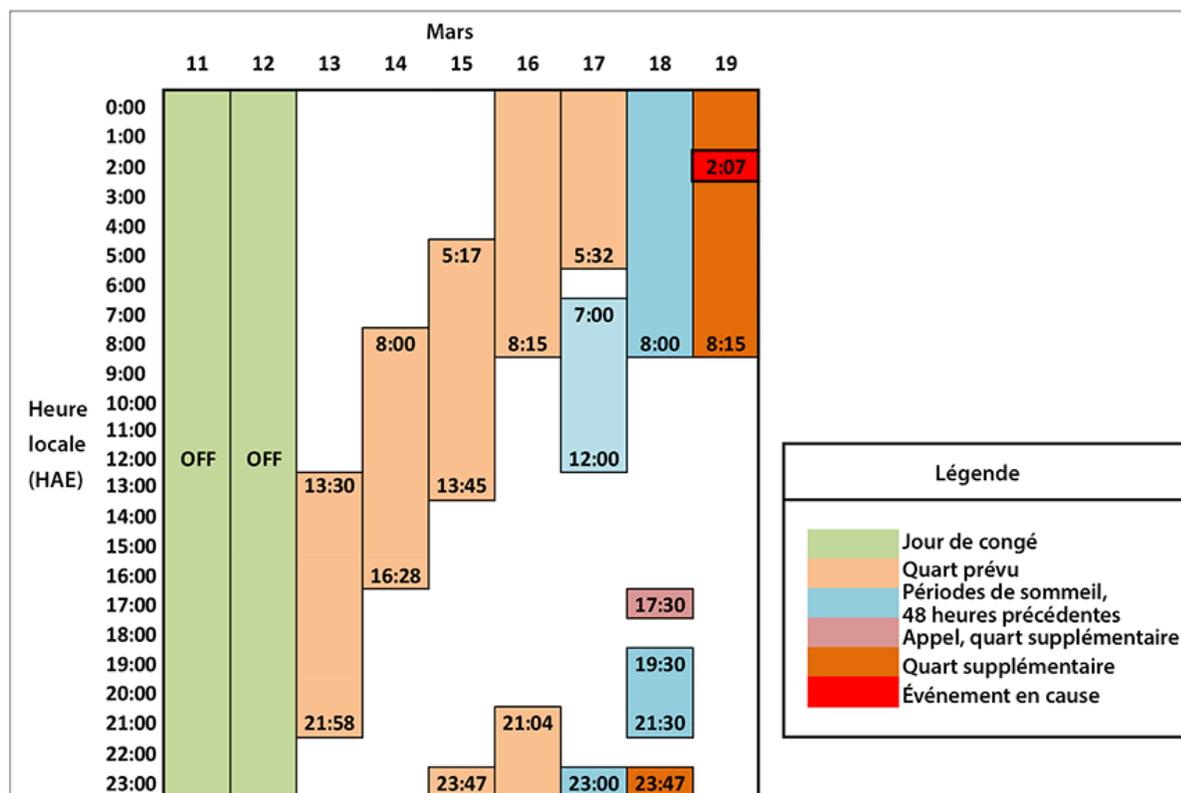
La tour de contrôle CYHM est fonctionnelle 24 heures sur 24. Durant la semaine qui a précédé le quart de travail en cause, le contrôleur avait travaillé 5 quarts réguliers dont les heures de début variaient de tôt le matin à tard la nuit (figure 3). Le 18 mars 2013, premier jour de congé prévu du contrôleur, il y a eu un quart supplémentaire imprévu, et l'on a appelé le contrôleur à 17 h 30 pour lui offrir la possibilité de travailler. Le contrôleur a d'abord refusé; cependant, il a reçu un deuxième appel où on lui a dit que personne d'autre ne s'était porté volontaire; il a alors accepté. Le quart supplémentaire a commencé à 23 h 47. Afin d'être reposé, le contrôleur a dormi pendant 2 heures avant le début du quart.

¹⁰ NAV CANADA, *Unit Operations Manual: Hamilton Air Traffic Control Tower*, (original 15 février 2007, amendement n° 13-02), article 81.

¹¹ Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne (EUROCONTROL), *Call Sign Confusion – EUROCONTROL's Call Sign Similarity Tool helps improve flight safety* (5 novembre 2012), à l'adresse <http://www.eurocontrol.int/news/call-sign-confusion-eurocontrols-call-sign-similarity-tool-helps-improve-flight-safety> (dernière consultation le 25 novembre 2014).

¹² Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne (EUROCONTROL), *Call Sign Similarity (CSS) Service*, à l'adresse <http://www.eurocontrol.int/services/call-sign-similarity-css-service> (dernière consultation le 25 novembre 2014).

Figure 3. Horaire de travail du contrôleur



Le contrôleur a commencé le quart supplémentaire comme prévu et a assumé la responsabilité des postes de contrôle air et sol combinés vers 23 h 48. Il était convenu que l'autre contrôleur demeurerait dans l'édifice et qu'il prendrait la relève vers 2 h 30 pour assumer la responsabilité des postes combinés.

Le manuel d'exploitation d'unité de la tour de Hamilton comprend les lignes directrices suivantes à l'intention des contrôleurs relativement à l'ouverture et la fermeture des postes de contrôle [traduction] :

19. OUVERTURE ET FERMETURE DE POSTES DE CONTRÔLE

Lorsque deux contrôleurs sont en fonction, on peut accorder des pauses-repas ou des périodes de repos à l'effectif opérationnel en combinant des postes d'exploitation, pourvu que :

- le volume de travail en cours et prévu le permette; et
- le contrôleur demeure dans l'édifice et puisse être rappelé rapidement¹³.

Le contrôleur avait été en poste pendant environ 2 heures et 20 minutes et travaillait seul lorsque l'événement est survenu.

Certains facteurs conjoncturels, comme le temps consacré à la tâche, peuvent influencer sur la capacité d'une personne d'être attentive aux indices importants dans son environnement de travail. La capacité d'une personne de distinguer un indice d'un bruit est éprouvée par la

¹³ NAV CANADA, *Unit Operations Manual: Hamilton Air Traffic Control Tower*, (original 15 février 2007, amendement n° 13-02), article 19.

prépondérance de l'indice, la fréquence à laquelle il est observé et le temps passé à effectuer une tâche (plus on passe de temps à une tâche, plus la vigilance diminue¹⁴).

Charge de travail du contrôleur

D'après le contrôleur, durant les 2 premières heures, sa charge de travail était légère, et ce travail n'avait rien de complexe; toutefois, au cours des 20 minutes suivantes, la charge de travail est devenue modérée à élevée, et la complexité du travail a augmenté. Durant cette période de 20 minutes, même s'il n'y a eu aucune arrivée, 4 aéronefs ont circulé au sol vers leur position de départ et ont demandé des modifications d'autorisation ou des changements de piste à cause des conditions météorologiques. Le contrôleur en cause aurait pu rappeler son collègue, mais a jugé que la charge de travail ne le justifiait pas.

Une charge de travail excessive ou trop faible peut mener à une baisse de rendement. Une surcharge peut entraîner une sollicitation excessive de la mémoire opérationnelle et une réduction graduelle de la connaissance de la situation causées du fait de l'incapacité d'absorber toute l'information pertinente dans l'environnement de travail. Cette incapacité entraîne parfois l'abandon de certaines tâches. Une faible charge de travail peut avoir des effets semblables, mais pour des raisons différentes, puisque de faibles niveaux de stimulation entraînent une baisse de vigilance, soit une réduction de l'attention que l'on porte à l'environnement opérationnel. On a décrit ainsi l'importance de prendre en considération les périodes de faible sollicitation [traduction] : « Dans beaucoup d'environnements, ce sont les faibles charges de travail, jumelées à l'ennui, à la fatigue ou au manque de sommeil, qui peuvent avoir une incidence négative sur la performance humaine¹⁵. »

Fatigue

La fatigue attribuable au manque de sommeil provient d'une insuffisance de sommeil réparateur ou des effets du rythme circadien; elle se traduit par une propension accrue au sommeil et une performance cognitive réduite.

La plupart des personnes ont besoin de 7 à 8 heures de sommeil toutes les 24 heures¹⁶ pour gérer leur fatigue et maintenir leur rendement à un niveau acceptable. Quand on obtient moins de sommeil, on accumule un déficit, soit à court terme (déficit aigu), soit graduel au fil du temps (déficit chronique). Plus le déficit de sommeil est grand, plus les effets de la fatigue se feront sentir sur le rendement. Les périodes prolongées de veille continue ont elles aussi une incidence sur la performance et accroissent la propension au sommeil.

Les baisses de performance cognitive que l'on observe à des heures particulières de la journée sont attribuables à notre propension naturelle à dormir la nuit. Cette dépression dans le rythme circadien survient normalement la nuit chez les personnes qui travaillent le jour, et c'est durant cette période qu'augmentent les risques de fatigue et de baisse de rendement. Chez les personnes qui travaillent régulièrement la nuit ou qui subissent un décalage horaire, le rythme

¹⁴ C. D. Wickens et J. G. Hollands, *Engineering Psychology and Human Performance*, 3^e édition (New Jersey : Prentice Hall, 2000), pp. 34-38.

¹⁵ Ibid., p. 470.

¹⁶ Lire par exemple : A. Anch, C. Browman, M. Mitler et J. Walsh, *Sleep: A Scientific Perspective* (New Jersey : Prentice-Hall, 1988).

circadien se règle lui-même à raison d'environ une heure par jour. Ainsi, un travailleur de quart qui ne travaille qu'un ou deux quarts de nuit va demeurer, en pratique, ancré à son heure locale, et sa plus grande propension au sommeil surviendra la nuit.

Une personne qui effectue des quarts de travail en rotation arrière (c'est-à-dire, dont l'heure de début est de plus en plus tôt) doit dormir à des heures de plus en plus tôt et auxquelles il peut être plus difficile de s'endormir; le sommeil risque ainsi d'être de moins bonne qualité. Par conséquent, la rotation arrière des quarts de travail risque plus d'entraîner la fatigue que leur rotation avant.

Le contrôleur a reconnu qu'il se sentait fatigué au moment de l'événement et qu'il avait parfois de la difficulté à dormir suffisamment durant ce type de quarts en rotation.

Analyse de l'horaire de travail du contrôleur

On a analysé l'horaire de travail du contrôleur durant les 70 jours qui ont précédé l'événement. De façon typique, la rotation va du quart de soir (15 h 34 à 0 h 2) ou d'après-midi (13 h 30 à 21 h 58) au quart de relève (10 h 2 à 18 h 30), ou du quart de jour (8 h à 16 h 28) au quart de travail de début de jour (5 h 17 à 13 h 45), au quart de nuit (23 h 47 à 8 h 15) et au quart de travail de début de nuit (21 h 4 à 5 h 32).

Les caractéristiques suivantes de cet horaire relatives aux effets possibles de la fatigue sur le rendement du contrôleur étaient manifestes :

- Le travail en rotation comprenait principalement des quarts de jour, entre 5 h 15 et 0 h, heure locale. Le contrôleur avait travaillé 13 quarts de nuit en dehors de ces heures durant la période de 70 jours, et la plupart de ces quarts de nuit sont survenus en paires. Ainsi, le contrôleur demeurerait ancré au cycle de sommeil nocturne, la plus importante dépression circadienne survenant tôt le matin.
- Étant donné la rotation arrière des quarts, le contrôleur devait dormir et se réveiller progressivement plus tôt durant la journée.
- Il avait eu 10 heures de repos entre la fin du quart du matin, à 13 h 45 et le début du premier quart de nuit, à 23 h 47. Si l'on tient compte d'un trajet de 90 minutes pour rentrer chez lui et revenir au travail, et du temps pour prendre ses repas, faire sa toilette et vaquer à diverses responsabilités familiales et sociales, le contrôleur n'avait plus les 8 heures de sommeil nécessaires entre ces 2 quarts de travail. Cette rotation des quarts est survenue à 6 reprises au cours des 70 jours qui ont précédé l'événement.
- Chacune de ces périodes de changement rapide a été précédée d'un quart du matin (commençant à 5 h 17). L'heure de début de ce quart, tôt le matin, réduit la probabilité que le contrôleur obtienne le nombre requis d'heures de sommeil avant de commencer à travailler.

Au moyen de l'outil Fatigue Avoidance Scheduling Tool (FAST), on a fait une analyse quantitative fondée sur la rotation des quarts du contrôleur durant la période de 70 jours. L'outil FAST est un logiciel biomathématique qui permet d'obtenir des estimations du rendement humain à certains moments précis du cycle veille-sommeil¹⁷. On a analysé la totalité

¹⁷ On trouvera de l'information scientifique détaillée sur l'outil FAST et le modèle SAFTE (acronyme formé à partir des mots anglais Sleep, Activity, Fatigue, and Task Effectiveness [sommeil, activité,

de l'horaire de travail sur 70 jours jusqu'à l'événement en se fondant sur une hypothèse de 7 heures de sommeil par jour. On a ensuite corrigé le sommeil prédit afin de tenir compte des 3 périodes de sommeil confirmées par le contrôleur dans l'historique du cycle veille-sommeil.

À partir du sommeil prédit et des facteurs de risque connus liés à la fatigue, l'analyse quantitative a montré que la faible efficacité prédite était bel et bien en jeu dans une forte proportion des quarts de nuit. On a retenu les facteurs de risque suivants :

- Moins de 8 heures de sommeil au cours des 24 heures précédentes (perte de sommeil)
- Accumulation d'un déficit de sommeil supérieur à 8 heures (perte de sommeil)
- Moment de la journée (dépression circadienne) et déphasage (désynchronisation du rythme circadien).

Une analyse qualitative du cycle travail-repos durant cette période a relevé les mêmes facteurs de risque et la même incidence probable sur le rendement.

Équipage de conduite

Les dossiers indiquent que l'équipage de conduite possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

Le commandant de bord avait à son actif environ 6000 heures de vol au total, y compris 3000 heures à bord du Boeing 727, dont 800 heures comme pilote aux commandes. En outre, il comptait 2000 heures d'expérience comme copilote, heures qui ne comptent pas comme heures de vol. Le commandant était au service continu de Flightcraft depuis 2001.

Le premier officier avait à son actif environ 2200 heures de vol au total, y compris 800 heures à bord du Boeing 727. En plus de ces heures, il comptait 2000 heures d'expérience comme second officier. Le premier officier était au service continu de Flightcraft depuis 2007.

Le second officier avait à son actif environ 2250 heures de vol au total. En plus de ces heures, il comptait 2000 heures d'expérience comme second officier et était au service continu de Flightcraft depuis 2009.

Les 3 membres de l'équipage de conduite avaient été au repos durant les 2 jours précédents ou plus, et avaient pris leur service 1,5 heure avant l'événement. La fatigue de l'équipage de conduite n'a pas été retenue comme facteur.

Aucun des membres de l'équipage de conduite ne pouvait se rappeler une instance durant leur carrière où ils avaient reçu l'instruction d'interrompre le décollage, à part dans un scénario de formation sur simulateur.

Performance humaine dans le poste de pilotage

La prise de décisions fondées sur la reconnaissance (Recognition-primed decision, ou RPD) est un modèle¹⁸ qui a été conçu pour expliquer comment les personnes prennent rapidement des décisions efficaces dans des situations complexes. Ainsi, nous fondons nos décisions sur ce que nous percevons de notre environnement, et cet environnement se résume à ce sur quoi nous portons notre attention. Le contrôle individuel des ressources attentionnelles devient alors une question d'équilibre entre maintenir l'efficacité opérationnelle en se concentrant sur ce qui est attendu, et être ouvert à de nouvelles informations contradictoires qui pourraient remettre en question les hypothèses opérationnelles qui forment le modèle mental actuel.

La prise de décisions s'appuie habituellement sur le premier modèle mental qui correspond aux informations reconnues; c'est ainsi que l'on peut prendre rapidement une décision dans des circonstances qui exigent une réaction immédiate. Les mécanismes de l'attention qui favorisent le recours au balayage¹⁹ et l'identification de nouvelles informations sont essentiels pour garantir que la prise de décisions s'appuie sur le modèle mental le plus pertinent sur le plan opérationnel.

Pour qu'un tel balayage soit efficace, les nouvelles informations doivent être détectables (malgré le bruit de fond) et reconnaissables. Autrement dit, les nouvelles informations doivent être perçues, analysées et soit rejetées comme étant non pertinentes, soit intégrées dans un modèle mental à jour de la situation opérationnelle. Le rejet ou l'intégration de nouvelles informations constitue une tâche cognitive qui prend du temps. Plus ces nouvelles informations sont difficiles à détecter ou incomplètes, plus il est improbable qu'elles soient intégrées dans un nouveau modèle mental.

Les interruptions de décollage sont rares : on estime leur fréquence à une seule tous les 3000 décollages²⁰. Il est encore plus rare que le contrôle de la circulation aérienne interrompe un décollage à haute vitesse; ces cas représentent moins de 1 % du nombre total. En général, les contrôleurs de la circulation aérienne donnent cette instruction lorsqu'ils constatent un conflit réel ou potentiel aux conséquences très graves. Parfois, l'équipage de conduite est conscient du conflit, par exemple lorsqu'un véhicule se trouve sur une piste; plus souvent, toutefois, l'équipage ignore tout du trafic en conflit.

Dans ce cas-ci, une combinaison de facteurs (charge de travail naturellement plus élevée au décollage, réception perçue de l'autorisation de décollage, et lignes de visibilité dégagées de la piste, ainsi que l'absence d'indices visuels, par exemple apercevoir le trafic) est entrée en jeu pour tromper les attentes de l'équipage de conduite relativement à un décollage normal et sans incident.

¹⁸ G.A. Klein, *The Recognition-Primed Decision (RPD) model: Looking back, looking forward*, dans : C.E. Zsombok et G. Klein, éd., *Naturalistic Decision Making* (1997), pp. 285–292.

¹⁹ Le balayage, dans ce contexte, signifie une recherche active dans l'environnement sensoriel complet de l'individu et ne se limite pas nécessairement aux signaux visuels.

²⁰ Federal Aviation Administration (FAA), Advisory Circular No. 120-62: Takeoff Safety Training Aid: Announcement of Availability (9 décembre 1994).

Le 11 mars 2013, un événement semblable²¹, quoique dans des circonstances différentes, est survenu durant une approche à l'aéroport international Lester B. Pearson à Toronto (CYYZ). Dans cet événement, le contrôle de la circulation aérienne avait transmis à l'aéronef qui approchait l'instruction de remettre les gaz et de faire un circuit. L'équipage de conduite n'avait pas entendu la première transmission et n'avait entendu qu'une partie de la seconde instruction de remettre les gaz. L'équipage de conduite n'avait pas interprété cette instruction comme lui étant destinée et, prévoyant un atterrissage normal et sans incident, avait poursuivi son approche.

Liste de surveillance du BST

La Liste de surveillance du BST fait ressortir les enjeux de sécurité qui posent les plus graves risques pour le système de transport du Canada.

Les risques de collision sur piste figurent dans la Liste de surveillance depuis 2010. Le Bureau demeure préoccupé à l'égard du fait que ces risques resteront un problème jusqu'à ce que de meilleurs moyens de protection soient mis en place, tels que de meilleures façons de procéder et des systèmes anticollision améliorés.

Rapports du Laboratoire du BST

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

- LP058/2013 – Transfert des données des enregistreurs de données de vol (FDR)

Ce rapport peut être obtenu du BST sur demande.

²¹ Rapport d'enquête aéronautique A13O0045 du BST

Analyse

L'enquête a déterminé que toutes les personnes en cause dans l'événement avaient les qualifications, la formation et les licences nécessaires. Tous les véhicules et tout l'équipement fonctionnaient comme prévu, et des défaillances mécaniques ont été écartées comme facteur dans l'événement.

L'analyse portera donc principalement sur les facteurs causals qui ont amené le contrôleur à transmettre l'autorisation de décollage, l'aéronef à amorcer sa course au décollage, et l'équipage à ne pas reconnaître l'instruction d'interrompre le décollage.

Étant donné l'horaire de travail en rotation arrière du contrôleur au cours des 70 jours qui ont précédé l'événement, le contrôleur était appelé à prendre son service de plus en plus tôt. Un tel horaire de travail contribue à la fatigue, car le travailleur doit dormir plus tôt, à des heures où il peut être plus difficile de s'endormir pour ainsi obtenir un sommeil de qualité. De plus, beaucoup d'horaires de travail en rotation arrière des quarts, y compris celui du contrôleur, ne comprennent que de courtes périodes de récupération entre les quarts, ce qui limite les possibilités de sommeil.

Les méthodes d'établissement des horaires à la tour de Hamilton sont telles que le contrôleur passe habituellement du quart tôt le matin au quart de nuit. Cette prise de service tôt le matin, suivie du changement de quart court avec seulement 10 heures de repos, a pour effet de limiter les occasions de dormir. De pair avec les effets connus de la dépression circadienne, l'analyse de l'outil FAST a prédit une importante baisse de rendement, en particulier durant le premier quart de nuit.

Le contrôleur avait parfois de la difficulté à obtenir suffisamment de sommeil durant ce type de rotation des quarts; il a reconnu qu'il se sentait fatigué au moment de l'événement qui coïncidait avec une dépression circadienne. Il avait dormi 8 heures au cours des 24 heures qui ont précédé l'événement, et 16 heures au cours des 48 heures précédentes. On n'a pu confirmer l'exactitude des renseignements concernant le nombre d'heures de sommeil du contrôleur en dehors de cette période.

En effet, l'on ne sait si la fatigue du contrôleur au moment de l'événement a joué un rôle puisque son repos récent aurait dû atténuer les effets d'une fatigue aiguë ou chronique, et que l'historique de son sommeil précédant l'événement est incertain. Néanmoins, le contrôleur a reconnu qu'il se sentait fatigué.

La nuit de l'événement en cause, les 2 contrôleurs en fonction avaient convenu que le contrôleur en cause occuperait simultanément les postes de contrôle air et sol du début du quart à 23 h 45, jusqu'à environ 2 h 30. Ainsi, le contrôleur serait en fonction pendant presque 3 heures avant d'être relevé.

Durant les 20 minutes qui ont précédé l'événement, la charge de travail du contrôleur a augmenté : 4 aéronefs ont circulé au sol vers leur position de départ. Le contrôleur en cause aurait pu rappeler son collègue, mais a jugé que la charge de travail n'était pas suffisante pour demander de l'aide.

Cette période de charge de travail et de complexité accrues est survenue alors que le contrôleur était en poste depuis 2 heures et a coïncidé avec une période de dépression circadienne. Étant donné une baisse possible de la vigilance associée au temps accru consacré à une tâche et les effets connus d'une dépression circadienne sur le rendement, la pratique consistant à cumuler les postes de contrôle air et sol la nuit pendant une période prolongée afin d'accorder une longue pause à un autre contrôleur accroît les risques d'erreur du côté du contrôleur en poste.

Le contrôleur s'est trompé d'indicatif d'appel d'aéronef, possiblement à cause de facteurs liés à la charge de travail et à la fatigue, lorsqu'il a demandé la validation du décollage de KFA273. Le contrôleur a confondu les indicatifs d'appel de 2 aéronefs qui devaient s'envoler vers Winnipeg, à 20 minutes d'intervalle. Il y avait donc risque de confusion des indicatifs d'appel pour chaque secteur entre Hamilton et Winnipeg; ce problème de la similarité des indicatifs d'appel étant fréquent de nuit, il finit par désensibiliser les contrôleurs et pilotes au risque potentiel qu'il pose et réduit l'efficacité des mécanismes de défense en place pour le contrer.

Alors qu'il regardait l'écran du système d'affichage amélioré (EXCDS), qui exige des manipulations durant la demande de validation, le contrôleur n'a pas remarqué les indicateurs de piste occupée affichés directement sous la fiche de l'aéronef. Le contrôleur a constaté l'erreur d'indicatif d'appel alors qu'il commençait la transmission à KFA273, il a avisé l'aéronef d'attendre, puis a rectifié l'erreur auprès du Centre de contrôle régional (ACC). Il a ensuite transmis l'autorisation de décollage à KFA273. Ce faisant, et peut-être distrait par la rectification qu'il venait de faire, le contrôleur a de nouveau raté l'indicateur de piste occupée durant un balayage visuel routinier. De même, la pratique consistant à autoriser les aéronefs à utiliser une piste qui affiche un indicateur de piste occupée est signe de désensibilisation du contrôleur à l'importance de ces indicateurs; elle neutralise leur efficacité comme mécanisme de défense et accroît le risque qu'un aéronef soit autorisé à utiliser une piste qui n'est pas libre.

Au moment où le contrôleur terminait la transmission de l'autorisation, il a balayé du regard la surface de la piste et a constaté la présence de véhicules; après une brève pause, il a transmis à l'aéronef l'instruction d'attendre. Le contrôleur n'a pas utilisé la phraséologie normale du *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne* (MANOPS ATC) pour annuler l'autorisation de décollage. Il a été impossible de déterminer si l'utilisation de la phraséologie normale aurait changé l'issue.

Le contrôleur a fait une pause après avoir prononcé la phrase « autorisé à décoller piste 30 ». Après cette brève pause, et sans avoir relâché le bouton de microphone (PTT), le contrôleur a ensuite dit « en fait, attendez » au lieu d'utiliser la phraséologie d'usage (« Autorisation de décollage annulée »). Durant la pause, le pilote qui n'était pas aux commandes (PNF) à bord de KFA273 a tenu pour acquis que la transmission était terminée, a appuyé sur le bouton PTT de l'aéronef et a répété l'autorisation. Lorsque le contrôleur a enfin relâché le bouton PTT, il n'a entendu que la fin de cette transmission, qui comprenait l'indicatif d'appel de l'aéronef. Comme il est fréquent d'utiliser ces indicatifs seulement pour accuser réception d'une transmission, le contrôleur a tenu pour acquis que l'équipage de bord avait compris l'instruction d'attendre et il ne s'attendait pas à ce que l'aéronef amorce sa course.

Comme il n'avait pas entendu la partie de la transmission qui lui disait d'attendre, l'équipage de conduite a tenu pour acquis que tout était normal et a amorcé sa procédure de décollage.

C'est alors que le contrôleur a donné l'instruction aux véhicules d'entretien de quitter la piste; il a ensuite vérifié rapidement que KFA273 n'avait pas amorcé sa course, puis a reporté son

attention sur l'aire de trafic de Purolator pour transmettre des instructions de circulation au sol à un autre aéronef Flightcraft. Dans l'intervalle, KFA273 a amorcé sa course au décollage, en dehors du champ de vision direct du contrôleur. Tout de suite après avoir fini de transmettre ses instructions de circulation au sol, le contrôleur a reporté son attention sur la piste 30; c'est alors qu'il a aperçu KFA273 en mouvement. Le contrôleur a immédiatement donné l'instruction à KFA273 d'interrompre le décollage.

Au moment de la transmission de cette instruction, KFA273 venait d'atteindre la vitesse de 80 nœuds. Le PNF a annoncé la vitesse, et le pilote aux commandes (PF) l'a confirmée. Au même moment, une carte qui était fixée au pylône de commande du PF est tombée, ce qui a momentanément distrait l'équipage. Outre cette brève distraction, l'équipage estime que le décollage s'est déroulé normalement, comme prévu, et la vue avant de la piste ne donnait aucune indication du contraire.

Les circonstances anticipées sont un facteur clé du comportement attentionnel et, par conséquent, les indices qui permettraient de conclure qu'une situation ne se déroule pas comme prévu peuvent être insuffisants pour détourner l'attention des tâches habituelles. En conséquence, les situations paraîtront normales ou coutumières à moins que ce qui est « extraordinaire » soit d'une ampleur suffisante pour attirer l'attention et exiger une analyse.

L'environnement du poste de pilotage était relativement bruyant. L'instruction d'annuler le décollage est survenue au même moment que d'autres perceptions sensorielles, elle était inattendue étant donné sa rareté, et elle n'était accompagnée d'aucun indice corroborant, par exemple le contact visuel avec l'obstacle. Comme elle n'était pas assez convaincante pour modifier le modèle mental qu'avait l'équipage de la situation, ou changer son attente d'un décollage sans incident, l'instruction est d'abord passée inaperçue.

Au moment où l'aéronef atteignait la partie centrale plus élevée de la piste, l'équipage a aperçu des lumières inhabituelles; c'est alors que le PNF a compris que l'instruction d'annuler le décollage, transmise 9 secondes plus tôt, leur était destinée. L'équipage a annulé le décollage et a immobilisé l'aéronef à une distance sécuritaire des véhicules.

Même si l'équipage de conduite a pris en considération la température élevée des freins après l'interruption du décollage, il n'a pas consulté le tableau de refroidissement, et l'aéronef a décollé malgré le risque accru de surchauffe des freins ou de fonte du bouchon fusible.

Cet événement ainsi qu'un autre semblable survenu à CYYZ donnent à croire que si les transmissions du contrôle de la circulation aérienne, faites dans l'intention d'alerter les équipages de conduite à propos des conditions très dangereuses ou de leur communiquer des instructions pour éviter ces conditions, sont incomplètes, ne sont pas entendues ou ne sont pas suffisamment convaincantes pour changer la perception préconçue qu'a l'équipage de la situation, il y a un risque accru que l'on ne tienne pas compte de ces transmissions.

Comme le souligne la Liste de surveillance du BST, et comme l'illustre l'événement en cause, il y a un risque permanent de collision au sol entre des aéronefs et des véhicules ou d'autres aéronefs aux aéroports canadiens. Le Bureau se préoccupe du fait que ce risque demeurera un problème jusqu'à ce que de meilleurs moyens de protection soient mis en place, tels que de meilleures façons de procéder et des systèmes anticollision améliorés.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le contrôleur n'a pas aperçu l'indicateur de piste occupée affiché à l'écran du système d'affichage amélioré, ou bien n'en a pas tenu compte, et il a transmis une autorisation de décollage à KFA273 alors que des véhicules occupaient toujours la piste.
2. Durant la transmission de l'autorisation, le contrôleur a aperçu des véhicules sur la piste et a donné l'instruction à l'aéronef d'attendre au lieu d'utiliser la phraséologie normalisée pour annuler l'autorisation de décollage.
3. L'équipage de conduite avait commencé à répéter l'autorisation de décollage avant que le contrôleur n'eût relâché le bouton PTT; c'est pourquoi il n'a pas entendu l'instruction d'attendre transmise par le contrôleur.
4. Le contrôleur avait déjà reporté son attention sur d'autres tâches lorsque KFA273 a amorcé sa course au décollage; c'est ainsi que le mouvement de l'aéronef est passé inaperçu pendant 22 secondes avant que le contrôleur transmette l'instruction d'interrompre le décollage.
5. Le contrôle de la circulation aérienne a donné l'instruction d'interrompre le décollage au même moment où se produisaient d'autres perceptions sensorielles et n'a pas suffi à déclencher un changement du modèle mental qu'avait l'équipage de la situation ou de son attente d'un décollage sans incident; c'est ainsi que l'instruction d'interruption est passée inaperçue au départ. En conséquence, l'interruption du décollage n'a été amorcée que 9 secondes après que l'instruction a été transmise.

Faits établis quant aux risques

1. Lorsque les pratiques d'établissement des horaires du personnel font appel aux horaires de travail en rotation arrière des quarts et aux changements de quart courts, il y a un risque accru de fatigue et de baisse de rendement durant les quarts de nuit qui surviennent à la fin de la rotation des quarts.
2. Lorsqu'il est courant de combiner les postes de contrôle air et sol la nuit pendant de longues périodes, il y a un risque accru d'erreurs de la part des contrôleurs causé par la fatigue.
3. Lorsque l'on omet régulièrement de tenir compte d'un indicateur de piste occupée, il y a un risque accru que des aéronefs soient autorisés à utiliser une piste qui n'est pas disponible.
4. Lorsque les sociétés aériennes prévoient systématiquement d'exploiter des vols aux indicatifs d'appel semblables, à des moments rapprochés, il y a un risque accru de confusion causée par les indicatifs d'appel.
5. Lorsque les transmissions du contrôle de la circulation aérienne sont incomplètes, ne sont pas entendues ou sont insuffisamment convaincantes pour changer la perception

préconçue qu'a un équipage de la situation, il y a alors un risque accru que l'on ne tienne pas compte de la transmission.

6. Lorsque des avions décollent avant l'échéance des périodes d'attente recommandées au tableau de refroidissement des freins, il y a alors un risque accru de surchauffe des freins ou de fonte du bouchon fusible.

Mesures de sécurité

Mesures de sécurité prises

Kelowna Flightcraft Air Charter Ltd.

À la suite de l'incident en cause, Flightcraft a pris les mesures suivantes :

- Flightcraft a communiqué à tous les équipages de conduite la note de service 13-008 relative aux décollages interrompus par le contrôle de la circulation aérienne et à la terminologie normalisée.
- Lors du cycle d'entraînement au vol périodique suivant, tous les pilotes ont été exposés aux décollages interrompus par le contrôle de la circulation aérienne, et ces scénarios feront l'objet d'un examen périodique dans les exercices d'entraînement périodiques.
- Le décollage interrompu par le contrôle de la circulation aérienne a été incorporé aux scénarios de vérification compétence pilote (PPC) du B727.
- La formation en simulateur couvre désormais de façon exhaustive le refroidissement des freins après un décollage interrompu.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet incident. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 5 novembre 2014. Il est paru officiellement le 6 janvier 2014.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports (www.bst-tsb.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 – Communications enregistrées à la tour de contrôle de Hamilton

Heure au début de la transmission	Heure à la fin de la transmission	Fréquence	Locuteur	Transmission
2 h 6 min 34 s	2 h 6 min 36 s	Ligne directe ²²	Tour YHM	Satellite Hamilton
2 h 6 min 36 s	2 h 6 min 36 s	Ligne directe	ACC Toronto	Satellite
2 h 6 min 37 s	2 h 6 min 39 s	Ligne directe	Tour YHM	Request release Flightcraft 275 Runway 30 [Demande autorisation Flightcraft 275 piste 30]
2 h 6 min 40 s	2 h 6 min 42 s	Ligne directe	ACC Toronto	Flightcraft 275 valid 30 [Flightcraft 275 valide 30]
2 h 6 min 42 s	2 h 6 min 43 s	Ligne directe	Tour YHM	Thanks, up in 2. [Merci, envol dans 2.]
2 h 6 min 57 s	2 h 7 min 1 s	Tour	Tour YHM	Flightcraft 273, ahh... stand by [Flightcraft 273, euh... attendez]
2 h 7 min 1 s	2 h 7 min 2 s	Ligne directe	Tour YHM	Satellite Hamilton
2 h 7 min 3 s	2 h 7 min 4 s	Ligne directe	ACC Toronto	Yes. [Oui.]
2 h 7 min 4 s	2 h 7 min 8 s	Sol	KFA271	Ground Flightcraft 271 at Purolator (Apron) ready to taxi [Sol, ici Flightcraft 271 à [l'aire de trafic] Purolator, prêt à circuler]
2 h 7 min 5 s	2 h 7 min 9 s	Ligne directe	Tour YHM	Ah, just wanted to confirm, did I say Flightcraft 273? [Euh, juste pour confirmer, j'ai bien dit Flightcraft 273?]
2 h 7 min 10 s	2 h 7 min 13 s	Ligne directe	ACC Toronto	Ah, I don't know, which one did you say? [Euh, je ne sais pas, lequel avez-vous dit?]
2 h 7 min 13 s	2 h 7 min 16 s	Ligne directe	Tour YHM	Ah I think I might have said 275 but it's 273 for Runway 30 [Euh, je pense que j'ai peut-être dit 275, mais c'est bien 273 pour piste 30]
2 h 7 min 16 s	2 h 7 min 17 s	Ligne directe	ACC Toronto	Flightcraft 273 valid 30 [Flightcraft 273 valide 30]
2 h 7 min 18 s	2 h 7 min 19 s	Ligne directe	Tour YHM	Thanks ST [Merci ST]

²² « Ligne directe » signifie une ligne téléphonique spéciale servant à une fonction particulière (Canadian Oxford Dictionary, deuxième édition [2004]). Dans l'événement en cause, il s'agit d'une liaison de communication directe entre le Centre de contrôle régional (ACC) de Toronto et la tour CYHM.

Heure au début de la transmission	Heure à la fin de la transmission	Fréquence	Locuteur	Transmission
2 h 7 min 21 s	2 h 7 min 31 s	Tour	Tour YHM	Flightcraft 273 Tower contact Toronto Centre 128.27 airborne, wind 230, 15 gusting 22, from the threshold cleared for take-off Runway 30...actually standby ah.... [Flightcraft 273 tour, communiquez avec centre de Toronto 128.27 en vol, vent 230, 15 avec rafales à 22, au seuil et autorisé à décoller piste 30... en fait attendez euh....]
2 h 7 min 28 s (estimation)	2 h 7 min 33 s	Tour	KFA273(écrasé)..... 273
2 h 7 min 35 s	2 h 7 min 38 s	Sol	Tour YHM	Plow 82 Plus 1 Ground exit golf advise holding short Runway 30 [« Plow 82 Plus 1 » quitter la piste par la voie golf, se tenir à l'écart de la piste 30]
2 h 7 min 40 s	2 h 7 min 44 s	Sol	« Plow 82 »	82 exiting golf ahh advise holding short [82 quittant la piste par la voie golf, euh... se tenant à l'écart]
2 h 7 min 48 s	2 h 7 min 50 s	Sol	Tour YHM	Flightcraft 271 Ground ah confirm ready to taxi [Flightcraft 271 sol, euh confirmer prêt à circuler]
2 h 7 min 51 s	2 h 7 min 52 s	Sol	KFA271	That's affirmative 271 [Affirmatif 271]
2 h 7 min 53 s	2 h 8 min 2 s	Sol	Tour YHM	Flightcraft 271 Ground Runway 30 wind 230, 15 gusting 22, altimeter 29.58, taxi Delta your discretion and Bravo hold short Runway 24 [Flightcraft 271 sol, piste 30 vent 230, 15 avec rafales à 22, altimètre 29.58, circulez Delta à votre discrétion et Bravo, se tenir à l'écart de la piste 24]
2 h 8 min 4 s	2 h 8 min 8 s	Sol	KFA271	Delta Bravo hold short 24 flight 271 [Delta Bravo se tenir à l'écart de 24 vol 271]
2 h 8 min 9 s	2 h 8 min 10 s	Tour	Tour YHM	Flightcraft 273 abort take-off [Flightcraft 273 interrompez le décollage]
2 h 8 min 13 s	2 h 8 min 14 s	Tour	Inconnu	*Activation inconnue du bouton PTT*
2 h 8 min 33 s	2 h 8 min 35 s	Tour	KFA273	Flight ah 273 ah we're stopped. [Vol euh 273 euh nous sommes arrêtés.]
2 h 8 min 39 s	2 h 8 min 45 s	Tour	Tour YHM	Flightcraft 273 Tower roger, ah sorry for that 180 backtrack and line up at the threshold [Flightcraft 273 tour compris, euh désolé, demi-tour et remontez la piste et alignez-vous sur le seuil]
2 h 8 min 49 s	2 h 8 min 53 s	Tour	KFA273	OK, 180 back, and line up at the threshold Flightcraft 273 [OK, demi-

Heure au début de la transmission	Heure à la fin de la transmission	Fréquence	Locuteur	Transmission
				tour pour s'aligner sur le seuil, Flightcraft 273]

Annexe B – Représentation visuelle de l'événement en cause

