



Recommandation A18-07 du BST

Conception et perceptibilité des voies de circulation

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada recommande que l'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto apporte des modifications physiques à l'aménagement des voies de circulation pour atténuer les risques d'incursion entre les pistes parallèles et, en attendant que ces modifications soient apportées, mette en œuvre d'autres améliorations pour accroître la perceptibilité des points d'attente avant piste.

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien	A17O0038
Date à laquelle la recommandation a été émise	31 janvier 2019
Date de la dernière réponse	Septembre 2022
Date de la dernière évaluation	Février 2023
Évaluation de la dernière réponse	Intention satisfaisante
État du dossier	Actif

Résumé de l'événement

L'enquête sur une question de sécurité du transport aérien A17O0038 a examiné 27 incursions sur piste qui se sont produites de juin 2012 à novembre 2017 sur les 2 pistes parallèles rapprochées (« le complexe sud »), à l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto (CYYZ) (Ontario). Ces 27 incursions étudiées ne sont pas les seules qui ont eu lieu à CYYZ durant cette période. Cependant, leur nombre et leurs similarités ont soulevé des préoccupations et ont mené le BST à les examiner de plus près dans leur ensemble pour déterminer leurs causes et facteurs contributifs sous-jacents systémiques, et évaluer l'importance du risque qu'elles présentent.

Toutes ces incursions se sont produites sur la piste intérieure (piste 06L/24R) après que les équipages de conduite eurent atterri sur la piste extérieure (piste 06R/24L), eurent reçu l'instruction du contrôle de la circulation aérienne (ATC) d'attendre à l'écart de la piste 06L/24R et, malgré leur intention d'arrêter, eurent raté les repères visuels indiquant les points d'attente avant piste.

Plusieurs caractéristiques de configuration des voies de circulation entre les pistes d'atterrissage sont inhabituelles comparativement à celles d'autres aérodromes en Amérique

du Nord et ailleurs dans le monde. L'écart entre ces pistes (305 m [1000 pieds]) est relativement faible, et les voies de sortie rapide (RET) permettent d'accéder directement à la piste adjacente, sans passer par une autre surface de transition. Les points d'attente avant piste sont aménagés immédiatement après une courbe à 65° et sont plus éloignés de la piste intérieure protégée que dans d'autres aéroports.

Les compagnies aériennes régionales qui sont basées aux États-Unis et qui exploitent des avions à réaction régionaux sont en cause dans un nombre disproportionné de ces incursions, tant au niveau quantitatif que comparatif au taux d'incursions par atterrissage. Cela s'explique sans doute par le fait que les équipages de conduite étrangers sont inaccoutumés à la configuration exceptionnelle de la voie de circulation entre les pistes parallèles à CYYZ, et par la vitesse plus élevée à laquelle ces types d'aéronefs plus petits approchent souvent des points d'attente avant piste.

C'est pour ces raisons que certains équipages de conduite n'ont pas anticipé l'emplacement du point d'arrêt de chaque RET et, par conséquent, qu'ils n'étaient pas attentifs à l'environnement extérieur de l'aéronef au moment voulu pour détecter les repères visuels indiquant les points d'attente avant piste.

La plupart des équipages de conduite étaient au courant des zones du complexe sud qui posent un risque accru d'incursion sur piste; les cartes d'aérodrome qui leur sont fournies indiquent ces zones comme étant des points chauds. Or, ces indications, associées aux lacunes des exigences des exploitants en matière d'exposé avant roulage, n'attiraient pas l'attention des équipages sur des stratégies pouvant atténuer les risques d'incursion. Les équipages ont plutôt suivi leurs façons de procéder habituelles après avoir dégagé la piste d'atterrissage, et ont effectué leurs vérifications après atterrissage. L'exécution de ces tâches les a distraits au moment où il ne leur restait que peu de temps pour distinguer les repères visuels leur dictant d'arrêter, et a contribué à ce que ces derniers passent inaperçus.

Dans les événements étudiés, l'ATC a vite reconnu les incursions et pris des mesures adéquates qui ont soit incité les aéronefs à s'immobiliser, soit réduit la gravité des conséquences. Ainsi, la plupart des aéronefs n'ont pas atteint la surface de la piste intérieure. Des 3 aéronefs qui ont atteint cette surface, 2 y sont parvenus à une intersection se situant au-delà du point où un aéronef en partance présentait un risque de collision. Dans le 3^e cas, l'ATC a annulé l'autorisation de décollage de l'aéronef en partance avant que celui-ci n'amorce sa course au décollage.

Dans un autre événement, l'ATC a commandé à l'aéronef en imminence d'incursion de s'immobiliser avant qu'il n'eût atteint la surface de la piste, puis a immédiatement commandé à l'aéronef en partance d'interrompre le décollage. L'équipage de conduite de l'aéronef en partance n'a pas compris qu'il lui fallait interrompre le décollage, car la phraséologie employée ne lui était pas familière, et qu'elle n'était pas répétée; par conséquent, on a poursuivi le départ. L'aéronef en imminence d'incursion s'est immobilisé avant d'atteindre la surface de la piste, et l'aéronef en partance a survolé l'intersection sans incident.

Les lignes directrices internationales sur la prévention des incursions sur piste recommandent de mettre en œuvre des stratégies de gestion ou d'atténuation de ce risque une fois que les zones présentant un danger d'incursion ont été déterminées. Ces stratégies doivent comprendre des campagnes d'information, des aides visuelles additionnelles, des routes de rechange ou, en dernier recours, la construction de nouvelles voies de circulation.

Depuis 2012, on a organisé diverses campagnes d'information et publié des avis. De plus, les aides visuelles ont fait l'objet d'améliorations graduelles, mais importantes. Ces stratégies ont probablement entraîné des réductions périodiques, mais non permanentes, de la fréquence des incursions.

Une révision des procédures après atterrissage des équipages de conduite pourrait accroître la vigilance et réduire la distraction, mais, vraisemblablement, ces révisions n'empêcheront pas les équipages de conduite d'anticiper que les repères visuels se situeront dans des endroits communs ni ne les inciteront à réduire leur vitesse de roulage afin qu'ils disposent de plus de temps pour identifier les repères visuels.

Toutes les stratégies applicables que recommandent les lignes directrices internationales ont été mises en œuvre au complexe sud, sauf une : modifier l'aménagement des voies de circulation. Un changement de cette ampleur pourrait être nécessaire pour : accroître la distance et le temps de roulage entre les points d'attente avant piste; réduire les vitesses de roulage des aéronefs qui approchent des points d'attente à l'écart; et prévenir l'accès direct aux pistes adjacentes depuis les RET. Les modifications possibles aux aménagements qui pourraient corriger ces facteurs comprennent l'insertion entre les pistes d'une voie de circulation leur étant parallèle, comme on en trouve dans plusieurs aéroports aux pistes parallèles, et le déplacement des aides visuelles à des endroits standards.

Le Bureau a conclu son enquête et publié le rapport A1700038 le 31 janvier 2019.

Justification de la recommandation

À l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto (CYYZ), plusieurs caractéristiques de configuration des voies de circulation entre les pistes d'atterrissage parallèles rapprochées sont inhabituelles comparativement à celles d'autres aéroports en Amérique du Nord et ailleurs dans le monde. La distance entre ces pistes est relativement faible, et les voies de sortie rapide permettent d'accéder directement à la piste adjacente, sans passer par une autre surface de transition. Les points d'attente avant piste sont aménagés immédiatement après une courbe à 65° et sont plus éloignés de la piste intérieure protégée que dans d'autres aéroports.

Ces caractéristiques exceptionnelles et la courte distance entre les pistes posent des défis considérables pour les équipages de conduite. Lorsqu'ils quittent la piste d'atterrissage, les équipages de conduite s'affairent habituellement à d'autres tâches. Comme ils utilisent une voie de sortie rapide, l'aéronef circule habituellement à une vitesse supérieure aux vitesses de roulage normales. Leur méconnaissance de ces caractéristiques exceptionnelles, le temps et la distance limités dont ils disposent et les distractions causées par leurs autres tâches réduisent

la capacité des équipages de conduite à repérer les points d'attente avant piste. Comme les événements faisant l'objet de la présente enquête le démontrent, si ces positions ne sont pas repérées, un aéronef pourrait faire incursion sur l'autre piste active et entrer en collision avec un autre aéronef.

Les directives internationales recommandent différentes stratégies pour éliminer les incursions sur piste. Toutes les stratégies applicables ont été mises en œuvre au complexe sud de CYYZ, à l'exception de la modification de l'aménagement des voies de circulation.

Un changement de cette ampleur pourrait être nécessaire pour accroître la distance et le temps de roulage entre les points d'attente avant piste; réduire les vitesses de roulage des aéronefs qui approchent des points d'attente; prévenir l'accès direct aux pistes adjacentes à partir des voies de sortie rapide; replacer les aides visuelles à des endroits standards. Les modifications possibles aux aménagements qui pourraient corriger ces facteurs comprennent l'insertion entre les pistes d'une voie de circulation leur étant parallèle, comme on en trouve dans plusieurs autres aérodromes aux pistes parallèles.

Il est toutefois reconnu qu'un changement de cette ampleur ne peut se faire du jour au lendemain. Entre-temps, il faudrait peut-être mettre en œuvre des stratégies de prévention des incursions plus simples ou améliorer les stratégies actuelles. Bien que des efforts considérables aient été déployés au cours des dernières années pour améliorer la perceptibilité des points d'attente avant piste, d'autres options sont toujours possibles, dont la modification du genre, de la quantité et de l'intensité du balisage lumineux aux points d'attente avant piste. Ces options pourraient accroître les chances que les équipages de conduite aperçoivent les repères et immobilisent leur aéronef avant qu'une incursion sur piste se produise.

Par conséquent, le Bureau a recommandé que

l'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto apporte des modifications physiques à l'aménagement des voies de circulation pour atténuer les risques d'incursion entre les pistes parallèles et, en attendant que ces modifications soient apportées, mette en œuvre d'autres améliorations pour accroître la perceptibilité des points d'attente avant piste.

Recommandation A18-07 du BST

Réponses et évaluations antérieures

Août 2019 : réponse de l'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto

L'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto (GTAA) a étudié attentivement le rapport du BST et travaille avec diligence à évaluer les solutions pour se conformer à la recommandation du BST. La GTAA a retenu quelques idées de conception pour essais sur le terrain à l'automne 2019; il s'agit notamment d'une amélioration notable du balisage lumineux, des marques de points d'attente des pistes et voies de circulation, et les marques à la peinture sur les sorties des pistes à haute vitesse afin que les points d'attente soient plus perceptibles. L'objectif des essais de l'automne 2019 consiste à mettre la dernière main à la conception en vue d'un essai

opérationnel en 2020 et d'une installation complète lors d'activités de rénovation de pistes prévues pour 2021. Nous étudions et analysons également des solutions de conception à plus long terme.

Les concepts et les essais sur le terrain ont été mis au point en consultation soutenue avec l'équipe locale de sécurité des pistes (LRST) de l'aéroport Pearson de Toronto. La LRST regroupe différents intervenants, notamment des représentants de sociétés aériennes, des experts du BST, Transports Canada, des associations de pilotes de ligne et de pilotes (p. ex. ALPA, IFALPA), NAV CANADA et l'Association canadienne de l'aviation d'affaires. La GTAA estime que la LRST est la plateforme la plus adéquate pour répondre aux recommandations du BST puisqu'elle est en mesure de réaliser une évaluation dynamique et itérative des options.

La GTAA considère les tâches de conception et de mise à l'essai des concepts en cours, ainsi que les travaux de la LRST, comme des progrès significatifs pour se conformer à la recommandation du BST.

Mars 2020 : évaluation par le BST de la réponse (attention en partie satisfaisante)

Le Bureau trouve encourageant le fait que l'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto étudie et analyse des solutions de conception à plus long terme pour corriger les lacunes décrites dans le rapport et la recommandation d'apporter des modifications physiques à l'aménagement.

De plus, ayant observé les consultations réalisées en collaboration avec l'équipe locale de sécurité des pistes, le BST reconnaît que l'on a fait des progrès vers la mise en place d'autres améliorations afin de rendre plus perceptibles les points d'attente avant piste, y compris l'ajout de marques à la peinture « RWY AHEAD » (piste devant) en novembre 2019.

Bien que ces progrès soient significatifs, tant que les améliorations n'auront pas été entièrement mises en place comme prévu en 2021 et des solutions de conception physique à plus long terme n'auront pas été analysées et adoptées, le risque d'incursions sur pistes au complexe sud demeurera.

Par conséquent, le Bureau estime que la réponse à la recommandation dénote une **attention en partie satisfaisante**.

Septembre 2020 : réponse de l'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto

Comme demandé dans votre correspondance datée du 2 juin 2020, la présente lettre a pour objet de faire le point sur notre plan d'action visant à donner suite à la recommandation A18-07 concernant les incursions sur piste au complexe sud à l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto.

En décembre 2019, un essai réel a été effectué à l'aide d'une maquette grandeur nature de la conception modifiée des points d'attente et de la configuration de l'éclairage connexe, ainsi qu'à l'aide d'un aéronef Canadian Regional Jet (CRJ) et d'un équipage de conduite. L'essai a permis d'accroître considérablement la perceptibilité des points d'attente et d'améliorer la visibilité de

l'équipage de conduite par rapport aux points d'attente, qui est passée d'environ 80 m dans la configuration actuelle à environ 500 m dans la nouvelle conception. Les commentaires de l'équipage de conduite ont également été favorables à l'égard de la nouvelle conception.

On prévoit de mettre en œuvre l'installation intégrale de la conception modifiée des points d'attente sur les voies de circulation D4 et D5, à titre d'essai opérationnel devant commencer au 4^e trimestre de 2020. L'efficacité de la configuration des points d'attente ne peut être évaluée que lorsqu'il y a une utilisation simultanée des pistes du complexe sud. Étant donné que l'activité aérienne a fortement diminué en raison de la COVID-19, il y a actuellement très peu de demandes pour une telle exploitation simultanée des pistes. Par conséquent, la durée de cet essai sera prolongée tout au long de 2021 et peut-être plus longtemps, afin de déterminer si les points d'attente sur d'autres voies de sortie rapide du complexe sud devraient être modifiées de la même façon.

Des marques à la peinture indiquant « Runway Ahead 200ft » ont également été ajoutées sur les voies de circulation D1, D2, D3, D4, D5 adjacentes aux pistes du complexe sud.

Étant donné que l'activité aérienne ne justifie pas l'exploitation simultanée des deux pistes du complexe sud, le risque d'incursion sur la piste 06L/24R d'un aéronef qui atterrit sur la piste 06R/24L est également considérablement réduit et devrait le rester dans un avenir prévisible. Par conséquent, l'examen d'autres changements physiques à la conception de la voie de circulation du complexe sud a été reporté pour le moment.

Mars 2021 : évaluation par le BST de la réponse (attention en partie satisfaisante)

Le BST voit d'un bon œil les progrès qu'effectue l'Autorité aéroportuaire du grand Toronto (AAGT) sur le plan des essais visant à améliorer la perceptibilité, ainsi que le fait que des marques à la peinture indiquant « Runway Ahead 200ft » ont été ajoutées sur plusieurs voies de circulation adjacentes aux pistes du complexe sud. Ces marques devraient contribuer à accroître la perceptibilité des repères visuels dans la zone d'attente.

Le BST reconnaît qu'il y a eu une réduction du risque en raison de la diminution de la demande d'utilisation simultanée des pistes d'atterrissage parallèles rapprochées du complexe sud pendant la pandémie, et comprend la décision de l'AAGT de reporter pour l'instant l'examen de la question.

Bien que l'on reconnaisse que les risques ont été réduits et que les mesures à prendre ont été reportées, à moins que les améliorations prévues ne soient complètement mises en œuvre ou que des solutions de conception physique à plus long terme ne soient analysées et adoptées, la reprise des activités aéroportuaires à une cadence plus habituelle pourrait rétablir, à son degré précédent, le niveau du risque d'incursions sur les pistes du complexe sud.

Par conséquent, le Bureau estime que la réponse à la recommandation A18-07 dénote une **attention en partie satisfaisante**.

Novembre 2021 : réponse de l’Autorité aéroportuaire du Grand Toronto

Comme il a été demandé dans votre correspondance du 3 août 2021, la présente lettre a pour objet de faire le point sur notre plan d’action visant à donner suite à la recommandation A18-07 concernant la piste au complexe sud de l’aéroport international Pearson de Toronto.

En avril 2021, on a entamé un essai opérationnel dans le cadre duquel des dispositifs de points d’attente obliques ont été installés sur les voies de circulation D4 et D5 après des essais exhaustifs et des simulations réelles par des membres de l’équipe locale de sécurité des pistes (LRST).

Depuis le début de l’essai, environ 10 000 aéronefs ont utilisé les dispositifs de points d’attente obliques; les commentaires des équipages de conduite étaient positifs, et il n’y a eu aucune incursion sur piste.

L’Autorité aéroportuaire du Grand Toronto a fait une demande à Transports Canada pour faire installer d’autres dispositifs de points d’attente obliques dans le cadre de la réfection de la piste 06L/24R prévue en 2022.

D’autres changements physiques à la conception de la voie de circulation du complexe sud pourraient être envisagés à l’avenir, une fois l’essai terminé et les résultats évalués.

Mars 2022 : évaluation par le BST de la réponse (attention en partie satisfaisante)

Le Bureau se réjouit de connaître les résultats obtenus lors de l’essai opérationnel en cours de l’Autorité aéroportuaire du Grand Toronto (AAGT) visant à améliorer la perceptibilité sur les voies de circulation D4 et D5 adjacentes aux pistes du complexe sud. Des dispositifs de points d’attente obliques ont été installés sur les voies de circulation D4 et D5 afin d’effectuer un essai opérationnel comprenant des essais exhaustifs et des simulations réelles. Comme le montrent les quelque 10 000 aéronefs qui ont utilisé les nouveaux dispositifs de points d’attente obliques sans une seule incursion sur piste et la demande subséquente de faire installer d’autres dispositifs présentée à Transports Canada, le Bureau est encouragé par les progrès significatifs de l’AAGT et reconnaît la réduction des risques d’incursions sur piste.

Selon l’AAGT, la durée de cet essai sera prolongée tout au long de 2022 et peut-être plus longtemps, afin de déterminer si les positions d’attente sur d’autres voies de sortie rapide pertinentes du complexe sud devraient être modifiées de la même façon. Ainsi, jusqu’à ce que l’essai soit terminé et que les résultats soient évalués, il existe un risque résiduel pour les autres voies de circulation adjacentes aux pistes du complexe sud.

Par conséquent, le Bureau estime que la réponse à la recommandation A18-07 dénote une **attention en partie satisfaisante**.

Réponse et évaluation les plus récentes

Septembre 2022 : réponse de l'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto

Comme il a été demandé dans votre correspondance du 28 juin 2022, la présente lettre a pour objet de faire le point sur notre plan d'action visant à donner suite à la recommandation A18-07 concernant la piste au complexe sud de l'aéroport international Pearson de Toronto¹.

En avril 2021, on a entamé un essai opérationnel dans le cadre duquel des dispositifs de points d'attente obliques ont été installés sur les voies de circulation D4 et D5 après des essais exhaustifs et des simulations réelles par des membres de l'équipe locale de sécurité des pistes (LRST).

Depuis le début de l'essai, environ 29 000 aéronefs ont utilisé les dispositifs de points d'attente obliques; les commentaires des équipages de conduite étaient positifs, et il n'y a eu aucune incursion sur piste.

L'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto a fait une demande à Transports Canada (TC) pour faire installer d'autres dispositifs de points d'attente obliques dans le cadre de la réfection de la piste 06L/24R prévue en 2022. Toutefois, à la suite de discussions avec TC, il a été décidé d'élargir notre essai opérationnel par la reconfiguration de point d'attente sur les voies de circulation D1, D2 et D3. Ces installations comprendront des appareils d'éclairage supplémentaires par rapport aux installations actuelles à ces endroits, et les appareils d'éclairage situés d'un côté de la voie de circulation seront tournés de 30 degrés dans la direction de l'aéronef en cours d'approche.

D'autres changements physiques à la conception de la voie de circulation du complexe sud pourraient être envisagés à l'avenir, une fois l'essai terminé et les résultats évalués.

Février 2023 : évaluation par le BST de la réponse (intention satisfaisante)

Le Bureau se réjouit de connaître les résultats obtenus lors de l'essai opérationnel en cours de l'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto (AAGT) visant à améliorer la perceptibilité sur les voies de circulation D4 et D5 qui relient les pistes du complexe sud. Une conception modifiée des points d'attente a été mise en œuvre sur les voies de circulation D4 et D5 afin d'effectuer un essai opérationnel comprenant des essais exhaustifs et des simulations réelles. Compte tenu des quelque 29 000 aéronefs qui utilisent les nouveaux dispositifs de points d'attente obliques sans qu'il y ait d'incursions sur piste et de l'élargissement de l'essai opérationnel avec la reconfiguration de trois points d'attente sur les voies de circulation D1, D2 et D3, le Bureau est encouragé par les progrès significatifs de l'AAGT et reconnaît la réduction des risques d'incursions sur piste dans ce secteur.

¹ Les réponses présentées sont celles des intervenants du BST dans le cadre de communications écrites et sont reproduites intégralement. Le BST corrige sans indiquer les erreurs typographiques dans le contenu qu'il reproduit, mais utilise des crochets [] pour indiquer d'autres changements ou montrer qu'une partie de la réponse a été omise parce qu'elle n'était pas pertinente.

Toutefois, jusqu'à ce que l'essai soit terminé et que les résultats soient évalués, il existe un risque résiduel d'incursion sur les voies de circulation adjacentes aux pistes du complexe sud subsiste.

Par conséquent, le Bureau estime que la réponse à la recommandation A18-07 dénote une **intention satisfaisante**.

État du dossier

Le BST continuera de surveiller la progression des mesures prises par l'Autorité aéroportuaire du Grand Toronto afin de réduire les risques liés à la lacune de sécurité décrite dans la recommandation A18-07, et il réévaluera cette lacune chaque année ou au besoin.

Le présent dossier est **actif**.