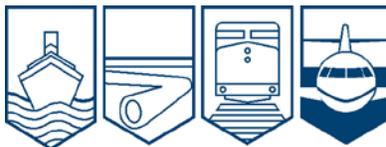


Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

## RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A10P0244



**COLLISION AVEC LE RELIEF**

**DU CONVAIR 580 C-FKFY  
EXPLOITÉ PAR CONAIR GROUP INC.  
À 9NM AU SUD-EST DE LYTTON  
(COLOMBIE-BRITANNIQUE)  
LE 31 JUILLET 2010**

**Canada**

Le Bureau de la sécurité des transports (BST) du Canada 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

### Collision avec le relief

du Convair 580 C-FKFY  
exploité par Conair Group Inc.  
à 9 nm au sud-est de Lytton  
(Colombie-Britannique)  
le 31 juillet 2010

Rapport numéro A10P0244

### *Synopsis*

Le 31 juillet 2010 à 20 h 2, heure avancée du Pacifique, le Convair 580 (portant l'immatriculation C-FKFY et le numéro de série 129), exploité sous l'indicatif Tanker 448 par Conair Group Inc., quitte Kamloops pour combattre un feu de friches près de Lytton (Colombie-Britannique). Avant d'effectuer le largage, il doit survoler le bord d'un ravin situé d'un côté du canyon du fleuve Fraser puis descendre vers le feu qui fait rage dans le ravin. Environ 22 minutes après le départ, le Tanker 448 s'approche du ravin et heurte des arbres. Il se produit alors un largage non prévu de produit ignifugeant. Quelques secondes plus tard, le Tanker 448 entre en vrille à gauche et percute le relief. Une explosion et un incendie après impact détruisent la majeure partie de l'épave. La radiobalise de repérage d'urgence de bord n'émet aucun signal. Celle-ci n'est pas récupérée. Les 2 membres d'équipage perdent la vie dans l'accident.

*This report is also available in English.*

## Renseignements de base

### Déroulement du vol

Deux aéronefs participaient aux manœuvres aériennes de lutte contre les incendies, soit un avion de pointage (Rockwell Turbo Commander 690) et un avion-citerne (Convair 580, ci-appelé Tanker 448). L'équipage de l'avion de pointage avait planifié et dirigé les activités de lutte contre les incendies et avait effectué une démonstration de la passe de largage en fournissant une description verbale à l'intention de l'équipage de l'avion-citerne qui effectuait des cercles au-dessus de la zone. L'équipage de l'avion-citerne devait ensuite effectuer la même passe et larguer le produit ignifugeant conformément aux directives.

Le Tanker 448 (T448) devait effectuer 8 circuits à gauche et larguer 1/8 de son chargement de produit ignifugeant à chaque passe. Le circuit rectangulaire classique<sup>1</sup> avait dû être modifié et remplacé par un circuit triangulaire en raison du relief (figure 1). Le T448 devait intégrer l'étape combinée vent arrière/de base au niveau du fleuve Fraser en direction nord en survolant le côté est ascendant du canyon et se rendre jusqu'à un point situé au bord du ravin.

Il devait alors effectuer un virage à gauche en finale qui exigeait un changement de direction de plus de 90° à un angle d'inclinaison pouvant aller jusqu'à 40°. Il devait ensuite descendre de 900 pieds dans le ravin pour effectuer le largage. Après chaque largage, il devait continuer en ligne droite en survolant le relief en pente descendante du ravin en direction du fleuve Fraser.

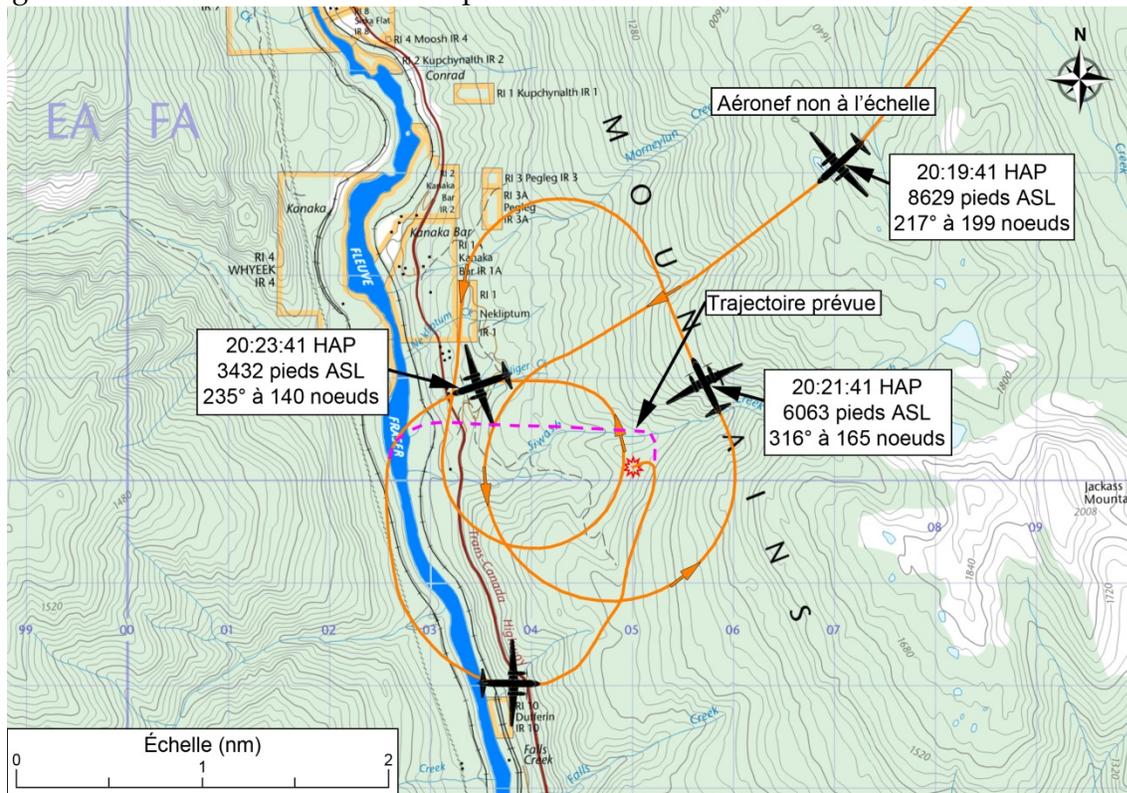


Figure 1. Trajectoire estimative de vol

<sup>1</sup> Le circuit classique comprend 4 étapes : étape vent de travers, étape vent arrière, étape de base et étape finale.

La procédure normale de l'avion-citerne de Conair consistait à quitter l'altitude du circuit à 1000 pieds au-dessus de la hauteur de largage voulue à l'étape de base et se mettre en palier à la hauteur de largage souhaitée pendant l'étape d'approche finale. Selon le circuit modifié, le T448 devait rester à 3100 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl) jusqu'à ce qu'il survole le bord du ravin. À cette altitude, le dégagement au-dessus des arbres à l'endroit où l'avion de pointage avait survolé le bord du ravin était environ de 100 à 150 pieds. Ainsi, le T448 pouvait alors virer en finale tout en descendant de 900 pieds jusqu'à la hauteur de largage.

La trajectoire de vol prévue comportait une sortie d'urgence qui consistait à virer à gauche de n'importe quel point de l'étape vent arrière/de base et survoler le relief en pente descendante pour retourner au fleuve Fraser.

Le T448 était muni d'un dispositif de localisation électronique qui, grâce au système mondial de positionnement (GPS), produisait un rapport de localisation toutes les 2 minutes. Les données transmises indiquent que le T448 a effectué deux cercles au-dessus de la zone de l'incendie pendant que l'avion de pointage effectuait une démonstration de la passe de largage. Le T448 est entré dans le circuit pour sa première passe de largage près du fleuve Fraser. Il s'est dirigé au sud-sud-ouest à une altitude de 3432 pieds asl et une vitesse-sol de 140 nœuds. Cette manœuvre concordait avec les procédures d'utilisation normalisées (SOP) de Conair. Les 36 dernières secondes du vol ont été captées sur vidéo par la caméra à bord de l'avion de pointage.

Avant de heurter les arbres, le T448 semblait avoir une assiette en cabré, les volets hypersustentateurs (volet) étaient sortis à un angle indéterminé et les phares d'atterrissage (sous les ailes) étaient sortis et allumés. Aucun virage de sortie d'urgence n'a été tenté et aucune communication radio n'a été effectuée dans le circuit. Toutes les communications précédentes étaient normales. Environ 3 secondes avant que l'avion heurte les arbres, l'équipage de l'avion de pointage a observé un changement dans le profil de vol du T448 qui a été interprété comme un passage du vol en palier au vol en descente.

Un largage non prévu de produit ignifugeant s'est produit au moment de la collision avec les arbres. Environ 3 secondes après la collision, le T448 est entré en vrille à gauche<sup>2</sup> et a complété une rotation complète en 5 secondes en piqué prononcé, avant de percuter le relief situé 590 pieds plus bas.

### *Lieu de l'accident*

Il y a 2 sites d'accident, soit l'endroit où l'aéronef a heurté les arbres au bord du ravin et le lieu principal de l'accident au fond du ravin. Environ 8 secondes avant l'écrasement, le T448 a heurté 3 arbres qui se trouvaient sur un dôme au bord du ravin à environ 3020 pieds asl.

Il n'a pas été possible de déterminer si le T448 est passé à l'endroit exact où l'avion de pointage a survolé le bord du ravin. Puisque le bord du ravin présente une pente descendante de droite à gauche, le T448 aurait survolé un relief plus élevé en passant plus à la droite.

---

<sup>2</sup> Régime de rotation continue que prend un aéronef lorsque l'une de ses ailes est en décrochage plus profond que l'autre et qu'il est maintenu à un fort angle d'incidence. Encyclopédie de l'aviation.

Le tracé de la cime brisée des arbres indique que l'aéronef était en montée. Aucun produit ignifugeant n'a été trouvé sur les arbres que l'aéronef a heurtés. On en a plutôt découvert à 30 pieds de là.

Les seuls débris d'aéronef trouvés sur les lieux de l'impact initial consistaient en une petite rondelle. On a déterminé qu'il s'agissait d'une rondelle-frein d'écrou servant à fixer les panneaux en matériau composite qui recouvrent les charnières de gouverne de profondeur.

La bande vidéo n'a pas fait état de pièces s'étant détachées de l'aéronef en cours de vol et aucune pièce n'a été trouvée entre le lieu de l'impact avec les arbres et le lieu principal de l'accident.

Les dommages aux arbres sur le lieu principal de l'accident indiquent que l'aéronef avait un angle de descente finale de 51°. L'aéronef transportait un chargement presque complet de produit ignifugeant et une quantité importante de carburant. L'impact avec le sol a produit une boule de feu, et l'incendie qui a suivi l'impact a déclenché un autre feu de friches.

Aucune inspection approfondie de l'épave n'a pu être effectuée en raison des dommages importants causés par l'incendie qui a suivi l'impact.

### *Conditions météorologiques*

Le message d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR) de 20 h<sup>3</sup>, émis par une station d'observation automatique située à Lytton, à 9 milles marins (nm) en amont du lieu de l'accident, indiquait un vent du 170° vrai à 24 nœuds avec rafales à 30 nœuds, une visibilité de 9 milles terrestres, quelques nuages à 4500 pieds au-dessus du niveau du sol (agl), une température de 22 °C et un calage altimétrique de 29,85 pouces de mercure (Hg).

À l'aide de la bande vidéo, on peut voir que la fumée du feu à circonscrire monte et dérive lentement. La caméra portative à bord de l'avion de pointage est restée stable pendant toute la prise de vue. Ces 2 facteurs indiquent que le vent était léger et que l'avion de pointage n'a traversé aucune turbulence ni courant rabattant. Les conditions météorologiques n'ont pas contribué à cet accident.

### *Équipage de conduite*

Selon les dossiers, l'équipage de conduite possédait les licences et les qualifications nécessaires pour le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Le commandant de bord était titulaire d'une licence de pilote de ligne et travaillait pour l'exploitant depuis 1983. En avril 2010, il avait terminé sa formation périodique. Cette formation comprenait une vérification des compétences pilotes, un test de vol aux instruments ainsi que des techniques d'évitement des impacts sans perte de contrôle (CFIT), incluant des stratégies de prévention ainsi que des techniques et profils des manœuvres de sortie, de prise de décision du pilote et de gestion des ressources dans le poste de pilotage. Le copilote avait été jumelé au commandant de bord pour sa formation en ligne.

---

<sup>3</sup> Les heures sont exprimées en heure avancée du Pacifique (temps universel coordonné moins 7 heures).

Le copilote était titulaire d'une licence de pilote de ligne et il avait été embauché en mai 2010. Il avait terminé sa formation de base en juin 2010. Cette formation comprenait une vérification des compétences pilotes et un test de vol aux instruments. À l'instar du commandant de bord, il avait suivi une formation sur l'évitement des CFIT, la prise de décision du pilote et la gestion des ressources dans le poste de pilotage ainsi que sur le travail aérien et les procédures de lutte contre les incendies. Le copilote était novice dans les activités de lutte contre les incendies et pilotait le Convaire 580 (CV580) depuis peu (tableau 1).

Expérience de l'équipage	Nombre total d'heures de vol	Expérience en lutte contre les incendies	Expérience de pilotage du CV580
Commandant de bord	17 000 heures	3500 heures	900 heures
Copilote	5200 heures	26 heures	34 heures

**Tableau 1** – Expérience de l'équipage

Le programme de formation de Conair destiné aux nouveaux copilotes consacre une heure de vol à la formation relative aux procédures de lutte contre les incendies et le survol du relief, à l'approche de la zone cible, à la remise des gaz, à la vitesse aérodynamique, à l'altitude ainsi qu'à la coordination de l'équipage. Le programme de formation ne traite pas du vol de l'aéronef lorsqu'il est chargé à sa masse brute maximale au décollage, ni du largage d'urgence du produit ignifugeant.

L'équipage avait débuté sa journée de service vers 10 h et avait pris une pause de 3 heures, entre 16 h 40 et 19 h 40. La demande d'un avion-citerne pour éteindre le feu près de Lytton avait été envoyée à 19 h 51. La vérification des horaires de service des 2 pilotes et de leurs occupations au cours des 72 heures précédant l'accident n'a révélé aucun problème de fatigue ayant pu contribuer à l'accident.

### *Examen des moteurs et des hélices*

Les 2 moteurs et leurs composants connexes ont subi des dommages importants en raison de l'impact et de l'incendie. Aucun accessoire du moteur n'a pu être testé. Les moteurs ont été examinés dans la mesure du possible et les résultats des examens démontrent qu'ils fournissaient une puissance maximale au moment de l'impact.

Les dommages aux hélices correspondent à des dommages subis par des pales qui heurtent le relief alors que les moteurs fournissent une puissance importante. L'inspection a déterminé que les 2 hélices fonctionnaient normalement.

### *Examen des commandes de vol*

Les gouvernes ont subi des dommages importants en raison de l'impact et de l'incendie. L'examen limité qui a pu être effectué n'a permis d'identifier aucun problème. Les volets étaient brisés en plusieurs morceaux, mais ce sont les pièces qui ont été les moins endommagées par l'incendie. Le moteur hydraulique d'entraînement des volets de l'aile gauche a été récupéré et son examen a permis de déterminer que les volets étaient sortis de 12° au moment de l'impact. Les volets sont actionnés par le circuit hydraulique normal de l'aéronef et commandés

par un interrupteur à rappel. Les volets se déplacent de 2° à 3° par seconde, tant que l'interrupteur est actionné. Le circuit hydraulique est généralement mis hors pression par l'intervention d'un membre d'équipage en croisière. La mise sous pression du circuit hydraulique est un élément de la liste de vérification de largage « BOMBING CHECK ».

Le tube de torsion qui sert à interrompre le déplacement des volets en cas de sortie dissymétrique des volets qui se trouve dans la partie inférieure du fuselage entre les volets intérieurs a été examiné. Des indications de déplacement différentiel des volets de l'aile droite et de l'aile gauche ont été relevées, mais il n'a pas été possible de déterminer si ce déplacement avait été causé par l'impact initial avec les arbres, l'impact final ou encore par une dissymétrie des volets. L'examen de la bande vidéo n'a pas permis de déceler de mouvement de roulis indicateur d'une dissymétrie des volets au cours des 3 secondes précédant le virage à gauche qui a entraîné la vrille.

### *Procédures de l'avion de pointage*

L'avion de pointage était un Rockwell Turbo Commander 690 dont les vitesses de vol sont semblables à celles du CV580.

Le manuel d'exploitation de la compagnie (MEC) de Conair fournit des directives aux pilotes d'avion de pointage sur les limites et les facteurs à considérer au moment d'établir les trajectoires de vol de lutte contre les incendies des avions-citernes et comprend ce qui suit :

Section 7.25 – Si, pour effectuer le virage, l'angle d'inclinaison doit dépasser 30°, la zone peut être jugée acceptable, sous réserve des conditions suivantes :

- l'angle d'inclinaison ne dépasse jamais 45°;
- le pilote de l'avion-citerne est avisé si l'angle d'inclinaison dépasse 30°; et,
- si l'angle d'inclinaison dépasse 45° pendant le virage, la zone est jugée inacceptable.

Autant pour les aéronefs pointeurs que pour les aéronefs-citernes, il est important de préciser que l'approche doit prendre en compte les erreurs de pilotage, les distractions, les problèmes de visibilité, les défauts de l'aéronef, les manœuvres d'évitement, etc., et que des possibilités de sortie en toute sécurité doivent être fournies. Il faut s'assurer que les routes de sortie après largage mènent les avions-citernes vers un relief plat ou descendant. [TRADUCTION]

L'avion de pointage utilisait le calage altimétrique de Kamloops 29,74 po Hg, qui avait été fourni au T448, et bien reçu par ce dernier. Ce calage était inférieur de 0,11 po Hg au calage altimétrique local fourni pour Lytton à 20 h. Les altimètres des 2 aéronefs avaient été étalonnés au cours des 24 mois précédents. Selon les tableaux d'étalonnage, ils auraient dû fournir les mêmes indications, à 2 pieds près, à l'altitude du circuit, ce qui signifie que les 2 équipages de conduite auraient eu la même référence altimétrique par rapport au relief pour les opérations à vue.

L'équipage de l'avion de pointage avait pu effectuer plusieurs circuits à plus basse altitude afin d'établir la trajectoire de la passe de largage vers le feu visé. L'exposé que l'équipage de l'avion de pointage a fourni au T448 concernait le virage en finale, puisque les paramètres de ce dernier dépassaient les paramètres normaux. À part l'angle d'inclinaison du virage en finale, l'équipage de l'avion de pointage n'avait décelé aucun problème de visibilité et n'avait fait face à aucune

difficulté en établissant trajectoire ou en faisant la démonstration de la passe de largage pour le T448.

### *Masse et centrage*

L'avion en question a été modifié en vertu de plusieurs certificats de type supplémentaires canadiens qui accordaient une augmentation progressive de la masse brute maximale au décollage. Il est certifié pour une masse brute maximale au décollage de 58 500 livres. L'avion a quitté Kamloops avec un chargement complet de produit ignifugeant et près de 8000 livres de carburant. Un calcul de masse et de centrage indique que l'avion avait une masse de 480 livres supérieure à sa masse brute maximale au décollage. Ainsi, le T448 ne respectait pas les limites du certificat. Au moment de commencer son approche de l'incendie, le T448 devait avoir consommé suffisamment de carburant pour que la masse et le centrage soient dans les limites prescrites.

### *Procédures de l'avion-citerne*

Les SOP de Conair recommandent un réglage des volets à 20° maximum et une vitesse indiquée de 140 nœuds pour les manœuvres dans une zone de feu (rayon de 5 nm). Généralement, dans le circuit de largage, l'étape de base se déroule avec les volets sortis à 30° et à une vitesse cible de 130 nœuds. L'étape finale s'effectue avec les volets sortis à 40° et à une vitesse cible de 120 nœuds. La procédure de remise des gaz prévue après un largage, pour le CV580, nécessite d'appliquer la puissance maximale sauf décollage (METO) et de rentrer les volets à 20°.

Afin de respecter le plan initial de lutte contre l'incendie, l'équipage de conduite devait régler le sélecteur de largage de produit ignifugeant à 1/8 de la capacité du réservoir avec couverture maximale et armer le système conformément à la liste de vérification « BOMBING CHECK » du CV580 de Conair. Ce réglage met sous tension l'interrupteur de largage normal qui se trouve sur la poignée gauche du volant de commande de gauche et qui doit être enfoncé pour effectuer le largage. L'interrupteur de largage normal et l'interrupteur de communication sont actionnés par le pouce gauche du pilote et placés l'un près de l'autre. L'interrupteur de largage normal, qui est en retrait afin d'éviter qu'il soit actionné par inadvertance, ne peut pas être atteint du siège de droite. Les trappes du réservoir de produit ignifugeant sont actionnées par le circuit hydraulique normal de l'avion, et reliées à un accumulateur hydraulique de secours qui permet de les ouvrir en cas de panne du circuit normal.

Le système de largage de produit ignifugeant comporte une fonction de largage d'urgence distincte qui permet de larguer tout le chargement en cas d'urgence. L'interrupteur de largage d'urgence était à la portée des 2 pilotes (photo 1). On a établi que seulement 1/8 du chargement de produit ignifugeant avait été largué d'urgence durant le vol en question. Selon le plan, il s'agissait de la quantité qui devait être larguée à chaque passe. Il n'a pas été possible d'établir si la consigne du largage d'urgence a été ordonnée verbalement ou s'il a tenté physiquement. Cependant, le largage n'a pas été effectué avec succès.



**Photo 1-** Sélecteur de largage d'urgence

Conair a déjà relevé 2 dangers liés aux chargements de produit ignifugeant; le non-largage intempestif du chargement et le largage d'urgence intempestif du chargement. Les politiques suivantes ont été élaborées afin d'atténuer tout risque possible.

En ce qui a trait au non-largage intempestif du chargement, le MEC de Conair et le manuel d'exploitation du CV580 encouragent les équipages d'avions-citernes à larguer immédiatement le chargement de produit ignifugeant si la sécurité de l'équipage est menacée.

- Les pilotes d'avions-citernes devraient être prêts à larguer le chargement au cas où il est nécessaire d'améliorer immédiatement les performances de l'avion. (MEC de Conair, rubrique 7.21.2 (a))
- Il serait également bon de rappeler aux pilotes d'aéronefs-citernes que s'ils se trouvent dans une situation critique par inadvertance, que l'avion est difficile à manœuvrer et qu'il soit sur le point d'atteindre les limites de son domaine d'utilisation. Les membres de l'équipage devraient immédiatement larguer le chargement de produit ignifugeant afin d'assurer la sécurité de l'équipage. (MEC de Conair, rubrique 7.25)
- Si la sécurité de l'avion et de l'équipage est menacée, l'un ou l'autre des pilotes peut larguer d'urgence le reste du chargement et régler la puissance selon les besoins. (Manuel d'exploitation du CV580, rubrique 3.19)

En ce qui a trait au largage d'urgence intempestif du chargement, la politique de Conair se trouve à la section 2 du Manuel d'exploitation du CV580 (Procédures d'urgence/généralités) :

Toute situation qui demande une mesure irréversible ou le déclenchement d'un interrupteur sous cache (p. ex. largage d'urgence, extincteur, robinet de carburant, etc.), doit être confirmée avant qu'une mesure soit prise.

Par nécessité, le largage d'urgence exige l'initiation du pilote commandant de bord (PIC), qu'il soit le PF<sup>4</sup> ou le PNF<sup>5</sup>, car dans la plupart des aéronefs, le PIC est le seul à avoir un bouton de largage. De plus, le PIC peut être d'avis que l'avion n'est pas dans une bonne position pour un largage d'urgence et il se doit d'assurer la sécurité des personnes et des biens au sol. Le sélecteur de largage d'urgence ne devrait être actionné qu'en cas de défaillance du bouton de largage du PIC. [TRADUCTION]

### *Fonctionnement de l'avion et systèmes de bord*

Les dossiers indiquent que l'appareil était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. Des travaux de maintenance imprévus ont été effectués immédiatement avant le vol en question afin de remplacer l'alternateur n° 1. L'avion est doté de 2 alternateurs, un sur chaque moteur. Le fonctionnement des 2 alternateurs a été vérifié après les travaux de maintenance. Aucune préoccupation en matière de sécurité n'a été soulevée relativement à ces travaux de maintenance ni à l'état général de l'avion. Il n'y avait aucune défektivité non réglée ni point d'entretien différé.

---

4 Pilote aux commandes.

5 Pilote non aux commandes.

L'avion n'était pas équipé d'un enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) ni d'un enregistreur de données de vol (FDR), et cela n'est pas exigé par la réglementation.

Le personnel de maintenance de Conair effectue l'inspection<sup>6</sup> des réservoirs de produit ignifugeant tous les 14 jours. L'inspection avait été effectuée 11 jours avant l'accident. Cette inspection recommande une vérification du fonctionnement du système de largage d'urgence. Cependant, cette vérification n'est pas effectuée systématiquement, car l'ouverture des trappes du réservoir de produit ignifugeant cause un déversement de produit sur l'aire de trafic qui soulève des préoccupations au niveau environnemental. Il n'est mentionné à aucun endroit dans les listes de vérification avant le vol, ou autre document opérationnel à la disposition de l'équipage de conduite que l'équipage de conduite doit effectuer la vérification du système de largage d'urgence si celle-ci n'a pas été faite au moment de l'inspection de maintenance.

Le système de largage de produit ignifugeant comporte une fonction de largage d'urgence distincte qui est activée au moyen d'un interrupteur qui se trouve sur un panneau d'interrupteurs orienté vers l'arrière sur le pylône central entre les sièges des pilotes (photo 1). Cet interrupteur compte parmi les 3 interrupteurs sous cache d'un panneau comportant 6 interrupteurs situé à peu près à la hauteur des coudes des pilotes. Il peut être actionné par l'un ou l'autre des pilotes. Le système est fonctionnel lorsque les circuits électrique et hydraulique de l'aéronef sont activés. Il faut environ 5 secondes au système pour larguer un chargement complet de produit ignifugeant, soit environ 18 000 livres.

Le CV580 a été certifié sans avertisseur de décrochage, et le T448 n'en possédait pas. Les vitesses de décrochage de l'aéronef n'ont pas changé en raison de l'installation du système de largage de produit ignifugeant. L'emplacement du réservoir de produit ignifugeant sur le ventre de l'aéronef le rend vulnérable aux dommages par impact. L'ampleur des dommages subis par le réservoir n'a pas permis de l'examiner convenablement. L'aéronef était équipé d'un indicateur d'angle d'attaque (AOA) qui avait été installé en vertu d'un certificat de type supplémentaire (photo 2).

---

<sup>6</sup> Renvoie à l'inspection de maintenance A du Conair CV580.



Photo 2 - Indicateur d'angle d'attaque

L'AOA est situé à l'extrémité gauche du tableau de bord du commandant de bord, près de l'anémomètre. L'AOA comporte des arcs de couleur, mais aucun système d'avertissement sonore ou visuel. L'aiguille et les arcs de couleur de l'indicateur (qui se trouvent du côté droit de l'indicateur) ne sont pas entièrement visibles du siège du pilote de droite.

Les pratiques de formation de Conair recommandent que l'indicateur d'angle d'attaque sert de référence principale pendant les manœuvres à basse altitude, et qu'il incombe au PNF d'annoncer tout écart, par exemple lorsque l'aiguille de l'indicateur d'angle d'attaque remonte de la position de 3 heures vers la position de 12 heures.

Le manuel d'exploitation du Conair CV580 comprend 2 procédures de remise des gaz; la remise des gaz prévue et la remise des gaz imprévue. Les 2 procédures sont fondées sur une vitesse minimale prédéterminée en approche. La remise des gaz prévue s'effectue après un largage de produit ignifugeant qui consiste généralement de passer à la puissance METO et de rentrer les volets à 20°. La remise des gaz imprévue n'est pas planifiée. Elle consiste à passer à la puissance maximale disponible, régler les volets à 15° et, le cas échéant, de rentrer le train d'atterrissage.

Le modèle d'aéronef en question est reconnu pour se mettre en cabré lors de la remise des gaz. Dans les 2 procédures, la rentrée des volets entraîne une réduction de la portance et de la traînée. Selon les SOP de Conair, le T448 peut avoir effectué son approche du ravin à 140 nœuds les volets réglés à 20° ou à 130 nœuds les volets réglés à 30°. Le choix de ces valeurs est à la discrétion du commandant de bord. Une diminution de vitesse peut placer l'aéronef dans une situation de bas régime appelée communément « second régime de vol ».

Le manuel d'exploitation de Conair traite du risque de largage imprévu à la section 7.24.2 qui prévoit :

Lorsque l'avion est en « second régime de vol » ou dans le « domaine des sollicitations contraires », si la vitesse diminue, il faut augmenter la puissance afin de ne pas perdre d'altitude.

Si la vitesse diminue alors que la puissance moteur est élevée (en vol en palier), l'angle d'attaque sera élevé. La solution normale dans cette situation consiste à augmenter la puissance ou à augmenter la vitesse ou, de préférence, les deux.

Il est possible d'entrer dans ce régime de vol en volant trop bas à l'approche d'une crête, en effectuant une approche plutôt plate d'une cible ou lorsque le vent souffle en rafales. [. . .] À basse altitude, s'il n'est pas possible d'augmenter la puissance afin d'accélérer, il se peut qu'il n'y ait aucun moyen d'atteindre les performances de montée nécessaire pour franchir les obstacles. [. . .] Puisque l'angle d'attaque est déjà élevé, il peut y avoir décrochage au moment de la remise des gaz, plus particulièrement si la sortie exige des manœuvres immédiates afin d'éviter une collision avec le relief. [TRADUCTION]

Au cours d'une enquête menée par le National Transportation Safety Board (NTSB), NTSB-AAR-70-27, sur un accident impliquant un CV580 survenu en 1968, un essai en vol qualitatif a été effectué à bord d'un CV580 afin d'établir la stabilité et la manœuvrabilité de l'aéronef au moment de la remise des gaz. Il a été constaté que l'aéronef avait tendance à se mettre en cabré en passant à la puissance maximale disponible. L'essai a permis de démontrer qu'il était possible de maintenir la vitesse en exerçant une force (poussée) d'au plus 47 livres sur le manche pilote dans la plage de centrage, que l'aéronef subissait d'importants tremblements avant le décrochage, mais que les commandes de vol fonctionnaient quand même et qu'il avait de bonnes caractéristiques de sorties de décrochage.

Selon le rapport du NTSB, le CV580 en question était en montée et perdait de la vitesse. À 105 nœuds, une remise des gaz a été effectuée en passant à la puissance maximale disponible et en réglant les volets à 15°. L'aéronef a continué à perdre de la vitesse en montée et à 85 nœuds le train a été rentré. À 80 nœuds, l'aéronef a soudainement et rapidement perdu de l'altitude et a effectué un virage accentué à gauche.

### *Illusion visuelle*

Le jour de l'accident, l'équipage de l'aéronef de pointage n'a pas signalé avoir été victime d'illusions visuelles alors qu'il faisait la démonstration de la trajectoire de vol. Lorsque les enquêteurs du BST ont effectué un vol en respectant la trajectoire de vol de la passe de largage quelques semaines après l'accident, une illusion visuelle a été notée. Pendant l'étape combinée vent arrière/de base, à environ 3100 à 3200 pieds asl et approximativement à 1 nm avant le lieu connu de l'impact initial avec les arbres, ce lieu semblait être entre 400 et 500 pieds sous l'aéronef alors qu'il ne se trouvait qu'à 150 pieds. Contrairement au vol en question, qui a été effectué environ une heure avant le coucher du soleil alors que la visibilité était de 6 à 9 milles terrestres dans la fumée, le vol des enquêteurs a été effectué de jour dans de bonnes conditions visuelles.

L'illusion visuelle a été identifiée comme un facteur contributif dans le cadre d'autres enquêtes. Une illusion fausse la perception, et cette fausse perception peut être décrite comme une forme de désorientation spatiale non perçue par rapport au relief.

Le rapport d'enquête du BST n° A03P0194 qui porte sur l'écrasement d'un avion-citerne Lockheed L-188 Electra qui s'est aussi produit en Colombie-Britannique concluait que les caractéristiques du relief étaient trompeuses, ce qui a fait que les pilotes ont eu de la difficulté à déceler la proximité et la vitesse d'approche du relief ascendant assez vite pour éviter ce dernier.

De plus, l'enquête n° 13807 menée par la Direction de la sécurité des vols des Forces canadiennes sur l'écrasement d'un DHC-6 Twin Otter militaire en Alberta a conclu que l'illusion visuelle était le principal facteur ayant contribué à l'accident.

Le manuel Aeromedical Training for Flight Personnel<sup>7</sup> indique ce qui suit :

Les illusions donnent de fausses impressions des conditions réelles. Les membres des équipages de conduite doivent donc comprendre les types d'illusions possibles et la désorientation qu'elles peuvent causer. Même si la vision est le sens le plus fiable, certaines illusions peuvent être le résultat d'une mauvaise interprétation de ce que les yeux perçoivent; ce qui est perçu n'est pas toujours exact. Même lorsqu'ils ont des points de référence à l'extérieur du poste de pilotage, en plus des données fournies par les instruments à l'intérieur du poste de pilotage, les membres des équipages de conduite doivent s'assurer d'analyser correctement l'information.

Désorientation spatiale TYPE I (NON ADMISE) – Un pilote désorienté ne perçoit aucun signe de désorientation spatiale. En d'autres termes, il pense que tout va bien. Ce qu'il voit, ou ce qu'il croit voir est confirmé par ses autres sens. La désorientation de type I est la plus dangereuse. Le pilote, qui n'est pas conscient qu'il y a un problème, ne se rend pas compte de la désorientation et ne corrige pas la situation. Cela provoque généralement un accident mortel :

- Le pilote peut voir que les instruments fonctionnent correctement. Il ne soupçonne aucune défektivité au niveau des instruments.
- Il peut n'y avoir aucune indication de mauvais fonctionnement des commandes de l'avion. L'avion fonctionne normalement.
- Un exemple de ce type de désorientation spatiale serait l'illusion de perception de hauteur ou de profondeur lorsque le pilote heurte le sol ou un obstacle au-dessus du sol en raison d'un manque de conscience de la situation.

[TRADUCTION]

---

<sup>7</sup> Department of the Army (US), Field Manual No. 3-04.301 (1-301) Chapter 9 - Spatial Disorientation [http://www.cavalrypiedslot.com/pdfpubs/fm3\\_04x301.pdf](http://www.cavalrypiedslot.com/pdfpubs/fm3_04x301.pdf)

L'enquête a donné lieu aux rapports de laboratoire suivants :

LP156/2010 - *Instrument Analysis (Horsepower gauges)* (Analyse des instruments - Indicateurs de puissance)

LP163/2010 - *Analysis of Turbine Splatter* (Analyse des projections de turbines)

On peut obtenir ces rapports en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

## *Analyse*

### *Généralités*

Pour se retrouver en montée à 3020 pieds au moment où il a heurté les arbres, l'aéronef a dû descendre de plus de 400 pieds dans le circuit après avoir rejoint l'étape vent de travers à 3434 pieds asl. L'enquête a démontré que les 2 moteurs fournissaient une puissance maximale et que les 2 hélices fonctionnaient normalement au moment de l'écrasement. Aucune défaillance au niveau de la cellule ni défectuosité d'un système en vol n'a pu être identifiée. L'équipage n'a fait état d'aucune préoccupation dans ses communications et n'a pas tenté d'interrompre la passe de largage. Le changement d'altitude au niveau du circuit n'a donc pas été causé par une défaillance technique.

L'allumage des phares d'atterrissage et le réglage des volets confirment que la liste de vérification « BOMBING CHECK » a été exécutée. Le largage partiel de produit ignifugeant confirme que le circuit hydraulique était sous pression et fonctionnait normalement, et que le système de largage de produit ignifugeant était fonctionnel et réglé en fonction du volume de largage souhaité. Puisque le bouton de largage pouvait être actionné uniquement du siège de gauche, le fait qu'il ait été actionné confirme que le commandant de bord n'a pas été victime d'une incapacité.

Au moment de la remise des gaz, la première préoccupation était de franchir le relief. Il était possible de solliciter les commandes de profondeur pour une mise en piqué en exerçant une poussée sur le volant de pilotage afin d'éviter un décrochage aérodynamique. Puisque l'aéronef n'était pas encore en position pour effectuer le largage de produit ignifugeant prévu, il est peu probable que le pilote ait eu le pouce sur l'interrupteur de largage protégé et qu'il l'ait actionné par mégarde en tentant d'abaisser le nez de l'aéronef. Le commandant de bord avait probablement l'intention de larguer la quantité de chargement prévue afin d'améliorer les performances de montée.

Après l'impact avec les arbres, la seule route de sortie possible consistait à virer à gauche dans le ravin afin d'éviter une collision avec le relief. Cependant, il n'est pas possible de déterminer si le virage à gauche a été amorcé par l'équipage, causé par les dommages subis par l'aéronef ou suite à la remise des gaz à bas régime. Quelle que soit la situation, il y a eu perte de maîtrise.

Il est fort probable que l'aéronef a été endommagé en raison de l'impact avec les arbres. Il n'a pas été possible de déterminer exactement l'effet que ces dommages ont eu sur la pilotabilité de l'aéronef et sur le déclenchement de la vrille.

### *Procédures de la compagnie*

Conformément aux mesures de gestion proactive de la sécurité, Conair avait déjà cerné différents problèmes liés à la sécurité, comme :

- les conditions de vol à bas régime;
- les illusions visuelles;
- les procédures de gestion de la puissance moteur;
- la conscience de l'imminence de décrochage;
- le non-largage ou le largage d'urgence intempestif du chargement de produit ignifugeant; et

- les procédures de largage d'urgence du chargement de produit ignifugeant.

Des modifications ont été apportées aux politiques et procédures de la compagnie, à l'équipement et à la formation afin de réduire ces risques. Malgré tous ces efforts, le présent accident s'est produit.

Les pratiques de formation de Conair recommandent que le PNF utilise l'indicateur d'angle d'attaque comme référence principale pendant les manœuvres à basse altitude pour annoncer les écarts lorsque l'aiguille pointe vers les arcs jaune ou rouge.

Par contre, l'emplacement de l'indicateur fait en sorte qu'il est difficile de voir toute l'aiguille et les arcs de couleur du siège du pilote de droite, ce qui peut réduire l'efficacité de cet outil.

### *Facteurs opérationnels*

Si l'aéronef avait été équipé d'enregistreurs qui auraient résisté à écrasements, il aurait été possible de recueillir les échanges verbaux entre les membres d'équipage sur les procédures, les intentions, les exposés, les instructions, les commandes, le fonctionnement des systèmes, la vitesse des hélices, etc. à l'aide du CVR. De plus, les sollicitations des commandes et les sélections de systèmes auraient été possibles grâce à un FDR. En l'absence de données concrètes provenant d'enregistreurs, l'enquête s'est penchée sur 2 facteurs opérationnels possibles :

- l'aéronef s'est trouvé par inadvertance dans une situation de bas régime à l'approche du ravin après que l'équipage a tenté de prendre de l'altitude; et,
- une illusion visuelle a empêché l'équipage de constater et d'évaluer que l'aéronef s'approchait trop du relief ascendant, causant ainsi un accident CFIT.

Il a été établi que le T448 a effectué une descente de plus de 400 pieds au début du circuit et effectuait une montée lente vers le bord du ravin. Une montée lente, un relief ascendant et l'absence de bons repères d'horizon sont des critères qui peuvent causer une situation de bas régime. Malgré la puissance des moteurs, il se peut qu'en raison de la situation de bas régime, l'équipage a manqué de temps pour effectuer un cabré et gagner suffisamment d'altitude, malgré avoir largué partiellement le produit ignifugeant. Les indicateurs de vitesse et d'angle d'attaque auraient dû fournir des indications visuelles du bas régime et de l'imminence du décrochage, mais ils ne comportaient aucun système d'avertissement sonore ou visuel pouvant attirer l'attention de l'équipage.

Si une remise des gaz a été effectuée et que la vitesse était faible, les volets auraient dû être rentrés à 15°. Il y aurait donc eu réduction du taux de montée initiale. Selon ce que l'équipage de l'avion de pointage a observé, l'avion semblait être en descente. L'équipage de l'avion de pointage ne savait donc pas que le T448 était en montée. Sans repères d'horizon, l'équipage de l'avion de pointage aurait pu interpréter une réduction de l'angle de montée comme le passage d'un vol en palier à un vol en descente. Une puissance maximale et les volets réglés à 12°, selon ce qui a été trouvé, correspondraient à une tentative de remise des gaz. Lorsque les volets sont rentrés pour une remise des gaz et que si le sélecteur des volets est maintenu sur la position rentrée par inadvertance, pendant une seconde de plus, les volets entrent de 2° ou 3° de plus que le réglage visé de 15°. Le manuel d'exploitation ne contient aucune donnée de performance permettant d'établir un taux de montée possible. Par contre, cela ne devrait pas poser de problème, car le plan établi (après le premier largage, monter en augmentant la vitesse de 120 à 140 nœuds et en réglant les volets à 20° avec 7/8 du chargement encore à bord), témoignait des capacités de l'aéronef à une vitesse appropiée.

De plus, une illusion visuelle peut avoir empêché l'équipage de constater ou d'évaluer correctement la trajectoire de vol de l'aéronef par rapport à l'élévation du relief ascendant qui, à l'insu de l'équipage, plaçait l'aéronef trop bas avant d'arriver au bord du ravin.

Le relief local était montagneux et ne fournissait pas de bons repères d'horizon. Le vol a eu lieu pendant la dernière heure de clarté, dans les ombres grandissantes et de la fumée et qui sont des facteurs qui peuvent influencer sur la visibilité. Le fait que l'équipage ait décidé de poursuivre la passe de largage plutôt que de prendre la route de sortie et de faire un autre tour avant de reprendre la passe, ou de larguer d'urgence le chargement de produit ignifugeant afin d'améliorer les performances de montée, laisse supposer qu'il n'était pas conscient du danger imminent vers lequel il se dirigeait. De plus, l'équipage n'a peut-être pas tenu compte de l'altimètre, mais croyait pouvoir continuer sans problème, en évaluer sa position à vue. Les critères (montée lente, relief ascendant, absence de bons repères d'horizon) qui peuvent causer une situation de bas régime peuvent aussi causer une illusion visuelle et produire une fausse sensation de hauteur, comme pendant le vol des inspecteurs du BST.

Compte tenu des mesures prises à la dernière seconde afin d'éviter une collision avec le relief au bord du ravin et du largage partiel du chargement de produit ignifugeant, il est fort probable que l'équipage a été victime d'une illusion visuelle. L'équipage a été surpris par la proximité du relief et cela a influé sur sa prise de décision et sur les mesures qui ont mené à l'événement.

Cependant, le pilote de l'avion de pointage a eu l'avantage d'effectuer plusieurs circuits à plus basse altitude afin d'établir la trajectoire de la passe de largage vers le feu visé. Il demeure que les conditions dans lesquelles il les avait effectués étaient peut-être légèrement différentes. Les risques qu'il soit victime d'une illusion de perception de la hauteur ou de la profondeur étaient peut-être ainsi été réduits à ce moment-là, et il n'a pas été question d'illusions visuelles lors des exposés donnés à l'équipage du T448.

### *Système de largage d'urgence*

L'équipage s'est probablement rendu compte très tard qu'une collision avec des arbres ou le relief était imminente et avait dû prendre des mesures immédiates. Si l'on suppose que le système de largage d'urgence était fonctionnel, il manque un élément critique à la séquence des événements, soit le largage d'urgence du chargement complet de produit ignifugeant. Étant donné qu'il n'y avait pas de produit ignifugeant sur les arbres percutés, un largage partiel ou total du produit ignifugeant n'aurait peut-être pas modifié la séquence des événements. Par contre, dans une situation d'urgence, on se serait attendu à un largage d'urgence de tout le chargement. Le fait que cela n'a pas été fait mérite une analyse.

Différents facteurs peuvent avoir contribué au fait qu'il n'y a pas eu de largage d'urgence :

- Une illusion visuelle a pu empêcher de déterminer à temps ou d'évaluer avec précision la trajectoire de l'aéronef par rapport au relief, rendant ainsi inutile le besoin d'effectuer un largage d'urgence.
- La formation du copilote ne comprenait pas d'exercice de largage d'urgence. Puisque le copilote était nouvellement embauché et qu'il connaissait peu l'aéronef, il se fiait probablement beaucoup aux instructions du commandant de bord. Compte tenu des directives contenues dans les manuels de la compagnie sur le largage d'urgence du chargement, le copilote n'aurait probablement jamais pris l'initiative

d'effectuer un largage d'urgence. Les procédures de la compagnie relatives au largage d'urgence injustifié du chargement étaient très précises :

- Une mesure irréversible ou le déclenchement d'un interrupteur sous cache doit être confirmé avant qu'une mesure soit prise.
  - Le largage d'urgence exige l'intervention du commandant de bord.
  - L'interrupteur de largage d'urgence ne devrait être actionné qu'en cas de défaillance du bouton de largage du commandant de bord.
- Dans la plupart des cas, le sélecteur de largage d'urgence serait actionné par le copilote, mais, conformément aux SOP, le commandant de bord devra d'abord en donner l'ordre verbalement et le copilote devra bien comprendre cet ordre, sans doute imprévu.
  - Le largage d'urgence demande une attention particulière de la part des 2 pilotes qui doivent déterminer et confirmer l'emplacement de l'interrupteur de largage d'urgence parmi les différents interrupteurs sous cache. Cette procédure demandait peut-être plus de temps et d'attention qu'ils ne disposaient.

Puisqu'il se peut que la vérification du fonctionnement du système de largage d'urgence faisant partie des travaux d'inspection de maintenance recommandée n'ait pas été effectuée en raison de préoccupations au niveau environnemental, et qu'il ne soit mentionné à aucun endroit que les membres de l'équipage doivent effectuer la vérification du système de largage d'urgence, même si celle-ci n'a pas été faite au moment de la vérification de maintenance au sol, il est possible qu'aucune vérification n'ait permis de confirmer que le système de largage d'urgence fonctionnait toujours correctement après le début de la saison des feux de forêt.

### *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. Il n'a pas été possible de déterminer jusqu'à quel point les dommages causés au moment de l'impact initial avec les arbres ont pu influencer sur la pilotabilité de l'aéronef.
2. Une illusion visuelle peut avoir empêché de constater ou d'évaluer correctement et assez rapidement le profil de la trajectoire de vol afin d'éviter les arbres sur le relief ascendant.
3. Une illusion visuelle peut avoir contribué à causer une situation de bas régime qui a limité les performances de l'aéronef au moment de la remise des gaz.
4. L'aéronef est entré en décrochage dynamique et parti en vrille. Il n'a pas pu en sortir à cause de la faible altitude.

### *Faits établis quant aux risques*

1. Les illusions visuelles donnent de fausses impressions des conditions réelles. Une désorientation spatiale non perçue et non corrigée, causée par une illusion, entraîne un risque élevé d'incident ou d'accident.
2. Les opérations aériennes effectuées à l'extérieur des limites de masse et de centrage approuvées augmentent les risques de comportement non prévu de l'aéronef.

3. Puisqu'il se peut que la vérification de maintenance recommandée du système de largage d'urgence ne soit pas effectuée, et puisqu'il n'est mentionné à aucun endroit que l'équipage de conduite doit effectuer la vérification du système de largage d'urgence. Ainsi, les risques qu'un système défectueux ne soit pas décelé augmentent.
4. L'interrupteur de largage d'urgence est placé de sorte que l'équipage doit prendre le temps de déterminer et de confirmer son emplacement avant de l'actionner. L'attention consacrée à cette tâche augmente les risques de collision avec le relief.
5. L'emplacement de l'indicateur d'angle d'attaque sur le tableau de bord fait en sorte qu'il est difficile à voir du siège de droite, ce qui réduit son efficacité.
6. L'absence d'enregistrements de données provenant du poste de pilotage au moment d'une enquête peut empêcher de déceler et de signaler des manquements à la sécurité, lesquels signalements pourraient permettre de promouvoir la sécurité des transports.

### *Autre fait établi*

1. Même si l'aéronef était équipé d'un système automatique de comptes rendus de position, un atout indéniable, la fréquence de compte rendu aux 2 minutes était insuffisante pour permettre d'obtenir toutes les données essentielles à l'analyse de l'accident.

### *Mesures de sécurité prises*

#### *Conair Group Inc.*

Depuis l'accident, Conair a pris d'autres mesures afin de réduire au minimum les risques qu'un tel accident se reproduise.

1. L'écran anti-éblouissement au-dessus du tableau de bord du Convair 580 a été modifié afin que les 2 pilotes puissent mieux voir la rangée supérieure d'instruments de vol, qui comprend l'indicateur de vitesse et l'indicateur d'angle d'attaque.
2. Un projet a été mis en œuvre afin de remplacer l'interrupteur à bascule sous cache de largage d'urgence par un gros interrupteur à bouton-poussoir et de placer ce dernier au centre de l'écran anti-éblouissement, bien en vue et à la portée des 2 pilotes.
3. Un projet est en cours afin de modifier le bouton de largage existant sur le volant de commande de gauche pour y ajouter une fonction de sûreté permettant de larguer d'urgence tout le chargement de produit ignifugeant si le bouton est enfoncé 5 fois en moins de 3 secondes.
4. Le programme de formation des pilotes de Conair sera modifié afin d'insister davantage sur les procédures de largage d'urgence.

5. Conair est en train de mettre au point un système de détection de vitesse-sol de décrochage (SgS)<sup>8</sup> pour les opérations d'avions-citernes. Ce système sera d'abord installé à bord de l'avion-citerne Lockheed L-188 Electra.

### *Ministry of Forest Lands and Natural Resource Operations (MFLNRO) de la Colombie-Britannique*

Le personnel du MFLNRO est en train de revoir les procédures permettant aux exploitants d'aéronefs-citernes d'effectuer des essais au sol des systèmes de largage d'urgence, avant de les diffuser, comme l'exigent les exploitants des bases d'avions-citernes du MFLNRO.

*Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 18 avril 2012. Il est paru officiellement le 27 avril 2012.*

*Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web ([www.bst-tsb.gc.ca](http://www.bst-tsb.gc.ca)). Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.*

---

<sup>8</sup> Le système SgS déterminera un domaine de vol sûr pour les avertissements de « basse vitesse », « d'accélération verticale (G) » et de « survitesse ». Il fournira aux équipages de conduite des indications visuelles (écran) sur les tendances en matière de vitesse, d'angle d'attaque et de force G et comportera des avertissements sonores et une fonction de vibration du manche.