

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A06C0113



PERTE D'ESPACEMENT

METTANT EN CAUSE LA SOUS-UNITÉ SHIELD
DU CENTRE DE CONTRÔLE RÉGIONAL D'EDMONTON
EXPLOITÉ PAR NAV CANADA
À 42 nm AU NORD-EST DU PAS (MANITOBA)
LE 15 JUILLET 2006

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports (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 et pénales.

Rapport d'enquête aéronautique

Perte d'espace

mettant en cause la sous-unité Shield
du centre de contrôle régional d'Edmonton
exploité par NAV CANADA
à 42 nm au nord-est du Pas (Manitoba)
le 15 juillet 2006

Rapport numéro A06C0113

Sommaire

Le Boeing 747-400 assurant le vol NWA26 de Northwest Airlines en provenance de Tokyo, au Japon, vole en croisière au niveau de vol 370 à destination de Detroit (Michigan), aux États-Unis; à son bord se trouvent 16 membres d'équipage et 401 passagers. L'Airbus A319-100 assurant le vol ACA185 d'Air Canada en provenance de Halifax (Nouvelle-Écosse) vole quant à lui en croisière au niveau de vol 360 à destination de Calgary (Alberta); à bord se trouvent 5 membres d'équipage et 116 passagers. Les deux avions sont sous le contrôle radar du secteur Thompson de la sous-unité Shield du centre de contrôle régional d'Edmonton, et les deux bénéficient de communications directes contrôleur-pilote sur 133,5 MHz. Le ciel est dégagé, et la visibilité, excellente.

À 10 h 2 min 36, heure avancée des Rocheuses, le contrôleur de la circulation aérienne du secteur Thompson donne à ACA185 l'instruction de monter au niveau de vol 380. À 10 h 4 min 6, au moment où ACA185 passe le niveau de vol 367 en montée, le système d'alerte de conflit du secteur Thompson émet un avertissement de trafic concernant ACA185 et NWA26, et le contrôleur donne des instructions afin de résoudre le conflit. Toutefois, avant que les équipages de conduite réagissent aux instructions du contrôleur, les systèmes d'avertissement de trafic et d'évitement d'abordage des deux avions émettent un avis de résolution demandant

à l'équipage de NWA26 de monter et à celui d'ACA185, de descendre. Les équipages obtempèrent à l'avis de résolution, et les avions se croisent avec un espacement horizontal de 0,7 mille marin, ACA185 se trouvant au niveau de vol 354 et NWA26 au niveau de vol 376. La norme d'espacement minimal requis est de cinq milles marins horizontalement ou de 1000 pieds verticalement.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Généralités

Le contrôleur du secteur Thompson possédait une licence valide de contrôleur de la circulation aérienne, et il était certifié et qualifié pour occuper le secteur Thompson conformément à la réglementation en vigueur. Il travaillait au centre de contrôle régional (ACC) d'Edmonton depuis six ans. Il avait d'abord travaillé pendant quatre ans dans la sous-unité North High, puis un an dans la sous-unité Shield suivi d'une autre année dans la sous-unité North High, avant de retourner dans la sous-unité Shield, où il se trouvait depuis trois mois au moment des faits.

Dans les jours ayant précédé immédiatement celui de l'événement, le contrôleur avait été en repos et en congé pendant 13 jours. Il avait pris son service à 7 h 30, heure avancée des Rocheuses (HAR)¹, et au moment des faits, il était en poste depuis environ 2,5 heures. Le contrôleur avait bénéficié d'une période de repos de 56 minutes avant de prendre en charge le secteur Thompson et il travaillait à ce secteur depuis 34 minutes lorsque l'événement s'est produit.

À Edmonton, l'espace aérien de la sous-unité Shield était un espace aérien de classe A allant du niveau de vol (FL) 290 en montant et était divisé en trois secteurs : Bison, Severn et Thompson (voir l'Annexe A). Le matin de l'événement, les secteurs Severn et Thompson avaient d'abord été regroupés au secteur Severn. À 9 h 28, le secteur Thompson avait été dégroupé du secteur Severn. Avant de prendre le contrôle du secteur Thompson, le contrôleur avait reçu un exposé de la situation donné par le contrôleur précédent.

Au moment des faits, quatre contrôleurs et un superviseur étaient en poste dans la sous-unité Shield, tel que l'exigeaient les lignes directrices en matière d'effectif de l'unité. Trois des six postes de contrôle étaient ouverts dans la sous-unité Shield : le superviseur s'occupait du secteur Bison, un deuxième contrôleur se trouvait au secteur Severn et le contrôleur en question se chargeait du secteur Thompson. Les trois contrôleurs occupaient à la fois le poste radar et le poste des données de chaque secteur. L'effectif des secteurs est établi en fonction du volume et de la complexité de la circulation et du nombre de contrôleurs disponibles. Si le volume et la complexité de la circulation l'exigent, un second contrôleur vient occuper le poste des données du secteur.

Les deux autres contrôleurs de la sous-unité Shield étaient en pause. Tout l'équipement du secteur Thompson fonctionnait normalement. Selon l'évaluation qui en avait été faite, la circulation avait un volume qui allait de léger à modéré, et sa complexité était moyenne.

¹ Les heures sont exprimées en HAR (temps universel coordonné moins six heures).

Système d'affichage de situation intégré

Le secteur Thompson était équipé d'un système d'affichage de situation intégré (ISiT). NAV CANADA a introduit ce système en août 2005 afin de permettre aux contrôleurs d'assurer sur un même écran le contrôle de cibles radar et non radar. L'ISiT est relié en permanence à la fois à un processeur de données de vol du Système d'affichage de l'espace aérien du Nord (NADS) et au Système de traitement des données radar (RDPS). L'ISiT présente des renseignements non radar de contrôle aux procédures fournis par le NADS et des renseignements radar fournis par le RDPS.

Dans un environnement radar, le contrôleur utilise l'ISiT comme écran radar. Dans un environnement non radar, le contrôleur utilise la partie NADS de l'ISiT comme écran affichant les cibles NADS. En général, la partie NADS de l'ISiT ne reconnaît que les normes d'espacement en temps et en altitude. Dans un environnement radar, l'alerte de conflit disponible sur l'ISiT permet une détection des conflits à court terme. Dans un environnement non radar, il n'y a aucune détection des conflits à moyen ou à long terme.

Ce n'est pas parce que le NADS prévoit un conflit qu'il y en a un ou qu'il va véritablement en avoir un. Le NADS se limite aux normes d'espacement en temps et en altitude et ne se sert pas des normes d'espacement découlant du radar, de l'équipement de mesure de distance (DME) ou du système de positionnement mondial (GPS) pour prévoir un conflit. Le NADS est purement un système de contrôle aux procédures et il va continuer d'indiquer un conflit, même si les avions sont sous contrôle radar.

L'ISiT est doté de plusieurs outils aidant un contrôleur à identifier des conflits potentiels, comme la ligne de trajectoire prévue (PTL) de toutes les cibles (PTL ALL), la ligne d'azimut-distance entre plusieurs cibles (RBL) ainsi qu'une fonction de recherche de conflits par vérification de la trajectoire et de l'altitude d'un plan de vol. Rien n'oblige les contrôleurs à se servir de ces outils et, pour les utiliser, ils doivent les activer manuellement.

Alerte de conflit radar

L'alerte de conflit est une fonction du RDPS qui examine les trajectoires radar à la recherche de conflits éventuels. À partir de positions prévues dans les trois dimensions, il y a évaluation des trajectoires permettant de déterminer si les normes d'espacement seront enfreintes dans un laps de temps précis. Les trajectoires jugées susceptibles de créer un éventuel conflit sont alors examinées plus fréquemment. Si nécessaire, les alertes sont générées et envoyées sur les écrans en deux étapes. Soixante secondes avant la perte d'espacement prévue, un avertissement de trafic est généré. Une alerte de conflit est générée après que l'espacement n'est plus assuré. Les avertissements de trafic et les alertes de conflit du RDPS ne sont présentés qu'aux contrôleurs de la circulation aérienne.

Indicateurs d'avertissement des fiches de progression de vol

Le Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne (MANOPS ATC) précise les indicateurs d'avertissement à utiliser sur les fiches de progression de vol afin d'attirer l'attention d'un contrôleur sur des situations potentiellement dangereuses ou critiques. La fiche de progression de vol est marquée d'un « W » rouge à l'endroit qui décrit le plus clairement la raison de l'avertissement.

Planification de l'espacement

Le MANOPS ATC définit comme suit une perte d'espacement : « Situation au cours de laquelle l'espacement a été inférieur au minimum d'espacement autorisé ou n'a pas été assuré. »

Les contrôleurs s'assurent de la présence de l'espacement voulu entre les aéronefs en identifiant les conflits entre aéronefs, puis en élaborant, en exécutant et en surveillant un plan d'espacement. Au moment d'identifier un conflit potentiel, les contrôleurs peuvent se servir d'outils de l'ISiT comme la PTL et la RBL afin de confirmer le conflit. Il n'existe aucune pratique normalisée précise à utiliser par les contrôleurs pour organiser leur plan d'espacement, encore que la formation qui leur est dispensée inclue des exercices intensifs destinés à développer leurs habiletés à planifier. En l'absence de pratiques normalisées dûment établies, les contrôleurs développent leurs propres techniques d'identification des situations conflictuelles et de préparation des plans d'espacement. La principale technique du contrôleur du secteur Thompson pour détecter les conflits consistait à balayer du regard l'écran de l'ISiT et les fiches de progression de vol.

Systèmes d'avertissement de trafic et d'évitement d'abordage

Les contrôleurs de la circulation aérienne ne reçoivent aucun renseignement directement des systèmes d'avertissement de trafic et d'évitement d'abordage (TCAS). Le TCAS fonctionne indépendamment du contrôle de la circulation aérienne (ATC) et donne aux équipages de conduite des avis de trafic (TA) et des avis de résolution (RA). Les TA sont destinés à aider les équipages à voir les aéronefs en conflit et à les avertir de la possibilité d'un RA. Quant aux RA, ils mettent en garde les équipages contre des risques potentiels d'abordage et donnent des ordres de descente ou de montée afin de leur permettre d'éviter un aéronef intrus. Le TCAS utilise une liaison de données entre les transpondeurs des aéronefs pour fournir des RA complémentaires (un aéronef monte tandis que l'autre descend). Il se peut qu'un RA soit généré alors que les deux aéronefs concernés sont espacés en fonction de critères approuvés. Comme le TCAS ne donne aucun renseignement aux contrôleurs de la circulation aérienne, les équipages de conduite sont tenus d'aviser l'ATC lorsqu'ils s'écartent d'une autorisation à la suite d'un RA de leur TCAS.

Utilisation de la phraséologie prévue

Le MANOPS ATC enjoint les contrôleurs à utiliser la phraséologie figurant dans le manuel à chaque fois que cela est possible et, dans les cas où aucune phraséologie n'est prévue, il leur demande d'utiliser un langage simple aussi précis et concis que possible. Le MANOPS ATC demande aux contrôleurs d'éviter de donner des instructions de contrôle allant à l'encontre du RA d'un aéronef dans le cas où le pilote aurait fait savoir qu'il était en train d'exécuter un RA.

Utilisation par le contrôleur des outils d'aides à la décision

Le MANOPS ATC ordonne aux contrôleurs de planifier, d'exécuter et de surveiller toutes les mesures d'application d'un espacement. Les contrôleurs doivent faire preuve de vigilance et d'une bonne connaissance de la situation pour voir à l'écoulement de la circulation d'une façon sûre, ordonnée et rapide. Dans certains environnements non radar de l'espace aérien supérieur où la circulation et la complexité l'exigent, des moyens de recherche de conflits sont fournis au personnel de contrôle afin de l'aider à déterminer les bonnes normes d'espacement non radar lorsque, dans les circonstances, les calculs risquent d'être difficiles à faire. Dans les environnements radar, des outils de mesure électroniques supplémentaires comme la PTL et la RBL ont été mis à la disposition des contrôleurs comme outils de soutien à la prise de décision afin de les aider à élaborer un plan, une fois qu'ils ont identifié un conflit potentiel.

Ces outils sont destinés à augmenter la vigilance et la connaissance de la situation des contrôleurs. De plus, il existe à certains endroits des alarmes provenant d'un logiciel d'alerte de conflit à court terme offrant une mesure de protection similaire au TCAS dans le cas où les plans des contrôleurs viendraient à échouer.

Chronologie des événements

À 8 h 42, le contrôleur de Severn a demandé à ACA185 quand l'avion pourrait prendre le FL 380. Les membres d'équipage ont fait savoir au contrôleur qu'ils pourraient monter au FL 380 à 10 h 15, et le contrôleur a consigné ce renseignement sur la fiche de progression de vol d'ACA185. À 9 h 25, le contrôleur de Severn a identifié ACA185 au radar puis, à 9 h 28, le secteur Thompson a été dégroupé du secteur Severn.

Le Boeing 747-400 assurant le vol DLH456 de Lufthansa en provenance de Francfort, en Allemagne, et à destination de Los Angeles (Californie), aux États-Unis, se trouvait au FL 360 sous le contrôle radar du secteur Thompson et bénéficiait de communications directes contrôleur-pilote sur 133,5 MHz. ACA185 et DLH456 se trouvaient sur des trajectoires convergentes et conflictuelles au FL 360.

À 9 h 39, le contrôleur du secteur Thompson a transmis les estimées à un secteur adjacent, en vertu desquelles ACA185 devait passer par le travers du Pas au FL 380, tandis que DLH456 devait passer à la verticale du Pas au FL 360.

L'ISiT du contrôleur prévoyait que la trajectoire de vol de DLH456 allait couper celle d'ACA185 vers 10 h 17, alors que l'espacement horizontal serait moindre que celui exigé par le NADS dans le cas d'avions volant à la même altitude afin que le MANOPS ATC soit respecté. Par conséquent, les éléments d'identification des avions d'ACA185 et de DLH456 figurant dans les étiquettes de données de l'ISiT étaient affichés en rouge. La couleur rouge de ces éléments d'identification des avions n'avaient aucune signification particulière dans un environnement radar et ne faisait qu'indiquer au contrôleur que les normes d'espacement non radar du NADS ne seraient pas respectées. Puisque les avions étaient sous contrôle radar, ce sont les normes d'espacement radar qui s'appliquaient. Toutefois, ce renseignement alertait le contrôleur de la présence d'un conflit potentiel au point de croisement des trajectoires. L'espacement au point de croisement était prévu selon les critères du NADS plutôt que selon les critères d'espacement radar, d'où la mise en évidence des éléments d'identification des avions.

Le contrôleur avait également fait apparaître les lignes bleues d'azimut-distance à partir des cibles d'ACA185 et de DLH456. Un « W » rouge avait été marqué sur les fiches de progression de vol d'ACA185 et de DLH456 à côté des estimées au radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence (VOR) du Pas.

Deux avions volaient en croisière vers le sud-est au FL 370 : NWA26 et le vol NWA12D de Northwest Airlines, un autre Boeing 747-400 en provenance de Tokyo, au Japon, et à destination de Detroit (Michigan), aux États-Unis. Les deux avions suivaient la même route, NWA12D se trouvant environ six minutes devant NWA26. NWA12D gardait une vitesse de Mach 0,86 tandis que NWA26 volait à Mach 0,85. Les renseignements sur NWA26 et NWA12D étaient présentés sur l'écran de l'ISiT et sur les fiches de progression de vol des deux avions, mais, comme il n'y avait pas de conflit entre ceux-ci, ces renseignements n'étaient aucunement mis en évidence. Les deux avions étaient sous le contrôle radar du secteur Thompson et bénéficiaient de communications directes contrôleur-pilote sur 133,5 MHz.

À 10 h 2 min 3, ACA185 a contacté le contrôleur de Thompson afin de discuter de la montée au FL 380, avisant le contrôleur que son altitude optimale était le FL 355. Le contrôleur a indiqué à l'équipage qu'un avion qu'il allait croiser ne pouvait pas monter et a demandé si ACA185 pouvait accepter de monter avant de retourner au FL 360 environ 10 minutes après. ACA185 a fait savoir qu'il pouvait accepter une altitude plus élevée.

Les fiches de progression des vols contrôlés dans le secteur étaient organisées par altitude. Lorsque le contrôleur a parcouru du regard les fiches, il ne s'est pas rendu compte que NWA26 qui se trouvait au FL 370 représentait un conflit potentiel pendant la montée d'ACA185.

Le contrôleur a procédé à un balayage visuel de l'écran de l'ISiT, mais il n'a activé manuellement aucun outil de l'ISiT afin d'évaluer si un autre avion risquait d'entrer en conflit avec ACA185 pendant sa montée au FL 380.

À 10 h 2 min 36, le contrôleur a donné à ACA185 l'instruction de monter au FL 380, et l'équipage en a accusé réception. L'échange s'est terminé à 10 h 2 min 50. L'instruction demandant à ACA185 de monter au FL 380 a été donnée environ 5 minutes (30 milles) après que NWA12D a eu libéré la route d'ACA185 et avant que NWA26 arrive au point de croisement

avec ACA185. Comme NWA12D libérait la route d'ACA185, le contrôleur a balayé du regard les fiches de progression de vol et l'écran radar et a confirmé qu'il n'y avait aucun conflit avec NWA12D. Le contrôleur ne s'est pas rendu compte du conflit entre ACA185 qui montait au FL 380 et NWA26 qui se trouvait au FL 370.

À 10 h 2 min 52, le contrôleur a répondu sur la ligne directe à un appel téléphonique d'un autre secteur à propos d'estimées de deux autres avions qui allaient pénétrer plus tard dans le secteur Thompson. Le contrôleur dudit secteur ne possédait pas la fiche de progression d'un des deux vols, et les deux contrôleurs ont eu une brève discussion concernant le traitement des estimées des vols qui traversaient le coin sud-est du secteur Severn. Le contrôleur du secteur Thompson a cherché la fiche de progression de vol, l'a obtenue au poste d'un secteur adjacent et a traité l'estimée. La fiche de progression de ce vol avait été dirigée vers une imprimante située à un secteur autre que Thompson, mais l'enquête n'a pas pu en établir la raison. Cet échange s'est terminé à 10 h 3 min 36.

Le contrôleur a reporté son attention des fiches de progression de vol à l'ISiT, et, en balayant du regard l'écran de l'ISiT, il s'est rendu compte du conflit entre ACA185 et NWA26 quelques secondes avant que le système d'alerte de l'ISiT n'émette, à 10 h 4 min 6, un avertissement de trafic concernant les deux avions. Les symboles de position des avions d'ACA185 et NWA26 ont changé de forme, passant d'un diamant à une roue de charrette, tout en étant accompagnés d'une ligne de trajectoire prévue de couleur jaune correspondant à une durée d'une minute (voir la Figure 1). L'alerte de conflit aurait également dû émettre le message sonore « Traffic, Traffic » (trafic, trafic) à l'intention du contrôleur, mais l'enquête n'a pu établir si tel avait été le cas. À ce moment-là, ACA185 se trouvait au FL 367 et l'espacement horizontal entre ACA185 et NWA26 était d'environ 14 nm.

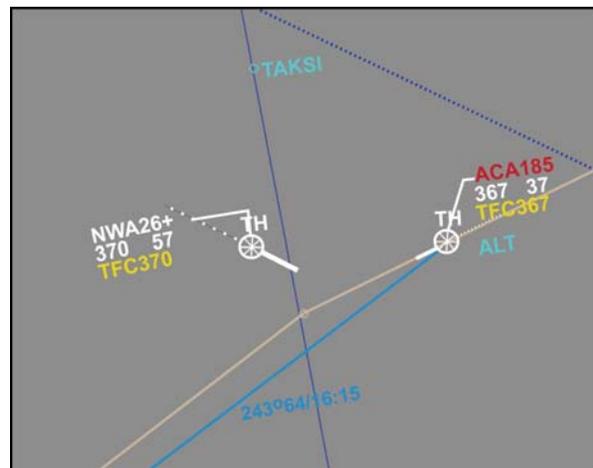


Figure 1. Gros plan sur l'alerte de conflit de l'ISiT

Le contrôleur a diminué la portée de l'ISiT afin d'avoir une meilleure représentation des deux vols et, à 10 h 4 min 10, il a ordonné à ACA185 de descendre au FL 360, sans fournir aucune explication quant à la raison de cette descente. À 10 h 4 min 13, alors que l'équipage d'ACA185 accusait réception de l'instruction de descente, le TCAS d'ACA185 et de NWA26 a émis un avertissement de trafic aux équipages de conduite.

À 10 h 4 min 17, le contrôleur a ordonné à NWA26 de virer de 30° à gauche, sans fournir aucune explication quant à la raison de ce virage. À 10 h 4 min 26, alors que l'équipage de NWA26 accusait réception de l'instruction de virage, le TCAS a émis un RA demandant à NWA26 de monter et à ACA185 de descendre.

À 10 h 4 min 31, n'étant pas au courant du RA du TCAS, le contrôleur a ordonné à ACA185 de virer de 30° à gauche, sans fournir aucune explication quant à la raison de ce virage. ACA185 a accusé réception de l'instruction de virage à 10 h 4 min 32 et a fait savoir que son TCAS montrait le problème et qu'il avait le contact visuel avec l'autre avion, mais il n'a pas fait état de la descente demandée par le RA du TCAS. Les contrôleurs entendent régulièrement les équipages confirmer la présence des aéronefs qu'ils voient au TCAS, et le contrôleur du secteur Thompson a interprété le commentaire relatif au TCAS d'ACA185 comme voulant dire que l'équipage pouvait voir l'avion sur le TCAS, mais pas qu'il avait reçu un RA.

Les données radar ont montré que NWA26 avait réagi à 10 h 4 min 32 à l'instruction de virage donnée par le contrôleur, ACA185 en ayant fait de même à 10 h 4 min 46. Les membres d'équipage de NWA26 ont fait savoir au contrôleur qu'ils avaient le contact visuel avec l'avion au-dessous, mais ils n'ont pas fait état de la montée demandée par le RA du TCAS.

Le système d'alerte de conflit de l'ATC a mis un terme à l'avertissement de trafic à 10 h 4 min 38 et n'a émis aucune alerte de conflit. Le TCAS a émis le message « clear of conflict » (conflit terminé) à 10 h 5 min 4, alors que les membres d'équipage d'ACA185 faisaient savoir au contrôleur qu'ils retournaient au FL 360 après avoir exécuté la manœuvre demandée par le TCAS. Voir l'Annexe B pour avoir un résumé de l'analyse des données radar montrant l'espacement vertical et horizontal pendant l'exécution de la manoeuvre demandée par le RA du TCAS.

Pendant la manœuvre demandée par le RA, le contrôleur a réévalué le plan d'espacement entre ACA185 et DLH456 et, à 10 h 5 min 10, il a autorisé ACA185 à maintenir le FL 360. À la suite de l'avis du TCAS signalant que le conflit était terminé, NWA26 est retourné au FL 370 à 10 h 5 min 34, et ACA185 a regagné le FL 360 à 10 h 5 min 54.

Par la suite, le contrôleur a imposé un changement de route à NWA26 au FL 370, et il a maintenu l'espacement latéral requis entre ACA185 et DLH456, qui volaient tous les deux au FL 360, en ordonnant aux avions de modifier leur vitesse et leur trajectoire.

Le contrôleur ne pensait pas qu'il y avait eu perte d'espacement, et il a poursuivi son travail au secteur Thompson jusqu'à ce qu'il soit relevé par un collègue à 10 h 28. Le contrôleur a ensuite signalé l'incident au superviseur de la sous-unité Shield et, après enquête initiale, il a été retiré de son poste.

Alertes à la sécurité et phraséologie impérative

L'article 507.1 du MANOPS ATC demande aux contrôleurs de procéder comme suit : « Émettez une alerte à la sécurité à un aéronef, si vous jugez que ce dernier évolue à une altitude dangereusement proche . . . d'un autre aéronef .» Le MANOPS ATC donne la phraséologie recommandée dans le cas d'une alerte de sécurité, comme « virer à gauche/droite immédiatement cap (nombre) pour éviter trafic à (relèvement selon le système horaire et distance) ». Toutefois, la phraséologie propres aux alertes à la sécurité n'est pas destinée à résoudre les conflits entre deux aéronefs placés tous les deux sous le contrôle du même contrôleur de la circulation aérienne.

En 2004, NAV CANADA a publié le Bulletin de sécurité des Services de la circulation aérienne NP8493 intitulé *Phraséologie impérative*, afin de donner suite à plusieurs rapports d'enquête du BST² ayant signalé l'importance de recourir à une phraséologie normalisée incluant à la fois des mesures correctives et de l'information de trafic à l'intention de tous les aéronefs concernés par une situation de perte d'espacement. Ce bulletin insistait sur l'importance, pour les contrôleurs, d'utiliser une phraséologie impérative appropriée lorsqu'ils devaient faire face à des incidents exigeant la prise de mesures immédiates par le pilote. On trouvait dans ce bulletin la phraséologie impérative recommandée, comme : « VIREZ À GAUCHE/DROITE IMMÉDIATEMENT CAP (nombre) POUR ÉVITER LE TRAFIC (relèvement selon le système horaire et distance) ».

Écarts d'altitude et notification du contrôleur à la suite d'un avis de résolution du système d'avertissement de trafic et d'évitement d'abordage

Le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) permet aux équipages de conduite de s'écarter d'une autorisation ou d'une instruction de l'ATC dans la mesure nécessaire pour exécuter une manœuvre d'évitement d'abordage, si cette manœuvre fait suite à un RA généré par le TCAS. En cas d'exécution d'une telle manœuvre, le RAC exige que l'équipage de conduite informe l'ATC de cet écart par rapport à l'autorisation le plus tôt possible après avoir entrepris la manœuvre d'évitement d'abordage.

L'émission d'un RA est considérée comme une situation anormale qui oblige l'équipage de conduite à décider et à réagir rapidement, y compris en avisant l'ATC lorsqu'il s'écarte de la trajectoire de vol autorisée. Cet avis permet au contrôleur d'avoir une meilleure connaissance de la situation et est, pour lui, le seul renseignement qui lui indique qu'une manœuvre d'évitement d'abordage consécutive à un RA du TCAS est en cours. Il faut que le contrôleur soit au courant de la manœuvre afin qu'il ne donne pas des instructions de montée ou de descente en contradiction avec le RA coordonné du TCAS³.

Transports Canada possède une politique et des principes directeurs opérationnels concernant l'utilisation du TCAS et les interventions pilote/contrôleur⁴, et il est demandé aux équipages de conduite d'utiliser les mots « MONTÉE TCAS (ou DESCENTE) » pour aviser l'ATC de tout écart par rapport à la trajectoire de vol autorisée qu'ils doivent faire pour respecter un RA du TCAS. En matière d'utilisation du TCAS, Transports Canada exige les mêmes normes que celles précisées dans la circulaire consultative 120-55A de la Federal Aviation Administration (FAA), telle qu'elle est modifiée, et renvoie les exploitants à ce document. La version modifiée actuelle, portant le numéro 120-55B, contient les principes directeurs suivants :

² Voir les rapports d'enquête A02C0079, A01C0155, A01P0111 et A00H0002 du BST.

³ German Federal Bureau of Aircraft Accidents, rapport d'enquête AX001-1-2/02, mai 2004, abordage en vol entre un B757-200 et un TU154M survenu le 1^{er} juillet 2002 près d'Ueberlingen, en Allemagne.

⁴ TP 14371, *Manuel d'information aéronautique* (AIM), rubrique RAC 12.15.

[Traduction]

- Responsabilités du pilote . . . En cas de réaction à un RA du TCAS obligeant à déroger à une autorisation ATC . . . Si, à cause d'un RA du TACS, vous devez vous écarter de l'altitude assignée, communiquez avec l'ATC aussitôt que possible après avoir réagi au RA.
- Signalement d'un événement lié au TCAS . . . Sur demande de l'ATC, ou après un écart par rapport à l'autorisation ATC, envoyez un message radio approprié pour signaler votre réaction à un avis du TCAS.
- Annexe 5, phraséologie propre aux événements liés au TCAS . . . Si un équipage de conduite reçoit un RA du TCAS lui demandant de monter ou de descendre par rapport à l'altitude qui lui a été assignée, ou si le RA a une autre incidence sur son autorisation ATC ou sur la manœuvre qu'il est sur le point ou en train d'exécuter, l'équipage devrait informer l'ATC dès qu'il commence à s'écarter de l'autorisation ou aussitôt que sa charge de travail le lui permet . . . REMARQUE : le pilote n'est pas tenu de communiquer avec l'ATC s'il est capable de suivre les conseils du RA tout en respectant l'autorisation ATC appropriée.
- Si, à la suite d'un message du TCAS, l'équipage de conduite tarde à réagir ou est réticent à modifier la trajectoire de vol de son avion à cause des dispositions de l'autorisation du contrôle de la circulation aérienne (ATC) . . . la protection offerte par le TCAS risque d'être beaucoup moins grande, voire nulle.
- En règle générale, les écarts par rapport à l'altitude assignée en réaction à un RA ne devraient pas dépasser 300 à 500 pieds pour permettre de régler le conflit.
- L'annexe 5 suggère aux équipages de conduite d'employer les mots « Montée/Descente TCAS » pour signaler à l'ATC l'exécution d'une manœuvre découlant d'un RA du TCAS.

Chez Air Canada, le manuel d'utilisation d'aéronef demande à l'équipage de signaler une manœuvre consécutive à un RA par les mots « DESCENTE TCAS ». La politique adoptée par Northwest Airlines oblige les pilotes à respecter le RA du TCAS, lequel annule toute instruction de l'ATC, puis à aviser aussitôt que possible l'ATC de la manœuvre consécutive à un RA. Northwest Airlines ne précise aucune phraséologie à utiliser, car le TCAS II prévoit différents types d'avis de résolution qui comprennent des inversions, comme un RA demandant de monter se transformant en RA demandant de descendre.

En vertu des lignes directrices du MANOPS ATC, un contrôleur est tenu de fournir l'information de trafic et l'avis d'évitement d'abordage qui s'imposent lorsque l'équipage d'un aéronef l'avise qu'il est en train de réagir à un RA du TCAS. De plus, le MANOPS ATC prévoit ce qui suit : « [n]e donnez pas d'instructions de contrôle qui contredisent les instructions de l'avis de résolution ou de l'avertissement de l'aéronef » et « [s]i un aéronef effectue une manœuvre à l'extérieur des limites de son autorisation, le contrôleur n'est pas responsable de l'espacement entre lui et un autre aéronef, un espace aérien protégé, le relief ou des obstacles ».

Le BST a enquêté sur au moins un autre événement au cours duquel les équipages de conduite n'ont pas avisé correctement l'ATC qu'ils s'écartaient de leurs autorisations pour exécuter une manœuvre d'évitement d'abordage demandée par le TCAS (rapport d'enquête A00H0002 du BST).

Performances humaines

Le préjugé de confirmation est la tendance qu'a l'être humain à rechercher les renseignements qui viendront confirmer l'opinion qu'il s'est déjà faite. Ce dernier va ignorer ou ne pas tenir compte des renseignements incompatibles avec l'hypothèse qu'il a retenue pour ne s'intéresser qu'aux seuls renseignements qui confirment cette hypothèse⁵.

Analyse

À cause de l'altitude invalide de NWA26 à 10 h 4 min 46, l'enquête n'a pu établir la présence d'un espacement inférieur à celui exigé (5 nm latéralement ou 1000 pieds verticalement) entre NWA26 et ACA185. Toutefois, la sécurité n'a pas été assurée à partir du moment où ACA185 a été autorisé à monter au FL380 sans certitude que l'espacement requis avec NWA26 pourrait être maintenu. Et c'est ainsi que des RA du TCAS sont apparus aux deux équipages de conduite et qu'un avertissement de trafic généré par le système d'alerte de conflit s'est affiché sur l'ISiT du contrôleur. Une telle situation entre dans la définition que le MANOPS ATC donne à une perte d'espacement.

Les pertes d'espacement et les alarmes du logiciel d'alerte de conflit sont des événements inhabituels qui exigent une évaluation immédiate de la situation en particulier et l'utilisation d'une phraséologie précise et concise adaptée aux circonstances. De plus, il est impératif que les pilotes informent immédiatement l'ATC, en utilisant une phraséologie précise et concise, lorsqu'ils doivent réagir à un RA du TCAS, le but étant d'éviter que l'ATC ne leur donne des instructions ou des autorisations contradictoires. Ces points sont abordés dans les lignes qui suivent.

Pratiques personnelles des contrôleurs

Le MANOPS ATC précise les normes d'espacement à maintenir et la phraséologie à utiliser, mais il ne contient aucune procédure à suivre pour évaluer un plan de contrôle. Par conséquent, les contrôleurs ont adopté des pratiques personnelles pour identifier les conflits entre aéronefs et pour élaborer des plans d'espacement, pratiques qui varient d'un contrôleur à l'autre. Dans le cas d'un avion en montée, la pratique personnelle du contrôleur du secteur Thompson a consisté à balayer du regard l'ISiT et les fiches de progression de vol, mais pas à utiliser les outils de l'ISiT comme la RBL ou la PTL ALL pour déterminer si un autre aéronef présentait un risque de conflit pendant la montée d'ACA185.

⁵ Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Processus intégré sur les facteurs humains*, février 1998.

Planification de l'espace et performances humaines

Dès 9 h 39, le contrôleur avait prévu de maintenir l'espace entre DLH456 et ACA185 en faisant monter ACA185 du FL 360 au FL 380. L'instruction de montée d'ACA185 au FL 380 a été donnée environ 5 minutes (30 milles) après que NWA12D a libéré la trajectoire d'ACA185 et avant que NWA26 n'arrive au point de croisement avec ACA185. Au moment où NWA12D libérait la trajectoire d'ACA185, le contrôleur s'est confirmé à lui-même qu'il n'y avait plus de conflit avec NWA12D. Le contrôleur a balayé du regard les fiches de progression de vol et l'écran radar, mais il a simplement vu qu'il y avait l'espace requis entre ACA185 et NWA12D, sans se rendre compte du conflit entre ACA185 qui montait au FL 380 et NWA26 qui se trouvait au FL 370.

Les 23 minutes dont a disposé le contrôleur avant l'exécution du plan d'espace entre ACA185 et DLH456 auraient dû lui permettre de procéder à une évaluation détaillée des renseignements affichés sur l'ISiT et sur les fiches de progression de vol, y compris des renseignements concernant NWA26. Toutefois, le plan mental du contrôleur a été renforcé par les renseignements mis en évidence devant lui : identification en rouge des avions de DLH456 et ACA185, lignes d'azimut-distance bleues pour DLH456 et ACA185, et « W » rouge sur les fiches de progression de vol de DLH456 et ACA185. En comparaison, aucun renseignement concernant NWA26 n'était mis en évidence tant sur l'ISiT que sur la fiche de progression de vol, mais rien n'obligeait qu'il en soit autrement puisque NWA26 se trouvait au FL 370 et qu'il n'était pas en conflit avec DLH456 ou ACA185 qui volaient au FL 360.

Le préjugé de confirmation a probablement réduit la capacité du contrôleur à percevoir des renseignements importants à propos de NWA26, nuisant ainsi à son plan d'espace entre ACA185 et DLH456. L'utilisation des fonctions RBL ou PTL ALL de l'ISiT aurait pu aider le contrôleur à vaincre ce préjugé de confirmation et à reconnaître que NWA26 provoquait un conflit pendant la montée prévue d'ACA185. Les moyens offerts par les outils de l'ISiT afin d'aider le contrôleur à vaincre son préjugé de confirmation ont perdu toute leur efficacité, puisque les procédures n'exigeaient pas l'utilisation de ces outils et que le contrôleur ne s'en est pas servi entre ACA185 et NWA26.

Exécution et surveillance du plan d'espace

Le contrôleur n'a pas remarqué que NWA26 allait créer un conflit pendant la montée d'ACA185. Par conséquent, il n'y avait aucun plan d'espace entre NWA26 et ACA185. La présente analyse va porter sur le plan d'espace du contrôleur entre ACA185 et DLH456.

Le contrôleur travaillait seul au secteur Thompson, s'occupant du poste radar comme du poste des données. Le fait de travailler seul exige du contrôleur un plus grand effort pour bien établir les priorités des mesures à prendre et pour assurer qu'il porte toute l'attention voulue à la tâche immédiate. Lorsqu'un autre secteur l'a appelé pour lui communiquer des estimées, le contrôleur a choisi de traiter les estimées entrantes plutôt que de retarder ce transfert jusqu'au moment où ACA185 aurait terminé sa montée au FL 380. Par conséquent, le temps dont a disposé le contrôleur pour surveiller l'exécution du plan d'espace entre ACA185 et DLH456 s'est trouvé réduit. Et ce temps a été réduit davantage quand le contrôleur a décidé

d'aller rechercher et récupérer une fiche de progression de vol qui avait été acheminée au mauvais secteur. Il en est résulté une augmentation du temps pendant lequel les avions (ACA185 et NWA26) ont été dans une situation de risque d'abordage avant que le contrôleur se rende compte du conflit et prenne des mesures correctives.

Instructions d'évitement d'abordage du contrôleur

Le contrôleur a pris des mesures immédiates et a donné des instructions permettant le maintien de l'espacement entre les avions, une fois le conflit entre ACA185 et NWA26 identifié. Toutefois, les instructions ne contenaient pas la phraséologie d'alerte à la sécurité ni la phraséologie impérative permettant de souligner la nature urgente des instructions ou leur raison.

ACA185 s'est vu demander de manière non urgente de procéder à un changement de niveau de vol, à savoir une descente au FL360 plutôt qu'une montée au FL380. Cette instruction n'a pas été suffisamment convaincante pour déclencher une réaction immédiate; par conséquent, ACA185 n'avait pas encore commencé à descendre quand, 16 secondes après l'instruction de descente, le TCAS a émis un RA aux deux équipages de conduite. Le RA du TCAS a été un stimulus plus convaincant pour les équipages de conduite, puisque, six secondes après réception du RA, tant ACA185 que NWA26 avaient déjà commencé leurs manœuvres d'évitement d'abordage. Le contrôleur n'ayant pas utilisé une phraséologie impérative ou une phraséologie d'alerte à la sécurité accompagnée de l'information de trafic appropriée, il a fallu plus de temps pour que les intentions du contrôleur se concrétisent, ce qui a exposé pendant plus longtemps les deux avions à un risque d'abordage.

Notification du contrôleur à la suite d'une manœuvre d'évitement d'abordage provenant du système d'avertissement de trafic et d'évitement d'abordage

Le RAC exige que les équipages de conduite informent l'ATC de tout écart par rapport à leurs autorisations dès que possible après qu'ils ont entrepris une manœuvre d'évitement d'abordage. Toutefois, les conseils fournis par l'AIM et la circulaire consultative 120-55B de la FAA donnant la phraséologie à utiliser dans pareilles circonstances constituent une pratique recommandée plutôt qu'une norme. De plus, les caractéristiques du TCAS sont telles qu'une manœuvre commandée par un RA du TCAS peut être inversée, par exemple une RA demandant une montée se transformant en RA demandant une descente. Par conséquent, les lignes directrices des compagnies dont disposaient les équipages de conduite à propos de la notification du contrôleur variaient entre Air Canada et Northwest Airlines. Si Air Canada demandait à ses équipages d'utiliser les mots « DESCENTE/MONTÉE TCAS », Northwest Airlines demandait simplement à ses équipages d'aviser les contrôleurs sans donner une phraséologie précise à utiliser.

Dans cet événement, les deux équipages de conduite ont mentionné le TCAS, mais aucun n'a eu recours aux mots recommandés pour aviser le contrôleur après avoir su qu'ils allaient s'écarter de l'altitude assignée dans leurs autorisations. Par conséquent, le contrôleur ne savait pas qu'ils s'écartaient de leurs autorisations pendant l'exécution de la manœuvre d'évitement d'abordage demandée par le TCAS.

Le contrôleur n'a émis aucune instruction contredisant le RA du TCAS. Cependant, comme les équipages de conduite n'avaient pas avisé le contrôleur, à l'aide de la bonne phraséologie, des manœuvres d'évitement d'abordage qui allaient entraîner un écart par rapport à l'altitude autorisée par l'ATC, le contrôleur n'était pas au courant de la manœuvre d'évitement d'abordage du TCAS et il aurait pu donner des instructions contradictoires.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Avant d'exécuter le plan d'espacement entre ACA185 et DLH456, le contrôleur n'a pas remarqué qu'il allait en résulter un conflit entre ACA185 et NWA26.
2. Le temps disponible pour surveiller l'exécution du plan d'espacement a été réduit parce que le contrôleur, qui travaillait seul, a décidé d'accepter des estimées entrantes et de chercher à récupérer une fiche de progression de vol acheminée à un mauvais secteur. Il en est résulté une augmentation du temps pendant lequel les avions ont été dans une situation de risque d'abordage avant que le contrôleur se rende compte du conflit et prenne des mesures correctives.
3. Le préjugé de confirmation a probablement réduit la capacité du contrôleur à percevoir les renseignements affichés sur NWA26 qui contrecarraient le plan d'espacement entre ACA185 et DLH456 envisagé par le contrôleur.
4. Les moyens offerts par les outils du système d'affichage de situation intégré (ISiT) afin d'aider le contrôleur à vaincre son préjugé de confirmation ont perdu toute leur efficacité, puisque les procédures n'exigeaient pas l'utilisation de ces outils et que le contrôleur ne s'en est pas servi entre ACA185 et NWA26.

Faits établis quant aux risques

1. Le temps nécessaire pour que les équipages de conduite réagissent comme il convient augmente lorsque les contrôleurs n'utilisent pas une phraséologie impérative ou une phraséologie d'alerte à la sécurité accompagnée de l'information de trafic appropriée. Il s'ensuit une augmentation du temps pendant lequel les aéronefs sont exposés à un risque d'abordage.
2. Si les équipages de conduite n'avisent pas les contrôleurs, à l'aide de la phraséologie recommandée, des manœuvres d'évitement d'abordage qui vont entraîner un écart par rapport aux autorisations du contrôle de la circulation aérienne, les contrôleurs risquent de donner des instructions contradictoires.

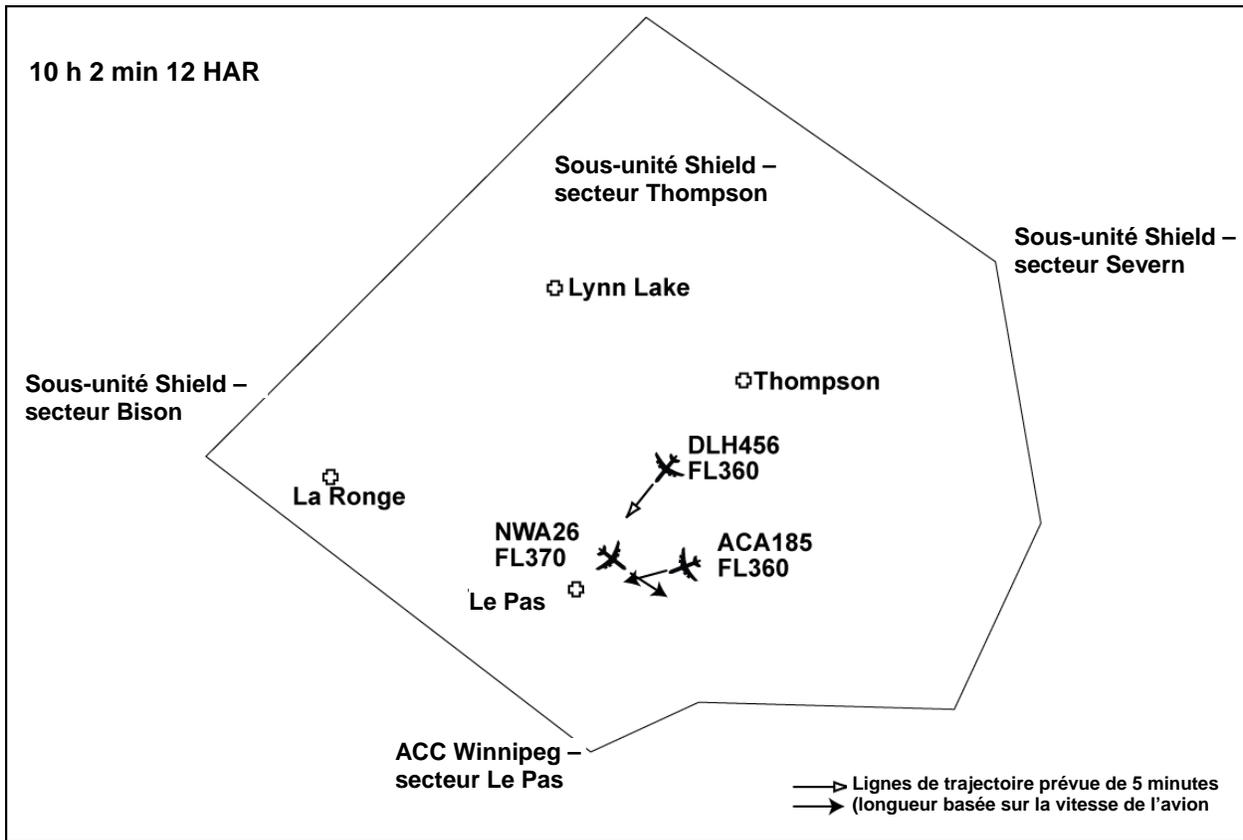
Autre fait établi

1. Les deux équipages de conduite se sont écartés d'environ 600 pieds des altitudes assignées, un chiffre proche des normes prévues.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 7 février 2008.

Visitez le site Web du BST (www.bst.gc.ca) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes et des sites connexes.

Annexe A – Limites du secteur Thompson



Annexe B – Manœuvre consécutive à l’avis de résolution du système d’avertissement de trafic et d’évitement d’abordage – Analyse des données radar

Heure (heure avancée des Rocheuses)	Niveau de vol d’ACA185	Niveau de vol de NWA26	Espacement vertical (pieds)	Espacement horizontal (nm)
10 h 4 min 3	367	370	300	14,9
10 h 4 min 8	367	370	300	13,76
10 h 4 min 12	367	370	300	12,59
10 h 4 min 17	367	370	300	11,38
10 h 4 min 22	367	370	300	10,24
10 h 4 min 27	367	370	300	9,27
10 h 4 min 32	367	370	300	7,9
10 h 4 min 36	366	372	600	6,65
10 h 4 min 41	365	373	800	5,46
10 h 4 min 46	363	Manquant	Manquant	4,2
10 h 4 min 51	361	376	1500	2,94
10 h 4 min 56	358	376	1800	1,91
10 h 5 min 1	355	376	2100	0,96
10 h 5 min 5	354	Manquant	Manquant	0,7
10 h 5 min 10	354	375	2100	1,68
10 h 5 min 15	354	374	2000	2,71
10 h 5 min 20	356	373	1700	3,76
10 h 5 min 25	357	372	1500	4,77
10 h 5 min 30	357	371	1400	5,99
10 h 5 min 34	358	370	1200	7,22
10 h 5 min 39	359	369	1000	8,25
10 h 5 min 44	359	369	1000	9,46
10 h 5 min 49	359	368	900	10,49
10 h 5 min 54	360	369	900	11,75