



RÉÉVALUATION DE LA RÉPONSE À LA RECOMMANDATION A08-03 DU BST

Structure verticale de l'espace aérien

Contexte

Le 4 août 2006, deux avions légers sont entrés en collision en vol à proximité de Caledon (Ontario). Les deux avions effectuaient un vol selon les règles de vol à vue (VFR) en espace aérien de classe E, sous l'espace aérien de classe C de la région de contrôle terminal de Toronto. Les trois occupants des appareils ont subi des blessures mortelles. Les deux avions ont été détruits.

La collision en vol s'est produite en espace aérien de classe E où il n'est pas nécessaire de recevoir des autorisations du contrôle de la circulation aérienne (ATC) ou de rester en communication avec un service de contrôle. Dans un tel espace aérien, les comptes rendus de position, les avis de circulation et l'utilisation d'une fréquence commune sur une radio à très haute fréquence (VHF) ne sont pas obligatoires. Les aéronefs ne sont pas tenus d'être équipés d'une radio, d'un transpondeur radar ou d'un système anticollision. Rien n'indique que le comportement des équipages ou qu'un dysfonctionnement mécanique de l'un ou l'autre des avions a joué un rôle dans l'accident.

L'évitement des collisions dans cet espace aérien est fondé uniquement sur le principe voir et éviter. La capacité d'un pilote à repérer visuellement un autre aéronef est influencée par de nombreux facteurs, notamment les limites physiologiques liées aux réactions motrices et au système de vision de l'être humain, les obstacles dans le champ de vision, la perceptibilité des aéronefs, les techniques d'observation des pilotes, la charge de travail et l'avertissement de la présence d'un autre aéronef. Aucun de ces facteurs ne sortait de l'ordinaire dans le présent accident.

Les deux avions accidentés sont un Cessna 172P avec à son bord un instructeur et un élève, ainsi qu'un Cessna 182T avec à son bord le propriétaire de l'appareil. L'un des avions exécutait une descente progressive vers le sud-est, les ailes à l'horizontale. L'autre avion était en vol rectiligne en palier en direction nord. L'angle entre les trajectoires des deux avions était d'environ 120°. Des études ont montré que dans ces circonstances, en tenant compte de la taille, de la vitesse et de l'angle auquel les avions s'approchaient l'un de l'autre, la probabilité réaliste qu'un des avions détecte l'autre était de 25 %, et, en l'absence de détection, l'abordage était inévitable. Comme les deux avions maintenaient un cap constant, les pilotes ne pouvaient pas percevoir de mouvements angulaires relatifs au moyen de leur vision périphérique et voir l'autre avion. Il n'y avait aucun autre moyen d'alerter les pilotes de la présence de l'autre avion.

L'application du principe voir et éviter comme seul moyen de protection n'a pas permis d'éviter le présent abordage et montre le risque résiduel associé au principe voir et éviter non appuyé par un système d'avertissement.

La probabilité que deux avions soient sur une trajectoire de collision dépend essentiellement de la densité du trafic, et le risque d'abordage est proportionnel au carré de la densité du trafic. Le trafic devant contourner l'espace aérien de classe C situé à proximité de l'aéroport international de Toronto/Lester B. Pearson se trouve naturellement concentré dans la périphérie de cet espace. L'élévation dans la région du lieu de l'accident varie de 1400 à 1500 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl). En raison des zones bâties ainsi que des zones sensibles au bruit à proximité, les aéronefs maintiennent habituellement une altitude de 1000 pieds au-dessus du sol (agl) dans ce secteur. Le plancher de l'espace aérien de classe C qui se trouve à proximité est de 2500 pieds asl. Par conséquent, les aéronefs qui ne reçoivent pas d'autorisations de l'ATC doivent maintenir une altitude égale ou inférieure à 2400 pieds asl. Comme l'élévation est de 1400 pieds, que les vols sont effectués à au moins 1000 pieds agl et que le plancher de l'espace aérien de classe C est de 2500 pieds, le trafic se trouve concentré dans le plan vertical à l'unique altitude de 2400 pieds.

Le risque d'abordage peut être réduit en dispersant le trafic latéralement, par exemple par l'établissement d'une structure de routes selon les règles de vol à vue (VFR) prévoyant un espacement latéral entre les aéronefs évoluant dans des directions opposées. Une telle structure de routes devrait être clairement indiquée sur les cartes de région terminale VFR (VTA). Toutefois, cette structure n'éliminerait pas les conflits entre les aéronefs suivant des routes convergentes comme dans le présent accident. Pour éviter les collisions entre les aéronefs suivant des routes convergentes, il faut disperser le trafic dans le plan vertical.

Le Bureau a terminé son enquête. Le rapport d'enquête A06O0206 a été publié le 20 mai 2008.

Recommandation A08-03 du BST (mai 2007)

Des mesures comme une meilleure perceptibilité des aéronefs, la technique d'observation des pilotes et la conscientisation des pilotes au trafic peuvent réduire le risque, mais elles ne peuvent pas surmonter les limites physiologiques sous-jacentes engendrées par le risque résiduel associé au principe voir et éviter non appuyé par un système d'avertissement. La conception actuelle de l'espace aérien de Toronto, à proximité du lieu de l'accident, aboutit à une concentration d'aéronefs dans une tranche d'altitude très étroite, immédiatement sous le plancher de l'espace aérien de classe C et immédiatement à l'extérieur du rayon où le plancher de l'espace aérien de classe C diminue graduellement à l'approche de l'aéroport international de Toronto/Lester B. Pearson. Comme l'élévation est de 1400 pieds asl, que les vols sont effectués à au moins 1000 pieds agl et que le plancher de l'espace aérien de classe C est de 2500 pieds asl, les aéronefs se trouvent concentrés dans le plan vertical à la seule altitude de 2400 pieds asl. Un changement de la structure verticale de l'espace aérien s'avère une des solutions possibles pour réduire la concentration du trafic.

Les données radar de cette zone, recueillies au cours de la période de 10 jours entourant la date de l'accident, indiquent un volume important de trafic VFR sous le plancher de l'espace aérien de classe C, ainsi que plusieurs cas d'aéronefs avec un espacement horizontal d'environ 1500 pieds et un espacement vertical de 200 pieds. Dans cet espace aérien très fréquenté comme dans d'autres, il a été démontré que l'application du principe voir et éviter par les aéronefs VFR pour l'évitement des collisions ne permettait pas toujours d'assurer la sécurité des vols. En conséquence, il existe toujours un risque élevé d'abordage entre les aéronefs VFR qui appliquent le principe voir et éviter dans cet espace aérien.

En conséquence, le Bureau a recommandé que :

le ministère des Transports, en collaboration avec NAV CANADA, prend des mesures pour réduire de façon substantielle le risque de collision entre les aéronefs en vol à vue dans l'espace aérien de classe E près de l'aéroport international de Toronto/Lester B. Pearson.

Recommandation A08-03 du BST

Réponse de Transports Canada à la recommandation A08-03 (septembre 2008)

Le Ministère avait demandé à NAV CANADA de revoir l'architecture de l'espace aérien sous-jacent de la zone de contrôle terminal entourant l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto. Dans le cadre d'une revue approfondie de l'espace aérien du corridor Windsor, Toronto et Montréal, le fournisseur de services de navigation aérienne a soumis une proposition sous la forme d'une étude aéronautique portant sur les mêmes questions que le Bureau a relevées dans son rapport d'enquête aéronautique [A06O0206](#). Même si elle se veut de nature plus générale que les questions touchant l'espace aérien qui sont traitées dans la recommandation, la proposition est à l'étude par Transports Canada. Toutefois, les changements proposés dans l'espace aérien entourant l'aéroport international Lester B. Pearson ont été acceptés.

En termes précis, la superficie de la zone d'exclusion d'espace aérien de classe C qui entoure l'aéroport de Brampton sera plus que doublée, tandis que le plancher de cet espace aérien sera rehaussé pour commencer à plus de 2500 pieds asl entre les arcs de 12 et de 15 milles marins ayant pour centre l'aéroport international Lester B. Pearson. De plus, des routes selon les règles de vol à vue spécialisées et unidirectionnelles, à destination et en provenance de l'aéroport de Brampton, seront établies en fonction de caractéristiques géographiques et planimétriques marquantes et seront publiées. En ce qui concerne l'espace aérien de classe E qui entoure et sous-tend la zone terminale de Toronto qui dessert d'autres aéroports généraux, ainsi que l'accès aux zones de formation au pilotage couramment utilisées, des zones de fréquence commune et des routes spécialisées seront établies.

Vu l'importance des changements envisagés, il est prévu que la mise en œuvre de la structure de l'espace aérien et des procédures d'exploitation aura lieu le 12 mars 2009, de façon à coïncider avec les dates régulières de publication. Dans l'intervalle, un programme de sensibilisation et d'éducation à l'intention de la collectivité de l'aviation générale et récréative continuera d'être amélioré.

Évaluation par le BST de la réponse de Transports Canada à la recommandation A08-03 (février 2010)

La révision de l'espace aérien de la région de Toronto est entrée en vigueur le 12 mars 2009 et elle a été publiée dans le Supplément de vol - Canada ainsi que dans l'édition no 36 de la carte VTA de Toronto. Les modifications importantes sont les suivantes :

- L'espace aérien de classe E est agrandi de 700 pieds agl à 2500 pieds asl inclusivement autour de l'aéroport de Brampton. Auparavant, l'espace aérien de classe E ne comprenait pas l'altitude de 2500 pieds.
- Les limites verticales entre les couches de l'espace aérien autour de l'aéroport international de Toronto/Lester B. Pearson sont modifiées, de sorte que l'altitude de la limite est comprise dans la couche inférieure. Autrement dit, alors que la limite était auparavant à 2500 pieds, l'espace aérien qui est situé sous l'espace aérien de classe C

s'étend à présent jusqu'à 2500 pieds inclusivement, et l'espace aérien de classe C commence au-dessus de 2500 pieds plutôt qu'à cette altitude.

- Quelques nouvelles routes VFR sont représentées, notamment deux routes à sens unique (l'une en éloignement et l'autre en rapprochement) entre l'aéroport de Brampton et des régions au nord-ouest, ainsi que deux routes en direction ouest et une route en direction est commençant au nord de l'aéroport de Brampton et se dirigeant à l'est jusqu'à des points au nord de l'aéroport de Toronto/Buttonville.
- L'espace aérien autour des aéroports du centre-ville de Toronto, de Downsview et de Toronto/Buttonville est réagencé afin d'éliminer de petites bulles d'espace aérien de classe E entre les aéroports de Toronto/Buttonville et du centre-ville de Toronto.
- Trois zones d'utilisation de fréquence commune (CFA) sont mises en place autour de Toronto. Des directives sur l'utilisation des CFA et sur les routes de transit sont publiées au verso de la carte VTA de Toronto.

Ces modifications améliorent la structure de l'espace aérien et ajoutent des directives qui facilitent la circulation du trafic VFR dans l'espace aérien de classe E autour de Toronto. Elles remédient également aux questions soulevées dans l'examen de la sécurité des vols VFR effectués dans l'espace aérien de Toronto en 2001-2002 à la suite d'un abordage précédent⁴. Les modifications représentent donc une amélioration de la sécurité des vols VFR autour de Toronto.

Toutefois, la réponse de Transports Canada ne traite pas des circonstances spécifiques qui sont à l'origine de la recommandation A08-03; plus précisément, comme l'élévation est de 1400 pieds asl, que les vols sont effectués à au moins 1000 pieds agl et que le plancher de l'espace aérien de classe C est de 2500 pieds asl, les aéronefs se trouvent concentrés dans le plan vertical à la seule altitude de 2400 pieds asl. Changer le plancher de l'espace aérien de classe C de 2500 pieds à au-dessus de 2500 pieds ne permet pas une dispersion marquée du trafic VFR dans le plan vertical autour du lieu de l'accident. De plus, les nouvelles routes de transit VFR n'assurent pas l'espacement des aéronefs sur des routes de transit sécantes ni l'espacement du trafic se dirigeant vers le nord (comme un des aéronefs impliqués dans l'accident) ou vers le sud, lequel n'est donc pas sur une route de transit. Le trafic est encore concentré géographiquement et dans le plan vertical, ce qui veut dire qu'un risque d'abordage subsiste entre les aéronefs exploités selon le principe VFR voir et éviter.

Puisque les mesures prévues par Transports Canada amélioreront la sécurité des vols VFR dans la région de Toronto, mais ne permettront ni de réduire considérablement, ni d'éliminer la lacune soulevée dans la recommandation A08-03, le Bureau estime qu'une **attention en partie satisfaisante** a été accordée à cette lacune.

Réponse de Transports Canada à la recommandation A08-03 (janvier 2011)

La Circulaire d'information aéronautique 3/09 a été annulée le 11 mars 2010. Tous les changements dans l'espace aérien près de l'aéroport international de Toronto/Lester B. Pearson décrits dans la Circulaire 3/09 ont été intégrés dans toutes les éditions des cartes VNC et VTA de Toronto à compter de janvier 2009.

TC est satisfait des mesures qu'a prises NAV CANADA pour régler ce problème de sécurité et il estime que le dossier de cette recommandation est clos.

TC continue de surveiller les opérations VFR autour de Toronto.

Réévaluation par le BST de la réponse de Transports Canada à la recommandation A08-03 (mars 2011)

Les changements dans l'espace aérien près de l'aéroport international de Toronto/Lester B. Pearson ont été intégrés dans les cartes VNC et VTA de Toronto avant l'évaluation précédente, et il était alors reconnu qu'ils constituaient une amélioration à la sécurité des opérations VFR autour de Toronto. Cependant, ces changements ne concernaient pas les circonstances particulières qui ont mené à la recommandation A08-03. Le changement mineur du plancher de l'espace aérien de classe C de « 2500 pieds » à « au-dessus de 2500 pieds » n'a pas permis une dispersion marquée du trafic VFR dans le plan vertical autour du lieu de l'accident, et les nouvelles routes de transit VFR n'ont pas permis d'assurer l'espacement des aéronefs sur les routes permettant d'entrer à Brampton et d'en sortir, ainsi que sur les routes de transit sécantes. Le trafic était encore concentré géographiquement et dans le plan vertical, ce qui veut dire qu'un risque d'abordage subsistait entre les aéronefs exploités selon le principe VFR « voir et éviter ». Par conséquent, on a conclu que le risque mentionné dans la recommandation A08-03 du Bureau n'avait été ni éliminé ni réduit considérablement.

La réponse de janvier 2011 implique que Transports Canada a conclu que les mesures prises par NAV CANADA ont maintenant éliminé le risque résiduel, mais aucune mesure additionnelle n'a été prise depuis l'évaluation précédente. Aucun renseignement n'est fourni pour indiquer les effets que les changements dans l'espace aérien ont eu sur le mouvement du trafic aérien autour de Toronto en général ou, plus particulièrement, sur la concentration du trafic à l'endroit concerné. Il n'y a présentation d'aucun facteur objectif ni d'aucune mesure quantitative par lesquels évaluer la concentration du trafic, le risque de collision résultant ou le degré de changement ou d'amélioration actuel ou à venir alors que TC continue de surveiller les opérations VFR autour de Toronto.

Dans sa plus récente réponse, TC mentionne qu'il prévoit surveiller les opérations VFR autour de Toronto et il estime que le dossier de cette recommandation est clos. Comme aucune mesure supplémentaire n'a été prise ni proposée pour réduire considérablement ou éliminer la lacune mentionnée dans la recommandation A08-03 du Bureau, ce dernier estime toujours qu'une **attention en partie satisfaisante** a été accordée à cette lacune.

Révision par le BST de l'état du dossier de la recommandation A08-03 (juin 2018)

Le Bureau a demandé que la recommandation A08-03 soit révisée pour déterminer si l'état du dossier de lacune est approprié. Après une évaluation initiale, il a été décidé que la lacune de sécurité soulevée dans la recommandation A08-03 devait être réévaluée.

Une demande de renseignements supplémentaires a été transmise à Transports Canada, dont la réponse donnera lieu à une réévaluation du dossier.

Par conséquent, le Bureau estime que la réponse demeure **en partie satisfaisante**.

Par conséquent, le Bureau change l'état de la recommandation A08-03 pour **actif**.

Réponse de Transports Canada à la recommandation A08-03 (novembre 2018)

TC est d'accord avec cette recommandation.

À la suite de cette recommandation du BST, une structure révisée de l'espace aérien de Toronto a été publiée le 12 mars 2009 dans la circulaire d'information aéronautique 3/09. Une récente analyse statistique des événements de proximité d'avions, de perte d'espacement, de quasi-abordage et d'abordage dans la région de Toronto a révélé que le nombre d'incidents et d'accidents avait chuté à zéro depuis la mise en œuvre de la structure révisée.

Étant donné l'information supplémentaire fournie par la circulaire d'information aéronautique 3/09, et les mesures prises par rapport à la présente recommandation, TC estime que cette recommandation peut être fermée.

Réévaluation par le BST de la réponse de Transports Canada à la recommandation A08-03 (mars 2019)

En 2009, à la suite de la publication de la recommandation A08-03, NAV CANADA a revu l'architecture de l'espace aérien sous-jacent de la zone de contrôle terminal entourant l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto. Transports Canada (TC) a accepté ces changements et les a publiés dans le *Supplément de vol - Canada* de même que sur la carte aéronautique de navigation VFR (VNC) et la carte de région terminale VFR (VTA) pour Toronto. Les modifications étaient les suivantes :

- agrandissement de l'espace aérien de classe E à partir de 700 pieds au-dessus du niveau du sol jusqu'à 2500 pieds au-dessus du niveau du sol inclusivement autour de l'aéroport de Brampton;
- modification des limites verticales entre les couches de l'espace aérien autour de l'aéroport international de Toronto/Lester B. Pearson de sorte que l'altitude de la limite soit comprise dans la couche inférieure; l'espace aérien de classe C commence désormais au-dessus de 2500 pieds plutôt qu'à 2500 pieds;
- représentation de nouvelles routes VFR;
- réagencement de l'espace aérien pour éliminer de petites bulles d'espace aérien de classe E entre les aéroports de Toronto/Buttontville et du centre-ville de Toronto;
- mise en place de trois zones d'utilisation de fréquence commune (CFA) autour de Toronto.

Les modifications apportées à la dispersion du trafic dans le plan vertical, en particulier la modification du plancher de l'espace aérien de classe C, étaient relativement mineures et ont d'abord été perçues par le BST comme ne réduisant pas de façon significative les risques associés à la lacune de sécurité soulevée dans la recommandation A08-03. Toutefois, une récente analyse statistique a montré que les autres modifications, incluant la mise en place de plusieurs routes VFR à sens unique et l'établissement de zones d'utilisation de fréquence commune, ont considérablement réduit le risque de collision entre avions volant selon les règles de vol à vue dans l'espace aérien de classe E autour de l'aéroport international de Toronto/Lester B. Pearson.

Par conséquent, le Bureau estime que la réponse à la recommandation A08-03 dénote une **attention entièrement satisfaisante**.

Le présent dossier est **fermé**.