

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR
UN INCIDENT AÉRONAUTIQUE
A01W0144

PERTE D'ESPACEMENT

ENTRE LE BŒING 737-200 C-GCPM
D'AIR CANADA
ET
LE BŒING 737-200 C-GCPV
D'AIR CANADA
5 NM À L'OUEST D'EMPRESS (ALBERTA)
15 JUIN 2001

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

Rapport d'enquête sur un incident aéronautique

Perte d'espacement

entre le Bœ ing 737-200 C-GCPM
d'Air Canada

et

le Bœ ing 737-200 C-GCPV
d'Air Canada

5 nm à l'ouest d'Empress (Alberta)

15 juin 2001

Rapport n° A01W0144

Sommaire

Il s'est produit une perte d'espacement entre deux avions à proximité du VOR (radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence) d'Empress. Le Bœ ing 737-200 du vol 3696 d'Air Canada (ACA3696) avait décollé de Calgary (Alberta) et faisait route vers l'est à destination de Winnipeg (Manitoba) au niveau de vol (FL) 330 et il se dirigeait vers le VOR d'Empress. Le Bœ ing 737-200 du vol 3627 d'Air Canada (ACA3627) avait décollé de Winnipeg et faisait route vers l'ouest à destination de Vancouver (Colombie-Britannique) au FL330 lorsqu'il a dû dévier au nord de la route prévue en raison du mauvais temps. Les deux avions se trouvaient près du VOR d'Empress lorsque ACA3627 a reçu l'autorisation de se diriger, dès qu'il le pourrait, vers le VOR de Calgary. ACA3627 a accusé réception de l'autorisation, mais il a viré vers le VOR d'Empress, qui n'était pas sur la route vers Calgary. Environ quatre minutes plus tard, le contrôleur du secteur Alsask a avisé ACA3627 de virer à droite pour éviter un aéronef. L'équipage d'ACA3627 a répondu et il a annoncé qu'il descendait conformément à un avis de résolution (RA) que lui donnait son système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions (TCAS). Au même moment, l'équipage de conduite d'ACA3696, qui avait vu ACA3627 qui se rapprochait de la gauche au même niveau de vol, a amorcé un léger virage vers la droite, puis il a reçu de son TCAS un RA de grimper. Plutôt que de grimper, l'équipage d'ACA3696 a augmenté l'angle d'inclinaison de son virage jusqu'à 45 degrés et l'avion a subi des tremblements. Pour contrer ces tremblements, l'équipage a amorcé une descente et il a avisé le contrôle de la circulation aérienne (ATC) qu'il descendait en réponse à un RA du TCAS. L'équipage de conduite a interrompu la descente après 300 pieds, a remis les ailes de niveau et a remonté jusqu'au FL330. Au cours de la manœuvre, un agent de bord et deux passagers ont été légèrement blessés.

This report is also available in English

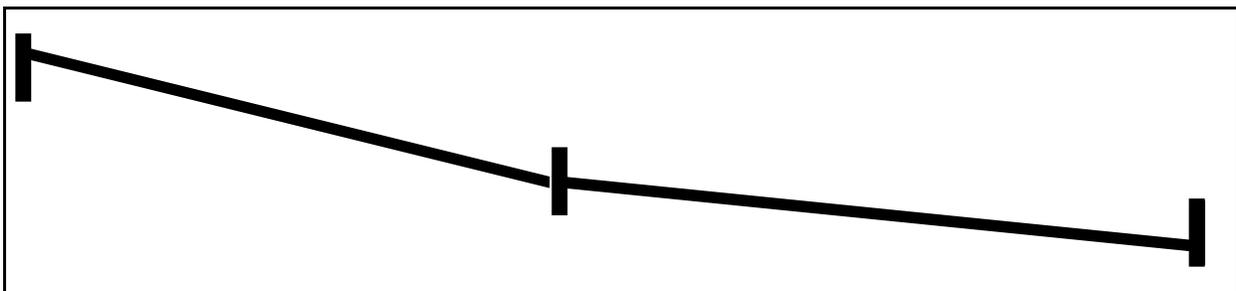
Autres renseignements de base

Le vol ACA3627 se dirigeait vers l'ouest entre Winnipeg (Manitoba) et Regina (Saskatchewan) lorsque l'équipage a demandé l'autorisation de dévier au nord de sa route assignée à cause du mauvais temps. Dans le but de satisfaire à cette demande, l'ATC a demandé à l'équipage s'il pourrait passer du FL310 au FL350. En raison de la masse élevée de l'avion, ACA3627 a répondu qu'il ne pouvait accepter le FL350; l'ATC a offert le FL330 et l'équipage a accepté.

Le FL330 était une altitude non appropriée à la direction du vol. Un contrôleur peut assigner une altitude non appropriée à la direction du vol dans les circonstances stipulées à la Section 432 du *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne* (MANOPS ATC) de Nav Canada. Dans le cas présent, le contrôleur ne pouvait appliquer un espacement latéral à cause du mauvais temps, ni un espacement vertical à cause des limitations de performances d'ACA3627. Les unités et les secteurs intéressés ont approuvé l'altitude à laquelle l'avion allait évoluer, et les marques nécessaires ont été placées sur les fiches de progression de vol.

Au moment de l'incident, le premier officier d'ACA3627 s'informait des conditions météorologiques à destination auprès du centre de régulation des vols d'Air Canada à Calgary à l'aide de la radio à très haute fréquence (VHF) n° 2. En raison de la mauvaise qualité de réception, le premier officier avait été forcé de couper le réglage silencieux, ce qui avait eu pour conséquence d'augmenter le bruit de fond dans ses écouteurs. Par conséquent, le premier officier ne pouvait entendre aucune communication en provenance de l'ATC sur la radio VHF n° 1. Le commandant de bord était donc le seul membre de l'équipage de conduite en mesure de recevoir et d'exécuter l'autorisation de se diriger vers le VOR (radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence) de Calgary. Le Boeing 737 d'Air Canada, à l'instar de plusieurs appareils plus anciens, n'était pas équipé d'un système embarqué de communications, d'adressage et de compte rendu (ACARS) sur réseau ARINC. Un tel système permet à l'équipage de conduite de recevoir des messages sous forme de textes comme les conditions météorologiques, les renseignements à l'arrivée, et les données de masse et centrage en provenance du centre d'exploitation de la compagnie par l'intermédiaire d'un service de liaison de données plutôt que par communications vocales. Le système lui permet également d'envoyer des messages.

Le commandant de bord d'ACA3627 a accusé réception de l'autorisation (instruction) de se diriger vers le VOR de Calgary dès que possible, mais il ne l'a pas relue. En vertu de l'article 602.31 du *Règlement de*



L'aviation

canadien (RAC) et de la section 1.7 des Règles de l'air (RAC) de la *Publication d'information aéronautique* (AIP), un pilote n'est tenu d'accuser réception que d'une instruction de l'ATC. Toutefois, le *MANOPS ATC* stipule que le contrôleur doit obtenir du pilote une relecture des instructions qu'il lui donne. Toutes les autorisations que l'ATC donne à un aéronef en vol doivent être relues par l'équipage de ce dernier. Le contrôleur n'a pas demandé à l'équipage de relire l'instruction de se diriger vers le VOR de Calgary. Environ quatre minutes après qu'il eut émis l'autorisation à ACA3627, le contrôleur a remarqué qu'ACA3627 virait en direction du VOR d'Empress. Au cours de cette période, le contrôleur a effectué 26 communications avec cinq aéronefs différents et avec deux contrôleurs de secteur. Lorsque le contrôleur a remarqué l'écart de

route, la distance entre les deux avions avait diminué à cinq milles marins. Le contrôleur a demandé à ACA3627 vers quel VOR il se dirigeait, et il a demandé à l'équipage de virer vers la droite pour éviter le trafic. Pendant cette communication, ACA3627 et ACA3696 ont reçu un RA de leur TCAS respectif.

Plus tôt au cours du vol, le contrôleur de l'ACC de Winnipeg avait autorisé ACA3627 à se diriger directement vers Calgary. L'analyse des données radar enregistrées a révélé que l'avion a alors viré en direction du VOR d'Empress. Le contrôleur a interprété cette manœuvre comme voulant dire que l'avion ne recevait pas encore de données de guidage en provenance du VOR de Calgary et il a fourni des vecteurs radar au vol.

Le Boeing 737, du vol ACA3696, se dirigeait vers l'est au FL330 à la vitesse de Mach 0,74, et l'ATC avait informé l'équipage des conditions météorologiques qui régnaient à l'est de leur position. L'équipage de conduite a consulté les graphiques de *Capacité d'altitude et de manœuvre* de l'avion afin de déterminer les performances de l'appareil aux altitudes supérieures. La masse de capacité de manœuvre est la masse à laquelle l'avion peut maintenir une accélération positive (supérieure à 1 G) sans que survienne un décrochage aérodynamique. Selon les graphiques, la masse maximale pour une accélération de 1,4 G était de 112 000 livres, et pour une manœuvre de 1,6 G, la masse maximale était de 105 000 livres. La masse estimée d'ACA3696 au moment de l'incident était de 106 300 livres.

Lors de cette enquête, on n'a pas analysé l'enregistreur de données de vol d'ACA3696. L'équipage de conduite s'est rappelé avoir commandé un angle d'inclinaison d'au moins 45 degrés lors de la manœuvre d'évitement entreprise après avoir reçu le RA du TCAS. Le premier officier a maintenu cet angle d'inclinaison jusqu'à ce que le commandant de bord demande une descente en réponse aux tremblements. En vol en palier, un virage avec une inclinaison de 45 degrés peut engendrer une accélération pouvant atteindre 1,4 G, et un virage avec une inclinaison de 48 degrés, 1,6 G. L'avion a subi des tremblements au cours de la manœuvre. On a remarqué que ces tremblements rappelaient beaucoup les tremblements de compressibilité à nombre de Mach élevé et étaient très différents de ceux causés par de la turbulence.

Les deux avions étaient équipés de transpondeurs en Mode S et d'un TCAS II en état de marche. Ce système est conçu de manière à donner des commandements opposés à chaque appareil dans les RA de leur TCAS respectif. Dans le présent incident, ACA3696 a reçu un avis de grimper et ACA3627 un avis de descendre. ACA3696 a viré et est descendu, tandis qu'ACA3627 est descendu droit devant.

L'équipage de conduite d'ACA3696 avait suivi des formations théoriques initiale et périodiques sur le TCAS sous la forme d'un apprentissage assisté par ordinateur et de questions récapitulatives basées sur le manuel du modèle de TCAS installé dans le 737. Le paragraphe 725.124(9) des normes du RAC stipule que pour un programme de formation de niveau A, la formation relative aux procédures d'utilisation normalisées du TCAS dans les situations normales, anormales et d'urgence doit être dispensée dans un simulateur de vol approuvé lorsqu'un tel simulateur est disponible. La rubrique RAC 12.15.4 de l'AIP renvoie aux exigences de Transports Canada relatives aux exploitants canadiens qui utilisent un système TCAS / ACAS II. Ces exigences et ces normes sont stipulées dans la circulaire d'information n° AC120-55A de la *Federal Aviation Administration* des États-Unis, telle que modifiée. La circulaire précise que les formations initiale et périodiques devraient comprendre des entraînements aux manœuvres. Ce type d'entraînement peut être dispensé dans un simulateur de vol convenablement équipé ou à l'aide d'un programme d'apprentissage assisté par ordinateur approuvé.

Le profil de formation d'Air Canada pour le programme de simulateur du 737 stipule que les manœuvres RA du TCAS doivent être exécutées à toutes les troisièmes séances de formation. L'entraînement en simulateur est le principal moyen de formation; toutefois, afin de couvrir certains points spécifiques, on peut également recourir à des questions écrites, des exposés magistraux, de la formation assistée par ordinateur ou des présentations sur vidéo en remplacement du simulateur ou de concert avec la formation en simulateur. Ces séances de formation sont distancées d'au plus six mois. Air Canada possède deux simulateurs de 737 qui sont approuvés par Transports Canada pour dispenser la formation. Le simulateur de Toronto (Ontario) n'est pas

équipé d'instruments de TCAS et par conséquent les équipages de conduite basés à cet endroit ne reçoivent pas d'entraînement aux manœuvres de TCAS. Le simulateur de Vancouver, par contre, est équipé d'un TCAS et, grâce à une certaine coordination avec les techniciens du simulateur, lorsqu'ils sont disponibles, il peut offrir des simulations de TCAS réalistes. L'équipage de conduite d'ACA3696 s'est entraîné principalement à Toronto et n'avait reçu aucun entraînement pratique aux manœuvres de vol de TCAS dans un simulateur de vol, la norme de formation ne l'exigeant pas.

Au moment de l'incident, les effectifs présents à la spécialité en route de Calgary étaient conformes à la politique de l'unité. Le superviseur assurait le contrôle pendant l'incident, et on a décrit l'intensité du trafic dans le secteur Alsask comme étant modérée. Le contrôleur s'occupait seul du secteur Alsask, sans contrôleur de données, et il se trouvait à la console depuis environ une heure au moment de l'incident. Le contrôleur était conscient du risque de conflit entre les deux vols d'Air Canada, mais il avait prévu qu'il y aurait un espacement latéral suffisant entre les deux. L'autorisation donnée à ACA3627 de se diriger directement vers le VOR de Calgary aurait normalement assuré un espacement latéral d'au moins 20 nm entre les deux avions, alors que la norme demandait un espacement de 5 milles marins.

Le 31 août 2000, le BST a recommandé (A00-15) que Nav Canada s'engage, en précisant une date, à installer et à faire fonctionner un système automatique d'alerte et de prévision de conflit dans toutes les unités de contrôle de la circulation aérienne au Canada, dans le but de diminuer les risques de collision en vol. Nav Canada a amorcé l'essai d'un système d'alerte et de prévision de conflit pour l'ATC le 31 mars 2001 à l'ACC de Toronto. Des difficultés techniques l'ont toutefois obligé de suspendre l'opération, qui devrait reprendre au début de mars 2002.

Analyse

Il a été impossible de déterminer pourquoi le commandant de bord d'ACA3627 a viré en direction du mauvais VOR. Le premier officier étant retiré de la situation pendant qu'il obtenait les conditions météorologiques à l'aide de la deuxième radio VHF, l'équipage était privé de la capacité de vérifier les autorisations ATC, opération qui constitue normalement un moyen de défense efficace contre toute erreur d'interprétation des communications ATC de la part d'un des pilotes. Le pilote aux commandes ne s'est pas assuré que la fréquence de l'aide à la navigation qu'il a sélectionnée avant de virer vers ce qu'il croyait être la route directe vers Calgary était réellement la fréquence du VOR de Calgary. Le pilote avait commis la même erreur plus tôt dans le vol lorsqu'il avait permis à l'avion de virer vers le VOR d'Empress plutôt que sur la route autorisée vers Calgary. Le contrôleur avait constaté la première erreur du pilote, mais il avait cru à ce moment-là qu'elle était attribuable à une mauvaise réception du signal de l'aide à la navigation plutôt qu'à la sélection d'une mauvaise fréquence. On a ensuite fourni des vecteurs radar à ACA3627 pour s'assurer qu'il demeure bien au nord de la route d'ACA3696.

L'ACARS permet aux deux pilotes de l'avion de recevoir ou d'envoyer de l'information tout en utilisant la même fréquence vocale. ACA3627 n'était pas équipé d'un ACARS, ce qui n'est pas exceptionnel. Toutefois, le fait de ne pas posséder un ACARS supprime l'élément de redondance des deux pilotes qui vérifient l'autorisation appropriée et les réglages de l'équipement de navigation.

Le commandant de bord d'ACA3627 n'a pas relu l'autorisation de l'ATC et le contrôleur ne lui a pas demandé de le faire, ce qui a éliminé un autre moyen de défense efficace contre les erreurs de communication.

Après avoir émis l'autorisation à ACA3627, le contrôleur a effectué plusieurs communications qui ont accaparé presque toute son attention. En plus de ses fonctions de contrôle et de surveillance des vols, le contrôleur radar devait également s'occuper de tâches qui auraient pu être assumées par un contrôleur de données. Cette charge de travail supplémentaire a peut-être empêché le contrôleur de s'assurer que l'avion

s'était bien conformé à l'instruction de se diriger directement vers Calgary et de remarquer immédiatement l'écart de route vers le VOR d'Empress. Un dispositif d'alerte de conflit intégré à l'affichage de la situation radar aurait fourni un moyen de défense efficace au cours de cette période de surcharge de travail.

L'équipage d'ACA3696 était conscient de la réduction d'espacement qui se produisait et il a amorcé un virage de prévention vers la droite afin d'augmenter la distance par rapport à l'aéronef intrus. Le commandant de bord n'a pas suivi le RA du TCAS qui lui conseillait de grimper, mais il a plutôt commandé une augmentation de l'angle d'inclinaison de l'avion, car ce dernier avait déjà amorcé un virage qui l'éloignait de l'aéronef intrus. Étant donné la masse élevée de l'avion et la charge aérodynamique dans le virage, l'avion a éprouvé l'amorce d'un décrochage aérodynamique qui s'est manifesté par des tremblements. Ces tremblements, de concert avec la descente amorcée par l'équipage de conduite, ont fait perdre pied à certains passagers et à un membre de l'équipage de cabine qui ont heurté le plafond et le plancher de la cabine.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. ACA3627 a viré vers le VOR d'Empress plutôt que vers le VOR de Calgary conformément à son autorisation parce que le commandant de bord ne s'est pas assuré qu'il avait sélectionné la bonne installation de navigation. ACA3627 s'est par conséquent dirigé directement vers ACA3696, qui se trouvait à la même altitude, ce qui a compromis la sécurité du vol.
2. À cause d'une charge de travail momentanément élevée, le contrôleur n'a pas été en mesure de surveiller son plan d'espacement et, par conséquent, il n'a pas détecté à temps le fait qu'ACA3627 avait dévié de sa route prévue.

Faits établis quant aux risques

1. La décision du commandant de bord d'ACA3696 d'accentuer le virage et ensuite de descendre en réaction aux tremblements aérodynamiques, plutôt que de suivre l'instruction de monter fournie par le RA du TCAS, a augmenté le risque d'une collision en vol avec ACA3627, qui était également en descente conformément au RA coordonné du TCAS.
2. Le simulateur de 737 de Toronto n'est pas équipé de TCAS. L'équipage de conduite d'ACA3696 avait reçu son entraînement dans ce simulateur et il n'avait donc pas eu l'occasion d'appliquer ses connaissances théoriques du TCAS en simulant des manœuvres d'évitement.
3. ACA3627 avait été autorisé à évoluer à une altitude non appropriée à la direction du vol, ce qui l'avait placé au même niveau de vol qu'ACA3696.
4. Le commandant de bord d'ACA3627 n'a pas relu l'autorisation de l'ATC de se diriger vers le VOR de Calgary, et le contrôleur ne lui a pas demandé de le faire; cette double omission a éliminé un bon moyen de défense contre les erreurs de communication.
5. Les dispositifs d'affichage de situation radar de Nav Canada ne sont pas équipés d'un logiciel d'alerte de conflit.

Mesures de sécurité

Le 19 octobre 2001, le BST a fait parvenir à Air Canada la lettre d'information sur la sécurité aérienne A010032-1 concernant l'absence d'entraînement pratique avec le système de surveillance du trafic et d'évitement des collisions pour ses équipages de conduite formés à Toronto.

Nav Canada procédera à des essais opérationnels de la plus récente version du logiciel d'alerte de conflit à l'ACC de Moncton à partir de mars 2002.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet incident. Le Bureau a autorisé sa publication le 4 mars 2002.

Annexe A – Schéma de l'espace aérien

Légende française

Responsabilité du contrôleur à l'intérieur du bloc terminal (TS) 6 000 pi et au-dessus - Départ (DP) 5 000 pi et au-dessous

Mise en palier du vol Air Canada 411 à 5 200 pi, contrôlé par DP

C-FJJC à 6 600 pi en descente à 6 000 pi, contrôlé par TS

Aéroport international de Montréal (Dorval)

Repre d'approche finale sur le prolongement de l'axe de piste

Positions des avions quelque 10 secondes après l'avis de circulation du TCAS

