



Bureau de la sécurité  
des transports  
du Canada

Transportation  
Safety Board  
of Canada



# RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A21C0078

## **PERTE DE MAÎTRISE ET COLLISION AVEC LE RELIEF**

Rockwell International Aero Commander 690B, C-GYLD  
MAG Aerospace Canada Corp.  
Aéroport de Thunder Bay (Ontario)  
16 août 2021

## À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

Ce rapport est le résultat d'une enquête sur un événement de catégorie 3. Pour de plus amples renseignements, se référer à la Politique de classification des événements au [www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca).

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

## CONDITIONS D'UTILISATION

### Utilisation dans le cadre d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre

La *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* stipule que :

- 7(3) Les conclusions du Bureau ne peuvent s'interpréter comme attribuant ou déterminant les responsabilités civiles ou pénales.
- 7(4) Les conclusions du Bureau ne lient pas les parties à une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Par conséquent, les enquêtes du BST et les rapports qui en découlent ne sont pas créés pour être utilisés dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Avisez le BST par écrit si ce rapport d'enquête est utilisé ou pourrait être utilisé dans le cadre d'une telle procédure.

### Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire le contenu du présent rapport d'enquête en totalité ou en partie à des fins non commerciales, dans un format quelconque, sans frais ni autre permission, à condition :

- de faire preuve de diligence raisonnable quant à la précision du contenu reproduit;
- de préciser le titre complet du contenu reproduit, ainsi que de stipuler que le Bureau de la sécurité des transports du Canada est l'auteur;
- de préciser qu'il s'agit d'une reproduction de la version disponible au [URL où le document original se trouve].

### Reproduction commerciale

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu du présent rapport d'enquête, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite du BST.

### Contenu faisant l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie

Une partie du contenu du présent rapport d'enquête (notamment les images pour lesquelles une source autre que le BST est citée) fait l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie et est protégé par la *Loi sur le droit d'auteur* et des ententes internationales. Pour des renseignements sur la propriété et les restrictions en matière des droits d'auteurs, veuillez communiquer avec le BST.

### Citation

Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A21C0078* (publié le 2 février 2023).

Bureau de la sécurité des transports du Canada  
200, promenade du Portage, 4<sup>e</sup> étage  
Gatineau QC K1A 1K8  
819-994-3741 ; 1-800-387-3557  
[www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)  
[communications@bst.gc.ca](mailto:communications@bst.gc.ca)

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2023

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A21C0078

N° de cat. TU3-10/21-0078F-PDF  
ISBN 978-0-660-47171-6

Le présent rapport se trouve sur le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada à l'adresse [www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)

*This report is also available in English.*

## Table des matières

<b>1.0 Renseignements de base</b>	<b>6</b>
1.1 Déroulement du vol	6
1.1.1 Vol à l'étude	6
1.1.2 Vols précédents	7
1.2 Personnes blessées	7
1.3 Dommages à l'aéronef	8
1.4 Autres dommages	8
1.5 Renseignements sur le personnel	8
1.5.1 Pilote	8
1.5.2 Services de la circulation aérienne	9
1.6 Renseignements sur l'aéronef	9
1.6.1 Système de compensation de la profondeur	10
1.6.2 Masse et centrage	10
1.7 Renseignements météorologiques	11
1.8 Aides à la navigation	11
1.9 Communications	11
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	11
1.11 Enregistreurs de bord	11
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	12
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	13
1.14 Incendie	13
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	13
1.16 Essais et recherche	13
1.16.1 Rapports de laboratoire du BST	14
1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion	14
1.17.1 MAG Aerospace Canada Corp.	14
1.17.2 NAV CANADA	15
1.18 Renseignements supplémentaires	19
1.18.1 Prise de décision du pilote et perception du risque	19
1.18.2 Décrochage accéléré	19
<b>2.0 Analyse</b>	<b>21</b>
2.1 Scénario de l'accident	21
2.2 Prise de décision du pilote et perception du risque	21
2.3 NAV CANADA	22
2.3.1 Communications entre pilotes et contrôleurs de la circulation aérienne	22
2.3.2 Les rapports d'événement à NAV CANADA	22
2.4 Défaillance du câble du compensateur de profondeur	23
<b>3.0 Faits établis</b>	<b>24</b>
3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	24
3.2 Faits établis quant aux risques	24

3.3	Autres faits établis.....	24
<b>4.0</b>	<b>Mesures de sécurité .....</b>	<b>25</b>
4.1	Mesures de sécurité prises .....	25
4.1.1	MAG Aerospace Canada Corp. ....	25

# RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A21C0078

## PERTE DE MAÎTRISE ET COLLISION AVEC LE RELIEF

Rockwell International Aero Commander 690B, C-GYLD

MAG Aerospace Canada Corp.

Aéroport de Thunder Bay (Ontario)

16 août 2021

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales. **Le présent rapport n'est pas créé pour être utilisé dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.** Voir Conditions d'utilisation à la page 2.

### Résumé

Le 16 août 2021, l'aéronef Rockwell International Aero Commander 690B (immatriculation C-GYLD, numéro de série 11426), exploité par MAG Aerospace Canada Corp. sous le numéro de vol BD160, effectuait un vol selon les règles de vol à vue entre l'aéroport de Thunder Bay (CYQT), en Ontario, et l'aéroport régional de Dryden (CYHD), en Ontario, avec le seul pilote à bord. À 21 h 09, heure avancée de l'Est, l'aéronef a amorcé un décollage sur la piste 12. Peu après le cabrage, l'aéronef s'est incliné vers la gauche, a continué son roulis puis a heurté la surface de la piste 07 dans une assiette inversée. Le pilote a subi des blessures mortelles. L'aéronef a été détruit par l'impact et l'incendie après impact. La radiobalise de repérage d'urgence s'est déclenchée à l'impact.

## 1.0 RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1 Déroulement du vol

#### 1.1.1 Vol à l'étude

Le 16 août 2021, le Rockwell International Aero Commander 690B de MAG Aerospace Canada Corp. (MAG Canada) (immatriculation C-GYLD, numéro de série 11426) effectuait le vol de pointage<sup>1</sup> 160 (BD160), selon les règles de vol à vue (VFR), entre l'aéroport de Thunder Bay (CYQT) (Ontario) et l'aéroport régional de Dryden (CYHD) (Ontario), avec le pilote seul à bord. Il s'agissait du 3<sup>e</sup> vol de la journée pour le pilote. L'aéronef avait été ravitaillé à CYQT et était attendu aux installations de l'exploitant à CYHD pour faire l'objet de maintenance.

Le pilote de l'événement a circulé au sol jusqu'à la piste 12, puis il a attendu à l'écart. À 21 h 06 min 17 s<sup>2</sup>, le contrôle de la circulation aérienne (ATC) de CYQT a demandé au pilote de s'aligner sur la piste 12.

À 21 h 06 min 31 s, l'ATC a autorisé un aéronef à l'atterrissage à se poser sur la piste 25. Avant l'atterrissage de cet aéronef, le pilote de l'événement et le pilote de l'aéronef arrivant ont eu une brève discussion informelle sur la fréquence de l'ATC. Après l'atterrissage de l'aéronef, à 21 h 08 s 47 min, l'ATC a indiqué au pilote de sortir de la piste pour emprunter la voie de circulation D.

À 21 h 09 min 17 s, le pilote de l'événement a été autorisé à décoller avec la possibilité de faire un virage à gauche ou à droite. L'aéronef a amorcé son décollage à 21 h 09 min 22 s. Immédiatement après le cabrage, il a amorcé un virage à gauche en montée. À environ 50 pieds au-dessus du sol (AGL), l'aéronef a amorcé un roulis rapide vers la gauche.

À 21 h 09 min 50 s, l'aéronef a heurté la surface de la piste 07 dans une assiette inversée (figure 1). Le pilote a subi des blessures mortelles. L'aéronef a été détruit par l'impact et l'incendie après impact. La radiobalise de repérage d'urgence s'est déclenchée à l'impact.

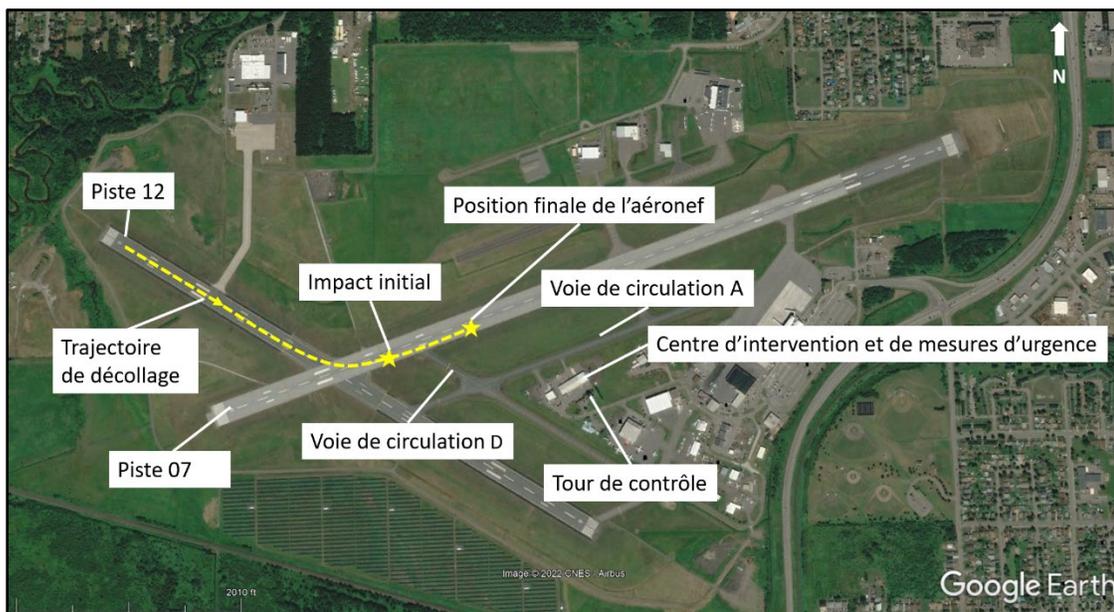
Le vol à l'étude a été filmé par une caméra vidéo montée sur le centre d'intervention et des mesures d'urgence de CYQT.

---

<sup>1</sup> Les vols d'avion de pointage appuient les activités de lutte aérienne contre les incendies. Voir la section 1.17.1.1 *Opérations de vol de pointage* du présent rapport pour plus de détails.

<sup>2</sup> Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins 4 heures).

Figure 1. Carte montrant la trajectoire de décollage, le point d'impact initial et la position finale de l'aéronef à l'étude à l'aéroport de Thunder Bay (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



### 1.1.2 Vols précédents

Les 2 vols précédents du pilote de l'événement ce jour-là ont également été captés par la caméra vidéo montée sur le centre d'intervention et des mesures d'urgence.

Le 1<sup>er</sup> vol a décollé de CYQT vers 13 h 13 avec à son bord le pilote et 1 officier forestier d'attaque aérienne. Immédiatement après le décollage sur la piste 12, le pilote a effectué un virage serré à basse altitude vers la gauche, passant à environ 200 pieds de la tour de contrôle de CYQT.

Le 2<sup>e</sup> vol a décollé de CYQT vers 17 h 59 avec à son bord le pilote et le même officier forestier d'attaque aérienne. Immédiatement après le décollage sur la piste 12, le pilote a effectué un virage serré à basse altitude vers la gauche, semblable au virage du 1<sup>er</sup> vol; cependant, cette fois, le pilote a volé derrière la tour de contrôle de CYQT, passant à moins de 600 pieds de la tour.

## 1.2 Personnes blessées

Le pilote était la seule personne à bord du vol à l'étude. Le tableau 1 présente un résumé des blessures.

Tableau 1. Personnes blessées

Gravité des blessures	Membres d'équipage	Passagers	Personnes ne se trouvant pas à bord de l'aéronef	Total selon la gravité des blessures
Mortelles	1	–	–	1
Graves	0	–	–	0
Légères	0	–	–	0

Total des personnes blessées	1	–	–	1
------------------------------	---	---	---	---

### 1.3 Dommages à l'aéronef

L'aéronef à l'étude a été détruit.

### 1.4 Autres dommages

La collision de l'aéronef avec la piste 07 a endommagé plusieurs feux de piste et laissé des marques profondes sur la surface de la piste. L'incendie après impact et le carburant résiduel ont détérioré la composition de la surface asphaltée de la piste. La piste 07 a par la suite été fermée durant 6 jours jusqu'à ce que les réparations soient terminées.

### 1.5 Renseignements sur le personnel

#### 1.5.1 Pilote

Tableau 2. Renseignements sur le personnel

	Commandant de bord
Licence de pilote	Licence de pilote de ligne (ATPL)
Date d'expiration du certificat médical	1 <sup>er</sup> juillet 2022
Heures de vol total	2662,7
Heures de vol sur type	230,6
Heures de vol au cours des 7 jours précédant l'événement	11,3
Heures de vol au cours des 30 jours précédant l'événement	55,8
Heures de vol au cours des 90 jours précédant l'événement	181,6
Heures de vol sur type au cours des 90 derniers jours	181,6
Heures de service avant l'événement	10,3
Heures hors service avant la période de travail	15,0

Le pilote avait les licences et qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Il détenait une licence canadienne de pilote de ligne — avion et un certificat médical valide de catégorie 1 sans restriction.

Le pilote avait été embauché par MAG Canada en février 2021 pour effectuer des vols de pointage et possédait une expérience antérieure sur des aéronefs équipés de moteurs similaires à ceux du Rockwell International 690B. Sa formation initiale sur le Rockwell International 690B s'était terminée le 2 avril 2021 et il avait réussi son contrôle de la compétence du pilote le 3 avril 2021. En mars 2021, le pilote avait suivi un cours de formation initiale de 4 heures sur la gestion des ressources de l'équipage (CRM) approuvé par Transports Canada. Le cours était offert à tout le personnel des opérations aériennes de MAG Canada et portait sur les opérations en environnement multipilote et monopilote.

En avril 2021, le pilote avait suivi et réussi un atelier sur les vols de pointage offert par le ministère du Développement du Nord, des Mines, des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario. L'atelier comprenait 6 heures de formation au sol, 4 heures d'entraînement sur simulateur et 2 heures d'entraînement en vol de pointage sur l'aéronef.

D'après un examen des horaires de travail et de repos du pilote, la fatigue n'a pas été considérée comme un facteur dans cet événement.

### 1.5.2 Services de la circulation aérienne

Le jour de l'événement, 7 contrôleurs de la circulation aérienne se trouvaient dans la tour de contrôle de CYQT; 3 d'entre eux ont communiqué avec le pilote de l'événement à l'étude.

Tableau 3. Renseignements sur les 3 contrôleurs qui ont communiqué avec le pilote de l'événement à l'étude

Contrôleur	Contrôleur 1 (1 <sup>er</sup> vol)	Contrôleur 2 (en formation) (2 <sup>e</sup> vol et vol à l'étude)	Instructeur en cours d'emploi (2 <sup>e</sup> vol et vol à l'étude)
Qualification(s) annotée(s) sur la licence de contrôleur de la circulation aérienne	Contrôle d'aéroport	Contrôle régional Contrôle d'aéroport (en formation)	Contrôle d'aéroport
Date d'expiration du certificat médical	31 janvier 2022	31 décembre 2021	20 avril 2022
Date de la qualification initiale	8 octobre 2015	12 juin 1991	18 juillet 2001
Date de la qualification à CYQT	8 octobre 2015	Formation de la phase 4 Début : 13 octobre 2020	9 février 2005
Heures de service avant l'événement	En période de repos et non présent dans la tour au moment de l'événement (les heures de travail étaient de 7 h 30 à 15 h 30 le jour de l'événement)	5 heures 54 minutes	5 heures 54 minutes
Heures de repos avant la période de travail	16 heures	145,5 heures	49,5 heures

### 1.6 Renseignements sur l'aéronef

L'aéronef à l'étude a été construit par Rockwell International en 1977 et était désigné comme un Aero Commander 690B. Le certificat de type de l'aéronef est actuellement détenu par Twin Commander Aircraft LLC.

L'Aero Commander 690B est un aéronef bimoteur pressurisé à turbopropulseurs et à aile haute muni d'un train d'atterrissage escamotable. L'aéronef est certifié pour être exploité par un seul pilote et peut transporter jusqu'à 10 personnes.

L'aéronef à l'étude était initialement équipé de 2 turbopropulseurs Honeywell TPE-331-5-251K. En décembre 2006, l'aéronef a été modifié conformément au certificat de type supplémentaire SA236CH<sup>3</sup> et les turbopropulseurs d'origine ont été remplacés par 2 turbopropulseurs Honeywell TPE-331-10T-516K.

L'examen du carnet de route et des dossiers techniques de l'aéronef n'a révélé aucune défectuosité non corrigée de l'aéronef qui aurait pu contribuer à l'événement.

Tableau 4. Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	Rockwell International
Type, modèle et immatriculation	Aero Commander, 690B, C-GYLD
Année de construction	1977
Numéro de série	11426
Date d'émission du certificat de navigabilité	6 août 2014
Total d'heures de vol cellule	7620,7 heures
Type de moteur (nombre de moteurs)	Honeywell TPE 331-10T-516K (2)
Type d'hélice (nombre d'hélices)	Hartzell HC-B3TN-5FL (2)
Masse maximale autorisée au décollage	10 325 livres
Types de carburant recommandés	Jet A, Jet A-1, Jet B
Type de carburant utilisé	Jet A-1

### 1.6.1 Système de compensation de la profondeur

Les systèmes de compensation des commandes de vol (gouverne de direction, gouverne de profondeur et ailerons) réduisent la quantité d'interventions manuelles requises de la part du pilote pour maintenir l'assiette de vol voulue. La sélection du volet compensateur de profondeur de l'Aero Commander 690B s'effectue en déplaçant le volant de commande du compensateur de profondeur dans le poste de pilotage, ce qui actionne une série de câbles, de câbles flexibles et d'actionneurs de volets compensateurs. Une défaillance du câble du compensateur de profondeur sur cet aéronef entraînera la perte de toute autre application du compensateur et le blocage du volet compensateur de profondeur dans la position précédemment sélectionnée.

### 1.6.2 Masse et centrage

Au moment de l'événement, l'aéronef avait environ 2250 livres de carburant à bord et une masse brute totale de 9827 livres, ce qui est inférieur à la masse maximale au décollage

<sup>3</sup> Federal Aviation Administration, certificat de type supplémentaire (STC) SA236CH, délivré à Twin Commander Aircraft LLC le 4 août 1994.

certifiée de 10 325 livres. Il a été déterminé que l'aéronef à l'étude était exploité dans les limites de masse et de centrage admissibles pour le vol prévu.

## 1.7 Renseignements météorologiques

Le message d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) de l'aérodrome de CYQT émis pour 21 h était le suivant :

- vent du 180° vrai à 6 nœuds
- visibilité de 20 milles terrestres
- quelques nuages à 28 000 pieds AGL
- température de 23 °C, point de rosée de 14 °C
- calage altimétrique de 29,89 pouces de mercure

Les conditions météorologiques n'ont pas été considérées comme un facteur dans l'événement à l'étude.

## 1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

## 1.9 Communications

Sans objet.

## 1.10 Renseignements sur l'aérodrome

CYQT est situé à une altitude de 654 pieds au-dessus du niveau de la mer. Il compte 2 pistes : la piste 12/30 et la piste 07/25. Les 2 pistes ont une surface asphaltée. La piste 12/30 mesure 5297 pieds de long et 150 pieds de large et la piste 07/25 mesure 7318 pieds de long et 200 pieds de large. Au moment de l'événement, les 2 pistes étaient en service.

L'enquête a permis de déterminer que les pistes, les voies de circulation et les aires de trafic étaient dégagées et sèches au moment de l'événement. L'état des pistes n'a pas été considéré comme un facteur dans cet événement.

## 1.11 Enregistreurs de bord

L'aéronef n'était pas équipé d'un enregistreur de données de vol ni d'un enregistreur de conversations de poste de pilotage, et la réglementation ne l'exigeait pas.

L'aéronef à l'étude était équipé d'un système de surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B). Un système ADS-B est

un système de surveillance faisant appel au système mondial de satellites de navigation, à l'avionique de bord et à une infrastructure au sol et/ou dans l'espace afin de transmettre avec précision et rapidité l'information de vol, qui comprend l'identification de l'aéronef, sa position, son altitude et sa vitesse, entre l'aéronef et

le contrôle de la circulation aérienne; le signal peut être capté au sol ou dans l'espace aux fins de surveillance (ADS-B émission) ou à bord d'un autre aéronef pour la connaissance de la situation du trafic aérien (ADS-B réception) et l'aide à l'espacement en vol<sup>4</sup>.

L'aéronef à l'étude était également muni d'un Skynode S200, un dispositif de suivi de vol basé sur le GPS qui transmet, reçoit et enregistre des renseignements sur le vol comme l'heure, la position de l'aéronef, sa vitesse, son cap et son altitude.

Les enquêteurs du BST ont récupéré les dispositifs ADS-B et Skynode S200 et les ont envoyés au Laboratoire d'ingénierie du BST à Ottawa (Ontario) pour l'analyse des données.

## 1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

L'aéronef à l'étude a heurté la piste 07 dans une assiette inversée, les ailes à l'horizontale, avec un angle en piqué de 45°, à une certaine vitesse vers l'avant et à un taux de descente élevé. L'aéronef s'est enflammé à l'impact initial et a glissé sur environ 840 pieds le long de la piste avant de s'immobiliser, orienté vers le nord-nord-est. L'aéronef a été détruit par l'impact et l'incendie après impact, qui a consumé environ 70 % de la cellule de l'aéronef.

L'inspection de la surface de la piste au point d'impact initial a révélé des marques produites par les deux hélices. Les marques produites par les hélices, les dommages subis par les deux hélices et l'analyse des instruments du moteur laissent penser que les hélices tournaient et que les deux moteurs produisaient une puissance importante au moment de l'impact initial.

Une inspection du poste de pilotage a permis de constater que la commande du train d'atterrissage était en position train rentré. Les trains d'atterrissage principaux gauche et droit étaient rentrés et le train avant était déployé. En fonctionnement normal, le train avant reste verrouillé en position rentrée grâce à la pression du système hydraulique. Le train d'atterrissage avant est déployé en supprimant la pression hydraulique, et le train est ensuite poussé vers le bas par un ressort hélicoïdal. La perte de pression du système hydraulique qui s'est produite pendant l'impact a entraîné le déploiement du train avant.

On a vérifié la continuité des commandes des ailerons, de la gouverne de profondeur et de la gouverne de direction, et aucune anomalie antérieure à l'impact n'a été découverte. L'inspection du circuit des volets n'a pas été concluante en raison des dommages excessifs causés par l'incendie.

Un câble du compensateur de profondeur rompu a été trouvé sur place et a été envoyé au Laboratoire d'ingénierie du BST aux fins d'inspection. On a constaté que le volet compensateur de profondeur se trouvait approximativement dans la position pour un décollage normal. L'analyse du câble du compensateur de profondeur a révélé que la

<sup>4</sup> Transports Canada, Circulaire d'information (CI) n° 700-09 : Surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) Considérations opérationnelles et d'entretien, numéro 3 (2 juillet 2021), 2.3 Définitions et abréviations.

plupart des fils composant le câble s'étaient rompus avant l'impact en raison d'une usure excessive.

Les autres fils de ce câble avaient subi une rupture ductile par surcharge en traction. Toutefois, en raison des dommages causés par l'incendie, il n'a pas été possible de déterminer si les autres fils du câble du compensateur s'étaient rompus avant l'impact ou à la suite de l'impact.

Une inspection des rails des sièges de l'aéronef à l'étude n'a pas été concluante en raison des dommages causés par l'incendie, et une inspection du verrou d'engagement de la goupille du siège du pilote n'a révélé aucune anomalie antérieure à l'impact. Le verrou de la gouverne de direction et le verrou du manche ont été trouvés rangés à l'endroit approprié pour le vol.

L'inspection du lieu de l'événement et de l'épave n'a révélé aucun signe d'impact d'oiseaux ou d'ingestion d'oiseaux par les moteurs.

### **1.13 Renseignements médicaux et pathologiques**

D'après les renseignements recueillis pendant l'enquête, rien n'indique que le rendement du pilote ait été affecté par des facteurs médicaux, pathologiques ou physiologiques.

### **1.14 Incendie**

L'aéronef à l'étude avait été ravitaillé avant le vol à l'étude et avait à son bord environ 2250 livres de carburacteur A-1, qui ont alimenté l'incendie après impact.

Deux camions de pompiers de l'aéroport sont intervenus à la suite de l'accident et sont arrivés sur les lieux environ 1 minute et 15 secondes après l'impact. L'équipe de lutte contre les incendies avait maîtrisé l'incendie environ 1 minute et 30 secondes plus tard.

L'intervention d'urgence à la suite de cet accident a été immédiate; en conséquence, une partie de la cellule a survécu à l'incendie et a été utile à l'enquête.

### **1.15 Questions relatives à la survie des occupants**

Bien que l'intervention d'urgence ait été immédiate, l'accident n'offrait aucune chance de survie en raison de la violence des forces d'impact et de l'incendie après impact. La radiobalise de repérage d'urgence s'est déclenchée à l'impact et a été désactivée par les enquêteurs du BST après l'événement.

### **1.16 Essais et recherche**

Le Laboratoire d'ingénierie du BST a effectué une analyse de la performance de l'aéronef à partir des données de la caméra vidéo et du dispositif Skynode S200.

Le manuel d'utilisation du pilote de l'Aero Commander 690B indique que les volets doivent être rentrés pour le décollage. L'enquête a révélé que les volets étaient en position rentrée pour le décollage lors du vol à l'étude. L'analyse a révélé qu'immédiatement après le

cabrage au décollage, l'aéronef a amorcé une montée abrupte vers la gauche, produisant une force  $g$  de 1,8. L'aéronef a continué son roulis jusqu'à une inclinaison d'environ 40° à 50°. L'élan de l'aéronef a fait en sorte que celui-ci est monté jusqu'à une altitude d'environ 45 pieds AGL, puis a continué son roulis en descente jusqu'à la collision avec la piste.

### 1.16.1 Rapports de laboratoire du BST

Le BST a produit les rapports de laboratoire suivants dans le cadre de la présente enquête :

- LP103/2021 – Video Analysis [Analyse vidéo]
- LP115/2021 – Examination of Control and Trim Cables [Examen des câbles des commandes et du compensateur]
- LP119/2021 – Propeller Blade Fracture [Fracture de pale d'hélice]
- LP120/2021 – NVM Data Recovery – Skynode [Récupération des données de la mémoire non volatile (NVM) – Skynode]
- LP121/2021 – NVM Recovery – PEDS [personal electronic devices] [Récupération des données de la NVM – appareils électroniques personnels]
- LP130/2021 – Instruments Analysis [Analyse des instruments]
- LP019/2022 – Aircraft Performance Analysis [Analyse de la performance de l'aéronef]

## 1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion

### 1.17.1 MAG Aerospace Canada Corp.

MAG Canada fournit des services aériens spécialisés comme les services aériens de gestion des incendies, l'imagerie aérienne, les vols nolisés et la formation au pilotage. La compagnie est établie à Dryden (Ontario) et compte 8 bases secondaires. Elle fournit des services aériens conformément à la sous-partie 702 (Opérations de travail aérien) et à la sous-partie 703 (Exploitation d'un taxi aérien) du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) et exploite divers aéronefs, dont 4 Aero Commander 690B.

MAG Canada est également un organisme de maintenance agréé par Transports Canada, qui assure la maintenance de tous les aéronefs de la compagnie.

#### 1.17.1.1 Opérations de vols de pointage

MAG Canada offre, entre autres services, des opérations de vol de pointage destinées à aider le ministère du Développement du Nord, des Mines, des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario à lutter contre les feux de forêt. L'Aero Commander 690B est l'un des types d'aéronefs utilisés pour les opérations de vol de pointage. Cet aéronef nécessite un équipage de 2 personnes : le pilote et un officier forestier d'attaque aérienne. L'officier forestier d'attaque aérienne fournit l'expertise pour ce qui est de diriger et de coordonner la gestion aérienne des feux de forêt, en plus d'aider le pilote à gérer la charge de travail dans le poste de pilotage.

L'équipage des vols de pointage évalue les parcours de largage d'eau des bombardier à eau et, au besoin, dirige les aéronefs vers les zones où le feu doit être éteint. L'équipage des vols de pointage coordonne également l'attaque aérienne avec les pompiers au sol pour s'assurer qu'ils ont dégagé la zone avant l'arrivée des bombardiers à eau. Selon l'étendue du feu de forêt, la zone peut être encombrée par le trafic aérien, et l'équipage des vols de pointage grimpera alors à une altitude plus élevée pour assurer le contrôle de la circulation aérienne des bombardiers à eau.

Une autre tâche essentielle de l'équipage des vols de pointage est de déterminer les itinéraires de vol pour entrer dans la zone de feu de forêt et en sortir. La nature d'un vol de pointage est telle que le pilote peut avoir à effectuer des manœuvres à basse altitude, des virages brusques et des montées abruptes.

#### **1.17.1.2 Procédures d'exploitation normalisées de MAG Aerospace Canada Corp.**

Bien que cela ne soit pas exigé par la réglementation, MAG Canada tient à jour un manuel de procédures d'exploitation normalisées (SOP)<sup>5</sup>, qui contient les procédures que l'équipage de conduite doit suivre pour effectuer les opérations aériennes de manière sécuritaire et efficace. Le manuel des SOP était téléchargé sur un organisateur électronique de poste de pilotage qui se trouvait à bord de l'aéronef à l'étude.

Les SOP en vigueur au moment de l'événement ne prévoyaient aucune procédure particulière de montée pour les décollages VFR de jour.

### **1.17.2 NAV CANADA**

NAV CANADA a été fondée en 1996 et est une société privée sans but lucratif. Elle est responsable des services de navigation aérienne au Canada, notamment les services de météorologie aéronautique, les services de la circulation aérienne (ATS), l'information aérienne et la technologie de la navigation aérienne.

#### **1.17.2.1 Services de la circulation aérienne**

NAV CANADA exploite la tour de contrôle de CYQT, qui fournit les services de contrôle de la circulation aérienne, les services consultatifs d'aéroport, les exposés météorologiques et l'information de vol. Les contrôleurs de la circulation aérienne de CYQT fournissent des autorisations et des instructions à tous les aéronefs dans la zone de contrôle de classe D, y compris les aéronefs sur les voies de circulation et les pistes ainsi que ceux en éloignement et en rapprochement de l'aéroport selon les règles de vol aux instruments et les règles VFR, l'objectif étant d'assurer la sécurité des mouvements des aéronefs au sol et dans les airs.

---

<sup>5</sup> MAG Aerospace Canada Corp., *Turbo Commander 690 Standard Operating Procedures*, édition 1 (1<sup>er</sup> septembre 2019).

### 1.17.2.2 Phraséologie des contrôleurs de la circulation aérienne

Des directives sur les communications et la phraséologie figurent dans le manuel de NAV CANADA intitulé *Manuel des services de la circulation aérienne -Tour* (MATS-TWR)<sup>6</sup> et dans le manuel de la tour de contrôle de CYQT intitulé *Unit Operations Manual*<sup>7</sup>. NAV CANADA publie également divers guides de phraséologie en vue d'uniformiser les communications dans divers scénarios<sup>8</sup>.

Le personnel d'enquête a examiné les communications qui ont eu lieu entre NAV CANADA et le pilote de l'événement au cours des 2 vols précédant le vol à l'étude. Le tableau 5 résume ces échanges.

Tableau 5. Communications entre le pilote de l'événement et les contrôleurs de la circulation aérienne de Thunder Bay

Vol	Phase	Échange de communications [traduction]
Vol 1	Tout juste avant le décollage (à 13:12:04)	Contrôleur 1 : « Bird Dog un six zéro, Tour, alignez-vous sur piste un-deux, circulez à contresens au besoin. » Pilote de l'événement : « Je m'aligne sur douze, circule à contresens, Bird Dog un six zéro. »
	(à 13:12:20)	Contrôleur 1 : « Bird Dog un six zéro, virez à gauche sur l'axe, vents du un neuf zéro à dix, rafales à quinze, autorisé à décoller piste un-deux. » Pilote de l'événement : « Autorisé à décoller douze, virage à gauche sur l'axe, Bird Dog 160, merci! »
	Peu après le décollage (à 13:13:40)	Contrôleur 1 : « Ça, c'était fantastique. »
	Quelques instants plus tard (à 13:14:26)	Contrôleur 1 : « Merci pour ce petit spectacle. » Pilote de l'événement : « Je peux me rapprocher si vous voulez? » Contrôleur 1 : « Oh oui! »
Vol 2	Tout juste avant le décollage (à 17:59:00)	Pilote de l'événement : « Tour Thunder Bay, Bird Dog à Foxtrot. » Contrôleur 2 (en formation) : « Bird Dog un six zéro de Foxtrot circulez à contresens piste un-deux, circulez à contresens au besoin. » Pilote de l'événement : « Je m'aligne sur douze et je virerai à gauche en partant. »
	(à 17:59:36)	Contrôleur 2 (en formation) : « Bird Dog un six zéro, Tour, vents du un huit zéro à quatorze, autorisé à décoller de la piste un-deux, virez à gauche sur l'axe. » Pilote de l'événement : « Autorisé à décoller douze, virage à gauche sur l'axe, Bird Dog un six zéro. »
	Tout juste avant le décollage (à 17:59:46)	Pilote de l'événement : « Préparez votre appareil photo, si vous voulez. »

<sup>6</sup> NAV CANADA, *Manuel des services de la circulation aérienne -Tour*, version 2.5 (31 mars 2021).

<sup>7</sup> NAV CANADA, *Unit Operations Manual*, version 2021.1 (16 mars 2021).

<sup>8</sup> NAV CANADA, Guides opérationnels, à l'adresse [navcanada.ca/fr/information-aeronautique/guides-operationnels.aspx](https://navcanada.ca/fr/information-aeronautique/guides-operationnels.aspx) (dernière consultation le 19 janvier 2023).

		<p>Contrôleur 2 (en formation) : « Certainement! Sans faute. »</p> <p>Pilote de l'événement : « Voulez-vous que j'aile au nord ou au sud de la tour? »</p> <p>Contrôleur 2 (en formation) : « Comme vous voulez. Je suis prêt à prendre des photos. »</p> <p>Pilote de l'événement : « OK, allons au sud. »</p>
	Peu après le décollage (à 18:01:03)	<p>Contrôleur 2 (en formation) : « Bird Dog, tour, merci pour le spectacle. La prochaine fois, je veux être à bord. »</p> <p>Pilote de l'événement : « Attention à ce que vous souhaitez. Quelqu'un a déjà surnommé cet avion « barf dog »*. »</p> <p>Contrôleur 2 (en formation) : « (gloussement) Je sais. »</p>
Vol à l'étude	Tout juste avant le décollage (à 21:06:10)	<p>Pilote de l'événement : « Et Tour, Bird Dog un six zéro arrive à Foxtrot, prêt quand vous pouvez. »</p> <p>Contrôleur 2 (en formation) : « Bird Dog un six zéro de Foxtrot circulez à contresens au besoin, alignez-vous piste un-deux. »</p> <p>Pilote de l'événement : « Je m'aligne sur douze, Bird Dog un six zéro. »</p>
	(à 21:09:17)	<p>Contrôleur 2 (en formation) : « Bird Dog un six zéro, Tour, virage à gauche ou droite au départ, au choix, vents du un neuf zéro à six, autorisé à décoller piste un-deux ».</p> <p>Pilote de l'événement : « Autorisé à décoller douze et je virerai encore à gauche, Bird Dog un six zéro ».</p> <p>Contrôleur 2 (en formation) : « Roger ».</p>

\* Littéralement, « l'avion qui fait vomir ».

### 1.17.2.3 Système de gestion de la sécurité

NAV CANADA dispose d'un système de gestion de la sécurité (SGS) approuvé par Transports Canada. NAV CANADA décrit son SGS comme étant efficace, efficient et pleinement intégré, et comme étant au cœur de chaque décision prise<sup>9</sup>.

NAV CANADA dispose d'un certain nombre de processus proactifs et réactifs destinés à améliorer la sécurité en recensant et en atténuant les risques dans le système de navigation aérienne. Ces procédures sont exposées dans le *Manuel du Système de gestion de la sécurité* de NAV CANADA<sup>10</sup>. Une gestion efficace de la sécurité comprend des processus préventifs et réactifs servant à cerner les dangers et à maintenir les risques au plus bas niveau que l'on puisse raisonnablement atteindre. Les 2 types de processus sont complémentaires : les processus proactifs aident à déceler les dangers avant d'apporter des changements à une tâche, tandis que les processus réactifs aident à relever des problèmes de sécurité imprévus après la mise en œuvre des changements.

Fait pertinent pour cette enquête, le *Manuel du Système de gestion de la sécurité* précise que les renseignements sont recueillis à partir des rapports d'événement d'aviation (AOR) (pour les processus réactifs) et à partir du système interne de rapports confidentiels volontaires,

<sup>9</sup> NAV CANADA, Sécurité, à l'adresse <https://www.navcanada.ca/fr/circulation-aerienne/securite.aspx> (dernière consultation le 23 janvier 2023).

<sup>10</sup> NAV CANADA, *Manuel du Système de gestion de la sécurité*, version 10.1 (octobre 2019).

connu sous le nom de programme ARGUS+ (qui permet de mener des processus proactifs et réactifs).

#### 1.17.2.4 Rapports et enquête

La procédure AOR obligatoire est communiquée au personnel des ATS dans le manuel *Procédures de rapport d'événement d'aviation*<sup>11</sup> de NAV CANADA. Ce manuel comprend 48 catégories d'événements à signalement obligatoire, dont 16 qui portent sur des infractions réelles ou potentielles à la réglementation. Les 32 catégories restantes d'événements à signalement obligatoire portent sur des dangers pour l'aviation. Une catégorie en particulier stipule « [t]out autre événement de nature non conforme, imprévue ou irrégulière qui a des répercussions négatives connues sur la sécurité des vols ou une incidence importante sur l'exploitation<sup>12</sup> ».

Les contrôleurs peuvent également signaler les événements inhabituels (NRE) décrits dans le MATS-TWR<sup>13</sup>. Les rapports sur NRE sont consignés dans le Système d'information sur la sécurité de NAV CANADA. Les employés sont encouragés à faire part de leurs préoccupations en matière de sécurité à leur gestionnaire. S'ils ne sont pas satisfaits du traitement de leurs préoccupations, les employés peuvent faire un signalement au programme ARGUS+ pour que d'autres mesures soient prises.

À la suite de cet événement, NAV CANADA a produit un AOR<sup>14</sup> catégorisant l'événement comme un accident. Un examen de l'AOR a conclu que toutes les procédures respectaient le MATS-TWR de NAV CANADA et qu'aucune enquête interne n'était nécessaire. Le rapport a été clos.

L'enquête du BST a permis de déterminer qu'après l'événement, la direction de NAV CANADA avait été informée du fait que des communications atypiques avaient eu lieu entre les contrôleurs de la circulation aérienne et le pilote de l'événement plus tôt le jour de l'événement. NAV CANADA avait cerné une tendance du pilote de l'événement, au cours des décollages précédents, à effectuer un virage serré immédiatement après le décollage. Aucun AOR ou rapport NRE n'a été produit en rapport avec ces événements. Même si on se préoccupait de la tendance montrée par ce pilote, NAV CANADA était convaincu que le comportement du pilote de l'événement n'était pas provoqué par les contrôleurs. Le rôle principal de NAV CANADA, selon l'organisme même, consiste à fournir des ATS; NAV CANADA n'a ni le mandat ni la formation nécessaire pour signaler les manœuvres de vol inhabituelles.

<sup>11</sup> NAV CANADA, *Procédures de rapport d'événement d'aviation*, version 13.0 (22 décembre 2020).

<sup>12</sup> Ibid., tableau intitulé « Événements à signaler », élément B47, p. 38.

<sup>13</sup> NAV CANADA, *Manuel des services de la circulation aérienne -Tour*, version 2.5 (31 mars 2021), p. 343.

<sup>14</sup> Rapport d'événement d'aviation 276705.

## 1.18 Renseignements supplémentaires

### 1.18.1 Prise de décision du pilote et perception du risque

La prise de décision du pilote (PDP) est un processus cognitif qui permet de choisir un plan d'action parmi diverses options. Plusieurs facteurs, circonstances et biais peuvent avoir une incidence sur la PDP, y compris l'objectif ou le but du vol ainsi que les connaissances, l'expérience et la formation du pilote<sup>15</sup>. Ces facteurs peuvent faire en sorte qu'un pilote exploite un aéronef au-delà des capacités de l'aéronef ou de ses propres aptitudes.

Le risque est fonction de probabilité et de conséquences négatives. La perception du risque est une composante de la PDP et est la reconnaissance du risque inhérent à une situation. La perception du risque peut être modifiée par l'expérience relative d'un pilote dans une situation; par conséquent, les [traduction] « situations qui présentent un niveau de risque élevé pour une personne peuvent ne poser qu'un faible risque pour une autre<sup>16</sup> ». De plus, les pilotes qui ont vécu plus de situations dangereuses ont tendance à avoir une perception plus faible des risques par rapport aux pilotes qui ont vécu moins de situations dangereuses<sup>17</sup>.

Les personnes qui pratiquent de façon répétée une activité dangereuse avec peu ou pas de répercussions négatives peuvent devenir désensibilisées ou habituées au niveau de risque élevé. Des problèmes peuvent survenir lorsque les risques perçus ne correspondent plus aux risques réels associés à une activité.

### 1.18.2 Décrochage accéléré

Un décrochage aérodynamique survient lorsque l'angle d'attaque de l'aile excède l'angle d'attaque critique auquel l'écoulement de l'air commence à se décoller de l'aile. Il y a décrochage de l'aile lorsque l'écoulement de l'air se décolle de l'extrados et que la portance produite diminue sous le niveau nécessaire pour supporter l'aéronef.

La vitesse à laquelle se produit un décrochage varie en fonction du facteur de charge de la manœuvre en cours d'exécution. On définit le facteur de charge comme étant le rapport entre la force aérodynamique agissant sur les ailes et la masse brute de l'aéronef; le facteur de charge est une mesure des contraintes (ou de la charge) exercées sur la structure de l'aéronef. Par convention, on exprime le facteur de charge en  $g$ .

En vol rectiligne en palier, la portance est égale au poids et le facteur de charge est de 1  $g$ . Toutefois, un virage incliné en palier nécessite plus de portance. Pour augmenter la portance, on peut, entre autres, augmenter l'angle d'attaque (en tirant sur la commande de profondeur ou le manche), ce qui augmente le facteur de charge. À mesure que le facteur de charge augmente avec l'angle d'inclinaison, la vitesse de décrochage augmente également.

<sup>15</sup> M. R. Endsley, « Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems », dans *Human Factors*, vol. 37, n° 1 (1995), p. 32 à 64.

<sup>16</sup> M. Martinussen et D.R. Hunter, *Aviation Psychology and Human Factors*, 2<sup>e</sup> édition (2018), p. 297 à 301.

<sup>17</sup> Ibid.

Un décrochage qui survient à une vitesse plus élevée en raison d'un facteur de charge élevé découlant, par exemple, d'un angle d'inclinaison supérieur à  $30^\circ$ , est appelé un décrochage accéléré.

Les décrochages accélérés sont généralement plus graves que les décrochages non accélérés, et ils se produisent souvent de façon inattendue. À titre d'exemple, un décrochage à un angle d'inclinaison prononcé (supérieur à  $30^\circ$ ) peut entraîner le décrochage d'une aile avant l'autre, ce qui engendre une vrille au cours de laquelle l'aéronef perd rapidement de l'altitude.

## 2.0 ANALYSE

L'analyse mettra l'accent sur la séquence des événements, la prise de décision et la perception des risques par les pilotes, les communications entre les pilotes et les contrôleurs de la circulation aérienne, le signalement des événements à NAV CANADA et la défaillance du câble du compensateur de profondeur.

### 2.1 Scénario de l'accident

La séquence de l'accident a été enregistrée par une caméra vidéo montée sur le centre d'intervention et des mesures d'urgence de l'aéroport de Thunder Bay (CYQT). En outre, les données saisies par le système de surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) et les dispositifs de suivi de vol Skynode S200 de l'aéronef à l'étude ont été téléchargées et analysées avec succès.

Le pilote de l'événement a reçu l'instruction de s'aligner et d'attendre sur la piste 12 pour permettre à un aéronef d'atterrir. Pendant qu'il attendait, le pilote de l'événement et le pilote de l'aéronef à l'atterrissage, qui se connaissaient, ont échangé de brèves communications. L'aéronef à l'atterrissage s'est ensuite posé sur la piste 25, et le pilote de l'événement a été autorisé à décoller de la piste 12.

Immédiatement après le cabrage, le pilote de l'événement a rentré le train d'atterrissage pour réduire la traînée, puis il a effectué un virage rapide, en montée et à forte inclinaison vers la gauche, peut-être pour essayer d'effectuer un survol à basse altitude de l'aéronef qui venait d'atterrir et qui circulait alors en direction est-nord-est sur la voie de circulation A. Lorsque l'aéronef a amorcé le virage rapide, en montée et à forte inclinaison, l'augmentation des forces  $g$  a entraîné une augmentation de la charge sur les ailes, et l'aéronef entré en décrochage accéléré à une altitude qui rendait impossible tout rétablissement.

#### Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Après le décollage de la piste 12 de CYQT, alors que le pilote effectuait un virage serré rapide à basse altitude et en montée, l'aéronef est entré dans un décrochage accéléré qui a entraîné une perte de maîtrise et une collision avec la surface de la piste 07 dans une assiette inversée.

### 2.2 Prise de décision du pilote et perception du risque

Les personnes qui pratiquent de façon répétée une activité dangereuse avec peu ou pas de conséquences négatives peuvent se désensibiliser ou s'habituer à un niveau de risque élevé. Des problèmes peuvent survenir lorsque les risques perçus ne correspondent plus aux risques réels associés à une activité. Lorsqu'un pilote effectue des manœuvres proches des limites de performance de l'aéronef sans conséquence négative, il peut involontairement dériver au-delà de ces limites pendant un vol ultérieur. Le pilote de l'événement avait effectué des virages serrés à basse altitude lors de vols précédents, sans aucune conséquence négative.

Les opérations de vols de pointage nécessitent des manœuvres à basse altitude, des virages brusques et des montées abruptes. Le pilote était donc fréquemment exposé à des manœuvres de vol à haut risque. Même si le pilote était probablement conscient des conséquences possibles d'un virage trop serré à basse altitude, il était probablement désensibilisé à la probabilité que ces conséquences se produisent.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

La décision d'effectuer un virage serré rapide à basse altitude et en montée a probablement été influencée par une perception modifiée du risque à la suite de décollages antérieurs similaires qui n'avaient pas eu de conséquences négatives.

## 2.3 NAV CANADA

### 2.3.1 Communications entre pilotes et contrôleurs de la circulation aérienne

Le jour de l'événement, le pilote de l'événement a eu des communications atypiques avec 2 contrôleurs de la circulation aérienne de CYQT au cours de 2 vols précédents. Lors de ces 2 vols, le pilote de l'événement a effectué un virage serré à gauche au décollage, volant à une distance latérale de moins de 200 et 600 pieds, respectivement, de la tour de contrôle.

Lors du 1<sup>er</sup> vol, le contrôleur semble avoir établi la communication peu après le décollage de l'aéronef, en réaction immédiate à l'observation d'une manœuvre de vol inhabituelle. Le contrôleur a ensuite répondu au pilote d'une manière qui pouvait encourager un comportement plus risqué.

Lors du 2<sup>e</sup> vol, le contrôleur a répondu aux communications amorcées par le pilote de l'événement avant le décollage. Peu après le décollage, le contrôleur a relancé la communication. Au cours de ces communications, le contrôleur a utilisé des mots qui pouvaient encourager davantage un comportement à risque.

Il est possible que les contrôleurs de la circulation aérienne ne soient pas pleinement conscients des conséquences négatives que des communications atypiques pourraient avoir sur la sécurité ni des manœuvres de vol inhabituelles que ce type de communications pourrait encourager. Ce type de communications pourraient servir d'amorce pour des comportements ultérieurs.

Fait établi quant aux risques

Si les contrôleurs de la circulation aérienne participent à des communications susceptibles d'être perçues par les pilotes comme un encouragement à effectuer des manœuvres de vol inhabituelles, les pilotes peuvent considérer cet encouragement comme une confirmation du fait que les manœuvres sont acceptables, ce qui augmente le risque d'accident.

### 2.3.2 Les rapports d'événement à NAV CANADA

Les critères de signalement de NAV CANADA comprennent 32 catégories d'événements à signalement obligatoire liées à des dangers pour l'aviation. L'une de ces catégories décrit un

événement de nature non conforme, imprévue ou irrégulière qui a des répercussions négatives connues sur la sécurité des vols ou une incidence importante sur l'exploitation.

Les contrôleurs de la circulation aérienne n'ont pas de formation ni de connaissances approfondies sur les limites de performance d'un aéronef. Par conséquent, les contrôleurs ne peuvent pas nécessairement distinguer entre une manœuvre de vol inhabituelle et une manœuvre de vol non sécuritaire ou dangereuse, et on juge que reconnaître de telles manœuvres ne fait pas partie du rôle des contrôleurs. Toutefois, un décollage qui passe intentionnellement à moins de 200 pieds d'une tour de contrôle est une manœuvre de vol inhabituelle qui peut raisonnablement être jugée comme présentant un risque plus élevé qu'un décollage normal. Un examen du rapport d'événement d'aviation déposé à la suite de cet événement a conclu que toutes les procédures respectaient le *Manuel des services de la circulation aérienne - Tour* et qu'aucune enquête interne n'était requise. Par conséquent, aucune enquête réactive n'a été réalisée.

#### Fait établi quant aux risques

Si les procédures de signalement de NAV CANADA ne contiennent pas de critères particuliers pour les situations où le personnel des services de la circulation aérienne estime que les aéronefs effectuent des manœuvres de vol non sécuritaires, il y a un risque que ces manœuvres se poursuivent et se soldent par un accident.

## 2.4 Défaillance du câble du compensateur de profondeur

Un câble de compensateur de profondeur rompu a été trouvé sur le lieu de l'événement. Il a été déterminé que la plupart des fils qui composaient ce câble s'étaient rompus avant l'impact en raison d'une usure excessive. Toutefois, étant donné que l'actionneur de volet compensateur et le volet compensateur sont restés dans la position normale de décollage, l'usure excessive n'a pas eu d'incidence sur la position du compensateur de profondeur lors du vol à l'étude et n'a pas contribué à l'accident.

#### Fait établi : Autre

La plupart des fils qui composaient le câble du compensateur de profondeur se sont rompus avant l'impact en raison d'une usure excessive; toutefois, cela n'a pas contribué à l'événement, car le volet compensateur est resté en position normale de décollage.

## 3.0 FAITS ÉTABLIS

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

Il s'agit des conditions, actes ou lacunes de sécurité qui ont causé l'événement ou y ont contribué.

1. Après le décollage de la piste 12 de l'aéroport de Thunder Bay (Ontario), alors que le pilote effectuait un virage serré rapide à basse altitude et en montée, l'aéronef est entré dans un décrochage accéléré qui a entraîné une perte de maîtrise et une collision avec la surface de la piste 07 dans une assiette inversée.
2. La décision d'effectuer un virage serré rapide à basse altitude et en montée a probablement été influencée par une perception modifiée du risque à la suite de décollages antérieurs similaires qui n'avaient pas eu de conséquences négatives.

### 3.2 Faits établis quant aux risques

Il s'agit des conditions, des actes dangereux, ou des lacunes de sécurité qui n'ont pas été un facteur dans cet événement, mais qui pourraient avoir des conséquences néfastes lors de futurs événements.

1. Si les contrôleurs de la circulation aérienne participent à des communications susceptibles d'être perçues par les pilotes comme un encouragement à effectuer des manœuvres de vol inhabituelles, les pilotes peuvent considérer cet encouragement comme une confirmation du fait que les manœuvres sont acceptables, ce qui augmente le risque d'accident.
2. Si les procédures de signalement de NAV CANADA ne contiennent pas de critères particuliers pour les situations où le personnel des services de la circulation aérienne estime que les aéronefs effectuent des manœuvres de vol non sécuritaires, il y a un risque que ces manœuvres se poursuivent et se soldent par un accident.

### 3.3 Autres faits établis

Ces éléments pourraient permettre d'améliorer la sécurité, de régler une controverse ou de fournir un point de données pour de futures études sur la sécurité.

1. La plupart des fils qui composaient le câble du compensateur de profondeur se sont rompus avant l'impact en raison d'une usure excessive; toutefois, cela n'a pas contribué à l'événement, car le volet compensateur est resté en position normale de décollage.

## 4.0 MESURES DE SÉCURITÉ

### 4.1 Mesures de sécurité prises

#### 4.1.1 MAG Aerospace Canada Corp.

À la suite de l'événement, MAG Aerospace Canada Corp. (MAG Canada) a pris les mesures de sécurité suivantes :

- Le 18 août 2021, MAG Canada a émis une note de service sur la maintenance exigeant une inspection du mécanisme de verrouillage du siège du pilote et des rails du siège sur tous les aéronefs Aero Commander 690 et 500 de MAG Canada.
- Le 19 août 2021, MAG Canada a publié une note de service sur les opérations aériennes rappelant aux pilotes de s'assurer que le mécanisme de verrouillage de leur siège est bien enclenché dans le rail du siège avant le démarrage du moteur et une fois de plus avant d'entamer la course au décollage.
- Le 21 août 2021, MAG Canada a suspendu toutes les opérations aériennes et a tenu une réunion de sécurité à l'échelle de la compagnie, à laquelle ont participé tous les employés. Les sujets de sécurité abordés lors de ces séances comprenaient :
  - la politique de sécurité de MAG Canada;
  - le respect des procédures d'exploitation normalisées et des pratiques sécuritaires;
  - la normalisation des écarts et l'acceptation des pratiques non sécuritaires;
  - la nécessité d'éradiquer la culture du « cowboy » ou du « m'as-tu-vu » dans le milieu de l'aviation;
  - la réitération du caractère anonyme et non punitif du programme de rapports de sécurité de la compagnie;
  - un rappel de la façon de présenter un rapport de danger anonyme.
- Le 28 août 2021, MAG Canada a publié une note de service sur les opérations aériennes mettant en œuvre une formation améliorée sur les pannes de moteur pendant la course au décollage et au stade le plus critique du vol. Tous les pilotes d'Aero Commander 690 de MAG Canada ont suivi cette formation, qui comprenait des séances au sol et dans l'air.
- MAG Canada a invité le directeur du système de gestion de la sécurité (SGS) de sa filiale américaine MAG Aero à effectuer une vérification de son SGS. La vérification a compris un examen du SGS de la compagnie ainsi que des entretiens avec les employés clés. Aucune constatation importante ou de non-conformité n'a été établie, et des recommandations d'amélioration ont été communiquées à la direction.
- MAG Canada a mis à jour son matériel de formation sur la gestion des ressources de l'équipage (CRM) afin d'y inclure davantage de renseignements sur la gestion du stress et des pressions internes ou externes, ainsi que sur la normalisation des

écarts. À l'avenir, ces sujets seront abordés dans toutes les formations en CRM initiales et récurrentes.

- MAG Canada a publié une modification à son manuel d'exploitation de l'entreprise. La modification comprend de nouvelles sections sur les altitudes et distances minimales lors des vols selon les règles de vol à vue de jour, ainsi que sur les vols à basse altitude autorisés. L'objectif est de réitérer les règles prévues aux articles 602.14 et 602.15 du *Règlement de l'aviation canadien*.
- Le 30 novembre 2022, MAG Canada a émis un bulletin de service interne (MAG-2022-SB-001) précisant des inspections régulières des câbles et poulies d'élévateur à la position de référence 386.82 de ses aéronefs Twin Commander 690. Les inspections doivent être réalisées au moyen d'une caméra endoscopique puisque les inspections visuelles ne sont pas adéquates en raison de la mauvaise accessibilité de cette zone.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 11 janvier 2023. Le rapport a été officiellement publié le 2 février 2023.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada ([www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.