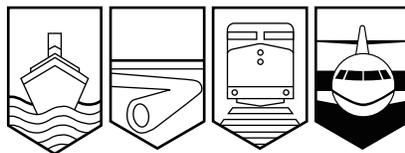


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A02C0079



RISQUE DE COLLISION

**À 50 NM À L'EST DE SASKATOON (SASKATCHEWAN)
METTANT EN CAUSE LE CENTRE DE CONTRÔLE RÉGIONAL
DE WINNIPEG (SECTEUR PRINCE ALBERT) DE NAV CANADA
LE 25 AVRIL 2002**

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement 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 aéronautique

Risque de collision

à 50 nm à l'est de Saskatoon (Saskatchewan)
mettant en cause le centre de contrôle régional
de Winnipeg (secteur Prince Albert) de Nav Canada
le 25 avril 2002

Rapport numéro A02C0079

Sommaire

Le Boeing 747-200 de Korean Airlines (KAL231) effectue un vol entre Anchorage (Alaska) et Chicago (Illinois). Le Boeing 747-400 de British Airways (BAW284) effectue un vol entre San Francisco (Californie) et Londres, en Angleterre. Les deux appareils se trouvent au niveau de vol (FL) 330 et leurs trajectoires de vol prévues vont se croiser à environ 63 milles marins (nm) à l'est de Saskatoon (Saskatchewan). Ils sont censés atteindre le point d'intersection quasiment en même temps. Vers 21 h 30, heure locale, alors que les avions se trouvent tous les deux à environ 10 nm du point d'intersection, le contrôleur du secteur de Prince Albert se rend compte qu'un conflit est imminent. Le contrôleur de Prince Albert demande à KAL231 son cap et lui ordonne de virer à gauche et de descendre au FL310. Après que l'équipage de KAL231 accuse réception des instructions, le contrôleur demande à BAW284 son cap, puis lui ordonne de virer à droite immédiatement. L'équipage de KAL231 demande ensuite des précisions sur les instructions de descente et reçoit l'ordre de descendre immédiatement. Les équipages des deux appareils se conforment alors aux instructions. L'espacement minimal entre les deux appareils au cours des manoeuvres a été réduit à presque 7,9 nm sur le plan horizontal et à 700 pieds sur le plan vertical. L'espacement obligatoire de 5 nm a été respecté, mais il n'y a pas eu d'espacement prévu entre KAL231 et BAW284, et la sécurité n'a pas été assurée durant l'incident.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Le secteur de Prince Albert (PA) est l'un des trois secteurs de l'espace aérien supérieur de la sous-unité de la Saskatchewan au centre de contrôle régional (ACC) de Winnipeg (Manitoba). Il y avait un contrôleur en poste au secteur, ce qui est considéré comme suffisant conformément au nombre de postes établi par Nav Canada pour un volume de trafic léger à modéré dans le secteur. Il y avait 12 fiches de progression de vol sur le râtelier du secteur à 21 h 31, heure avancée du Centre (HAC)¹, heure de l'incident. Un superviseur était de service, mais il n'était pas dans la salle de contrôle au moment de l'incident, car il faisait une pause prévue à l'horaire. Le contrôleur avait commencé son quart de travail à 15 h 15 et il avait pris le secteur PA en charge à 20 h 54.

La partie nord du secteur PA est une zone de transition pour les minimums réduits d'espacement vertical (RVSM) qui avaient été mis en oeuvre trois semaines avant l'incident. Les appareils certifiés pour les opérations RVSM étaient identifiés par une annotation sur leur fiche de progression de vol ainsi et par un symbole sur la cible radar.

Les contrôleurs examinent les fiches de progression de vol à la recherche de conflit lorsqu'ils reçoivent une estimée initiale d'un autre secteur pour un nouvel appareil. L'estimée initiale indique au contrôleur qu'il doit commencer la séquence de prédiction de conflits; il doit alors rechercher les appareils qui se trouvent sur des trajectoires sécantes et à des altitudes conflictuelles, identifier les points de conflit potentiel pour ces appareils et comparer les estimées d'arrivée à ces points de conflit. Ce processus est répété jusqu'à ce que tous les conflits potentiels soient écartés. Si un appareil s'apprête à pénétrer dans la zone de transition RVSM, le contrôleur doit aussi différencier les appareils RVSM de ceux qui ne le sont pas. Si un conflit potentiel est identifié mais qu'il ne peut être résolu immédiatement, alors les fiches de progression de vol des deux appareils sont marquées d'un « W » rouge avant d'être placées dans la section active du râtelier du secteur. Cette méthode permet de rappeler au contrôleur qu'il doit surveiller le conflit et corriger la situation plus tard.

Le paragraphe 901.3 de la Partie 9, Rédaction des fiches de progression de vol, du *Manuel d'exploitation - Contrôle de la circulation aérienne* (MANOPS ATC), contient la note suivante :

Le but visé est d'afficher chaque fiche décrivant la route de vol de l'aéronef sous l'indicatif du point de repère le plus convenable, pour que les situations potentielles de conflit puissent être constatées et évaluées avec précision.

La prolifération des routes aléatoires a fait augmenter considérablement le nombre de points d'intersection possibles, et l'introduction d'indicatifs de point de repère (en-têtes) pour chacun de ces points était considérée trop compliquée. Les fiches ont été regroupées sous un seul en-tête pour réduire la tâche de mise à jour des fiches de progression de vol et ainsi alléger la charge de travail du contrôleur. Même si le râtelier du secteur PA possède un certain nombre d'indicatifs de point de repère (en-têtes) sous lesquels les fiches de progression de vol peuvent être placées, toutes les fiches du secteur étaient habituellement placées sous l'en-tête Saskatoon.

¹ Les heures sont exprimées en HAC (temps universel coordonné [UTC] moins cinq heures), sauf indication contraire.

Comme il n'y avait qu'un seul en-tête, le contrôleur devait examiner les 12 fiches de progression de vol pour identifier les conflits potentiels, cependant le contrôleur n'a pas terminé cette tâche pour le Boeing 747-400 de British Airways (BAW284) et le Boeing 747-200 de Korean Airlines (KAL231)

À 20 h 54, lorsque le contrôleur prend en charge le contrôle du secteur PA, la fiche de progression de vol de KAL231 est déjà sur le râtelier sous l'en-tête Saskatoon. KAL231 doit se diriger vers l'est et traverser le secteur au FL330, et il doit atteindre la limite ouest du secteur PA à 21 h 12 et Saskatoon à 21 h 27.

Vers 20 h 56, le contrôleur du secteur PA reçoit une estimée selon laquelle BAW284 va croiser l'intersection YOUNG à 21 h 31 au FL330. Il place ensuite la fiche de progression de vol de BAW284 sous l'en-tête Saskatoon. L'intersection YOUNG, à 63 milles marins (nm) à l'est de Saskatoon, est le point de conflit des trajectoires de KAL231 et de BAW284. Le contrôleur n'estime pas l'arrivée de KAL231 à l'intersection YOUNG. Le contrôleur du secteur PA commence à examiner les fiches à la recherche de conflit entre BAW284 et d'autres appareils, mais avant d'avoir pu terminer cette tâche, il doit accepter le transfert d'un autre appareil. Le contrôleur ne met pas en évidence la fiche de progression de vol pour indiquer que la recherche de conflit avec BAW284 n'est pas terminée. Le contrôleur du secteur PA s'occupe ensuite de la reprogrammation des préférences préétablies sur l'écran radar de situation (RSiT); celles-ci avaient été effacées au cours de la mise à jour d'un logiciel effectuée le soir précédent².

Le contrôleur du secteur PA ne reprend pas sa recherche de conflit entre BAW284 et d'autres appareils dans le secteur PA et il ne se rend pas compte que KAL231 et BAW284 vont atteindre l'intersection YOUNG au même moment et à la même altitude. Par conséquent, les fiches de progression de vol des deux appareils ne sont pas marquées d'un « W » rouge pour signaler l'existence d'un conflit, et rien d'autre n'attire l'attention du contrôleur sur ces appareils.

À 21 h 11, le contrôleur du secteur PA communique par radio avec KAL231 et il détermine qu'il n'y a pas de trafic en conflit aux abords immédiats de l'avion. Au cours des 13 minutes qui suivent, le contrôleur du secteur PA coordonne les mouvements de 9 appareils et prend part à un échange de trois minutes avec le vol 129 d'Air Canada en réponse à une demande concernant le pointage d'une partie éliminatoire de hockey. À 21 h 24, le contrôleur du secteur PA prend en charge le contrôle de BAW284 et établit le contact radio avec l'équipage de conduite. Il n'y a aucun trafic en conflit aux abords immédiats de BAW284.

À 21 h 26, KAL231 survole la balise de Saskatoon (voir l'annexe A). Le contrôleur estime l'arrivée de KAL231 au repère Yorkton à 21 h 44. Il effectue ensuite d'autres tâches qui ont rapport à trois autres appareils. Il ne vérifie pas s'il existe un conflit entre KAL231 et d'autres appareils.

À 21 h 30, alors que KAL231 se trouve à 18 nm au nord-ouest de BAW284, le contrôleur du secteur PA examine l'écran radar et décèle un conflit entre les deux avions. Il communique avec KAL231 à 21 h 30 min 23 s, détermine que l'avion suit un cap de 096°M et ordonne immédiatement à KAL231 de virer à gauche au cap 060°M et de descendre au FL310. Le contrôleur communique ensuite avec BAW284, détermine que l'avion suit un cap de 025°M et ordonne à BAW284 de virer à droite au cap 050°M. Les données radar indiquent que KAL231 a effectué un virage à gauche à 21 h 30 min 57 s et que BAW284 a effectué un virage à droite à

² Les contrôleurs utilisent des éléments préétablis pour configurer rapidement un écran radar selon leurs préférences.

21 h 31 min 17 s. Cependant, KAL231 n'a amorcé la descente qu'après avoir reçu une seconde instruction de la part du contrôleur du secteur PA quelque 23 secondes après la première instruction.

L'écran RSiT possède des outils logiciels permettant de déterminer si un conflit risque de se produire entre deux ou plusieurs cibles radar. Le contrôleur du secteur PA utilisait couramment ces outils, mais ceux-ci n'ont pas été utilisés pour vérifier s'il y avait un conflit entre BAW284 et KAL231. L'ACC de Winnipeg n'était pas équipé d'un logiciel de détection de conflit en bon état de fonctionnement.

Le MANOPS ATC fournit de nombreux exemples aux contrôleurs sur le langage clair et les verbes d'action à l'impératif à utiliser pour donner des instructions dans les situations où chaque seconde compte. Le paragraphe 507.1 du MANOPS ATC précise ce qui suit aux contrôleurs : « Émettez une alerte à la sécurité à un aéronef, si vous jugez que ce dernier évolue à une altitude dangereusement proche du relief, d'un obstacle ou d'un autre aéronef ». La phraséologie exacte à utiliser est la suivante : « Alerte au trafic (position de l'aéronef, si vous avez le temps), vous conseille de virer à droite/à gauche (précisez le cap, s'il le faut), vous conseille de monter/de descendre (précisez l'altitude, s'il le faut) immédiatement. » La Partie 1 (Généralités) du MANOPS ATC précise que le mot « immédiatement » doit être utilisé pour indiquer qu'une conformité ultra-rapide est exigée, alors que la Partie 2 (Communications) précise qu'il faut utiliser l'expression « Exécutez sans délai » pour indiquer au pilote qu'il faut exécuter cette instruction le plus vite possible. Le contrôleur du secteur PA n'a pas donné initialement des instructions claires comprenant des verbes d'action à l'impératif quand il s'est adressé à KAL231. De plus, il n'a donné aux deux appareils l'information de trafic qu'après que l'équipage de BAW284 l'a demandée.

Le bulletin des Services de la circulation aérienne (ATS) 9801 de Nav Canada sur la phraséologie d'alerte à la sécurité a été publié en réponse à l'Avis de sécurité aérienne 970038 du BST qui suggérait à Nav Canada de trouver des moyens additionnels pour souligner l'importance d'utiliser une phraséologie normalisée d'alerte à la sécurité. Nav Canada a fait de ce sujet une composante obligatoire de la formation de recyclage qui a été donnée aux contrôleurs en 1998-1999. Le contrôleur du secteur PA a reçu cette formation en 1999. Les rapports A98H0002 et A01C0155 du BST soulignent eux aussi l'importance pour les contrôleurs de donner des instructions claires comprenant des verbes d'action à l'impératif dans les situations où chaque seconde compte.

Les règles et procédures de Nav Canada exigent que les contrôleurs se consacrent entièrement à la surveillance des vols, ce qui comprend la surveillance de l'écran radar, l'échange d'estimées et de données des plans de vol avec d'autres organismes de contrôle et la mise à jour des fiches de progression de vol. Les contrôleurs des secteurs de la sous-unité de la Saskatchewan travaillent souvent seuls.

Il a été prouvé que certaines tâches augmentent les risques d'erreur par omission³, notamment les tâches dont les opérations comprennent un grand nombre d'étapes discrètes, ainsi que les tâches pour lesquelles la charge cognitive est importante à chaque étape de la procédure et celles dont les étapes ne peuvent être identifiées grâce aux étapes précédentes. De plus, la personne qui exécute des tâches hautement automatisées ou routinières est plus susceptible de faire une

³ REASON, J. *Human Error*, New York, Cambridge University Press, 1990.

omission à la suite d'une interruption; il peut arriver notamment qu'elle ne sache plus à quelle étape elle est rendue ou qu'elle mette fin à la tâche prématurément, en particulier si une tâche pressante l'attend.

Analyse

Le contrôleur du secteur PA a concentré son attention sur un autre avion avant d'avoir pu terminer la séquence initiale de détection de conflits pour BAW284. Après cette interruption, le contrôleur du secteur PA s'est probablement dit qu'il n'y avait pas de conflit entre BAW284 et KAL231. Cette supposition est validée par le fait que le contrôleur a pris part à une communication qui n'avait pas rapport au contrôle de la circulation, qu'il a pris le temps de reprogrammer les préférences de l'écran radar et qu'il n'a pas utilisé les outils de l'écran RSiT pour vérifier s'il y avait un conflit entre les deux avions. Il n'y avait pas de système automatique d'alerte de conflits, et comme il travaillait seul, il n'y avait personne d'autre pour l'alerter du conflit qui se préparait.

La recherche de conflit est une tâche routinière pour les contrôleurs. Le nombre d'étapes dans le processus et la charge cognitive augmentent avec la densité et la complexité du trafic. Bien que la densité du trafic dans le secteur ait varié de légère à modérée, divers facteurs ont augmenté la charge cognitive imposée au contrôleur. Le fait de placer toutes les fiches de progression de vol sous un seul et même en-tête obligeait le contrôleur à examiner les 12 fiches classées sous cette en-tête à la recherche de conflit. Le contrôleur avait des estimées pour KAL231 à la verticale de Saskatoon et pour AW284 à la verticale de l'intersection YOUNG, à quelque 63 nm à l'est de Saskatoon. Du fait que le contrôleur n'avait pas remarqué que l'intersection YOUNG était le point d'estimée commun pour les deux avions en question, lorsqu'il a reçu l'estimée d'arrivée à l'intersection YOUNG pour BAW284, il n'a pas fait le calcul de l'estimée d'arrivée pour KAL231. Par conséquent, aucune annotation ne figurait sur les fiches de progression de vol. Le contrôleur n'a pas achevé la tâche manuelle de détection de conflits et ce n'est que lorsque BAW284 et KAL231 se sont trouvés à 14,5 milles l'un de l'autre, à la même altitude et sur des trajectoires de vol qui se croisaient, qu'il a décelé le conflit. La mise en oeuvre récente de l'espace aérien RVSM dans le secteur PA a également contribué à l'augmentation du nombre d'étapes et à la complexité cognitive de la séquence de prédiction des conflits. Bien que l'espace aérien RVSM ne soit pas directement en cause dans le présent incident, la gestion de cet espace aérien nécessite des opérations additionnelles de la part du contrôleur et par conséquent, augmente le risque d'erreur par omission.

Le contrôleur du secteur PA n'a pas donné des instructions claires comprenant des verbes d'action à l'impératif pour souligner l'urgence de la situation, pas plus qu'il n'a donné l'information de trafic aux deux avions en question, ce qui a probablement contribué au fait que KAL231 n'a amorcé sa descente qu'avec un retard de 23 secondes.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le contrôleur du secteur Prince Albert n'a pas examiné les fiches de progression de vol avec assez de minutie pour déceler le conflit imminent entre les deux avions. Par conséquent, il n'y a pas eu d'espacement prévu entre le Boeing 747-200 de Korean Airlines (KAL231) et le Boeing 747-400 de British Airways (BAW284).

2. Le contrôleur du secteur Prince Albert n'a pas utilisé correctement les outils de prédiction de conflits de l'écran radar de situation (RSiT). Résultat, le conflit a été détecté tardivement et l'intervention des services de contrôle de la circulation aérienne a été tardive.

Faits établis quant aux risques

1. Le contrôleur du secteur Prince Albert n'a pas donné des instructions claires comprenant des verbes d'action à l'impératif pour faire comprendre aux équipages l'urgence de ses instructions sur le changement de cap et d'altitude, et aucune information de trafic n'a été donnée aux équipages. De ce fait, les équipages n'avaient peut-être pas une idée exacte de la situation d'ensemble, et les équipages ont tardé à se conformer aux instructions du contrôleur.
2. L'utilisation de peu d'indicatifs de point de repère comme en-têtes pourrait obliger les contrôleurs à revoir un plus grand nombre de fiches de progression de vol à la recherche de conflit, et il pourrait s'avérer plus difficile de détecter les conflits grâce à la section active du râtelier.
3. Le centre de contrôle régional (ACC) de Winnipeg n'était pas équipé d'un logiciel de détection de conflit en bon état de fonctionnement.

Mesures de sécurité

La fonction d'alerte de conflit est maintenant opérationnelle dans les espaces aériens supérieurs contrôlés par les ACC de Moncton (Nouveau-Brunswick), Winnipeg (Manitoba), Gander (Terre-Neuve) et Edmonton (Alberta).

En raison de problèmes de logiciel qui ne sont pas liés aux alertes de conflit, Toronto (Ontario), Montréal (Québec) et Vancouver (Colombie-Britannique) n'ont toujours pas accès à la fonction d'alerte de conflit. Ces problèmes ont été réglés en décembre. Le logiciel a été installé dans trois unités, ce qui laisse présager la mise en oeuvre de la fonction d'alerte de conflit.

La formation des contrôleurs relative à la fonction d'alerte de conflit débutera sous peu à Toronto, et la mise en oeuvre dans l'espace aérien supérieur de la sous-unité en route nord se fera par la suite. La fonction d'alerte de conflit s'étendra à d'autres espaces aériens supérieurs de Toronto à mesure que se poursuivra la formation des contrôleurs. Aucune date précise n'a été arrêtée pour la mise en oeuvre à Montréal et à Vancouver, mais le processus devrait être rapide une fois qu'aura débuté la formation des contrôleurs.

Les essais dans les espaces aériens inférieurs effectués à Edmonton ont montré que la fonction d'alerte de conflit actuelle peut être utilisée à 14 000 pieds ou plus, exception faite de l'espace aérien terminal. Par conséquent, la planification en vue de la mise en oeuvre dans les espaces aériens inférieurs commencera bientôt.

Nav Canada a indiqué qu'il allait prendre des initiatives pour assurer que les contrôleurs prennent des mesures appropriées et à point nommé, et donnent des renseignements exacts à l'équipage pour minimiser les risques de collision en cas de perte d'espace. Au nombre de ces mesures figurent :

- l'examen de l'actuelle phraséologie d'alerte à la sécurité publiée dans le *Manuel des opérations - Contrôle de la circulation aérienne (MANOPS ATC)* en vue d'élaborer, s'il y a lieu, une nouvelle phraséologie à l'usage des contrôleurs en cas de perte d'espace.
- l'ajout, à la formation de base et à la formation de recyclage, d'un volet sur la phraséologie et les verbes d'action à l'impératif à utiliser pour assurer la clarté des instructions de contrôle, et d'un volet sur les mesures spécifiques à prendre par le contrôleur en cas de perte d'espace;
- la publication d'un bulletin des Services de la circulation aérienne (ATS) pour souligner l'importance pour les contrôleurs de prendre des mesures appropriées au bon moment pour régler un conflit, en donnant des instructions claires comprenant des verbes d'action à l'impératif, pour communiquer les mesures correctives à prendre et transmettre l'information de trafic à tous les aéronefs concernés.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet incident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 20 février 2002.

Annexe A - Trajectoires de vol

