



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A23W0091

IMPACT SANS PERTE DE CONTRÔLE

Immatriculation privée

Piper Aircraft Corporation PA-32R-301 (Saratoga SP), C-FCCY

Aéroport de Calgary/Springbank (CYBW) (Alberta), 30 NM WSW

28 juillet 2023

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

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 A23W0091* (publié le 2 octobre 2024).

Bureau de la sécurité des transports du Canada
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741; 1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@bst.gc.ca

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2024

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A23W0091

N° de cat. TU3-10/23-0091F-2-PDF
ISBN 978-0-660-73498-9

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

This report is also available in English.

Table des matières

1.0 Renseignements de base	6
1.1 Déroulement du vol	6
1.2 Personnes blessées	8
1.3 Dommages à l'aéronef	8
1.4 Autres dommages	8
1.5 Renseignements sur le personnel	9
1.6 Renseignements sur l'aéronef	10
1.7 Renseignements météorologiques	12
1.7.1 Conditions météorologiques à l'aéroport de départ	12
1.7.2 Conditions météorologiques en route	13
1.7.3 Conditions météorologiques à la destination	13
1.7.4 Évaluation météorologique	14
1.8 Aides à la navigation	16
1.9 Communications	17
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	17
1.11 Enregistreurs de bord	17
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	17
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	18
1.14 Incendie	18
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	18
1.16 Essais et recherche	18
1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion	18
1.18 Renseignements supplémentaires	19
1.18.1 Règles de vol à vue de jour	19
1.18.2 Route selon les règles de vol à vue	19
1.18.3 Prise de décisions du pilote et perception du risque	19
1.18.4 Conscience situationnelle	20
1.18.5 Vol par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments	20
1.18.6 Exigences de mise à jour des connaissances du pilote	22
1.18.7 Formation au vol en montagne	23
2.0 Analyse	25
2.1 Prise de décisions du pilote et perception du risque	25
2.2 Mise à jour des connaissances du pilote	27
2.2.1 Formation	28
3.0 Faits établis	30
3.1 Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	30
3.2 Faits établis quant aux risques	30
3.3 Autres faits établis	30
4.0 Mesures de sécurité	31
4.1 Mesures de sécurité prises	31

Annexes..... 32
Annexe A – Prévisions de zone graphique valides le jour de l'événement.....32

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A23W0091

IMPACT SANS PERTE DE CONTRÔLE

Immatriculation privée

Piper Aircraft Corporation PA-32R-301 (Saratoga SP), C-FCCY

Aéroport de Calgary/Springbank (CYBW) (Alberta), 30 NM WSW

28 juillet 2023

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 28 juillet 2023, à 20 h 47, heure avancée des Rocheuses, l'aéronef Piper Aircraft Corporation PA-32R-301 (Saratoga SP) (immatriculation C-FCCY, numéro de série 32R-8013108) sous immatriculation privée est parti de l'aéroport de Calgary/Springbank (CYBW) (Alberta) avec 1 pilote et 5 passagers à bord pour effectuer un vol selon les règles de vol à vue à destination de l'aérodrome de Salmon Arm (CZAM) (Colombie-Britannique). Après le départ, l'aéronef a commencé à suivre la route Transcanadienne vers l'ouest, faisant route vers la destination prévue. Environ 15 minutes après le décollage et à 30 milles marins à l'ouest-sud-ouest de l'aéroport de départ, l'aéronef a percuté le versant nord-est du mont McGillivray. Tous les occupants ont été mortellement blessés. L'aéronef a été détruit par les forces d'impact et l'incendie qui s'est déclaré après l'impact. La radiobalise de repérage d'urgence de 121,5 MHz s'est déclenchée, et un signal a été reçu par des aéronefs qui survolaient le secteur.

1.0 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

À 20 h 47¹ le 28 juillet 2023, l'aéronef Piper Aircraft Corporation (Piper) PA-32R-301 (Saratoga SP) sous immatriculation privée est parti de l'aéroport de Calgary/Springbank (CYBW) (Alberta) avec 1 pilote et 5 passagers à bord pour effectuer un vol selon les règles de vol à vue (VFR) à destination de l'aérodrome de Salmon Arm (CZAM) (Colombie-Britannique). Le vol récréatif visait à transporter le pilote et 5 passagers vers une activité sociale prévue à Salmon Arm (Colombie-Britannique). Le pilote n'avait pas obtenu un exposé météorologique d'un spécialiste de l'information de vol de NAV CANADA, ni déposé un plan de vol VFR auprès de NAV CANADA avant le départ. Cependant, il avait obtenu des renseignements météorologiques d'une ou de plusieurs source(s) sur Internet et avait discuté des conditions météorologiques avec quelqu'un à CYBW avant de laisser un itinéraire de vol à une personne de confiance.

Le départ du vol était initialement prévu à 19 h 30, mais il a été retardé en raison de conditions météorologiques défavorables², que le pilote surveillait. Vers 20 h 30, les passagers ont pris place à bord et les bagages ont été chargés dans l'aéronef. À 20 h 38, le pilote a effectué une première communication avec un contrôleur sol de CYBW. Le contrôleur a informé le pilote que la piste en service était la piste 08 et que les vents soufflaient du 080° magnétique à 6 nœuds. Le pilote a alors demandé un départ de la piste 26. Lorsqu'on lui a demandé s'il accepterait un vent arrière de 5 à 10 nœuds pour un départ de la piste 26, il a par la suite choisi de décoller de la piste 08.

À 20 h 40, l'aéronef a circulé devant la tour de contrôle pour faire le point fixe avant le décollage. Trois minutes plus tard, le pilote a communiqué avec le contrôleur sol pour l'informer que le point fixe était terminé et qu'il était prêt à recevoir l'autorisation de circuler vers la piste en service. Le contrôleur tour de CYBW a demandé au pilote de vérifier sa route de vol prévue vers CZAM. Le pilote a confirmé qu'il prévoyait suivre la route Transcanadienne, une route VFR désignée³ qui traverse les montagnes Rocheuses, en direction ouest à 5500 pieds au-dessus du niveau de la mer (ASL). L'aéronef a alors décollé de la piste 08 à 20 h 47.

Après le départ, l'aéronef a effectué un virage vers le sud pour acquérir la route Transcanadienne comme repère visuel avant d'amorcer un virage vers l'ouest pour suivre la route en direction de Ghost Lake (Alberta). À 20 h 49, le pilote a communiqué avec le contrôleur terminal de Calgary pour lui fournir un compte rendu de position et d'altitude.

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée des Rocheuses (temps universel coordonné moins 6 heures), sauf indication contraire.

² Les conditions météorologiques étaient inférieures aux limites, ou s'approchaient des limites, définies à l'article 602.115 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) sur les conditions météorologiques de vol à vue minimales pour un vol selon les règles de vol à vue (VFR) dans l'espace aérien non contrôlé.

³ Pour obtenir de plus amples renseignements sur la route VFR désignée, voir la section 1.18.2 *Route de vol selon les règles de vol à vue*.

Six minutes plus tard, le contrôleur terminal de Calgary a mis fin aux services radar avec l'aéronef et a autorisé l'aéronef à poursuivre sa route à une altitude de croisière laissée à la discrétion du pilote. Vers 20 h 57, le contact radar avec l'aéronef a été perdu en raison du relief ascendant à environ 17,5 milles marins (NM) à l'ouest de CYBW. Les dernières altitude et vitesse sol enregistrées de l'aéronef, environ 50 secondes plus tôt, étaient respectivement de 5800 pieds ASL et de 150 nœuds (figure 1).

Figure 1. Échos radar du vol à l'étude (étiquetés de A à I et énumérés dans le tableau 1), indiquant le lieu de l'accident et la zone qui était sous averses de pluie au moment de l'événement (Source : Google Earth, avec annotations du BST)

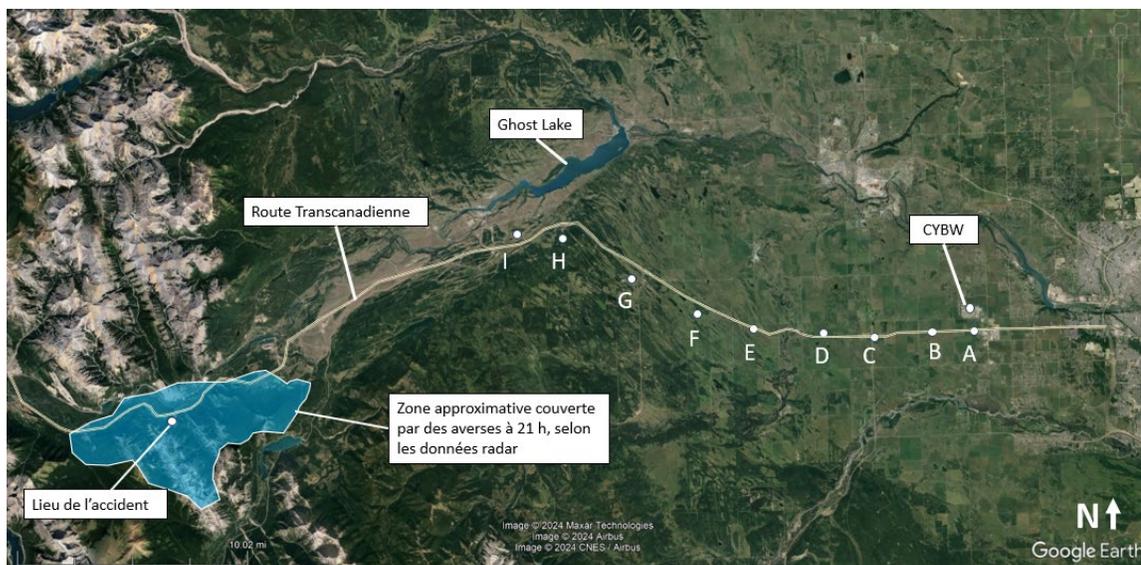


Tableau 1. Données radar pour le vol à l'étude

Écho radar	Heure	Altitude (pieds ASL)	Vitesse sol (nœuds)
A (premier écho radar)	20 h 48 min 55 s	4900	90
B	20 h 49 min 55 s	5200	110
C	20 h 50 min 56 s	5400	130
D	20 h 51 min 55 s	5500	140
E	20 h 52 min 55 s	5500	150
F	20 h 53 min 45 s	5400	150
G	20 h 54 min 55 s	5600	150
H	20 h 56 min 3 s	5800	150
I (dernière position générée par le système)	20 h 56 min 53 s	Aucune altitude enregistrée	Aucune vitesse sol enregistrée

L'aéronef a continué à suivre un cap généralement vers l'ouest au-dessus de la route Transcanadienne. Vers 21 h 03, alors que l'aéronef volait à une altitude d'environ 6500 pieds ASL, il a percuté le versant nord-est du mont McGillivray. Tous les occupants ont été mortellement blessés. L'aéronef a été détruit. À 21 h 37, les équipages d'aéronefs qui survolaient le secteur ont reçu le signal de 121,5 MHz de la radiobalise de repérage d'urgence⁴ et l'ont rapporté au personnel du contrôle de la circulation aérienne de NAV CANADA.

À 23 h 40, la personne de confiance qui détenait l'itinéraire du vol à l'étude n'avait pas eu de nouvelles du pilote ni reçu de confirmation de l'arrivée de l'aéronef à Salmon Arm. La personne a donc signalé le retard de l'aéronef au Centre conjoint de coordination de sauvetage de Victoria (Colombie-Britannique), qui a ensuite coordonné le déploiement de ressources de recherche et de sauvetage. L'épave a été retrouvée le matin du 29 juillet 2023.

1.2 Personnes blessées

Un pilote et 5 passagers se trouvaient à bord. Le tableau 2 indique la gravité des blessures subies.

Tableau 2. 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	5	–	6
Graves	0	0	–	0
Légères	0	0	–	0
Total des personnes blessées	1	5	–	6

1.3 Dommages à l'aéronef

L'aéronef a été détruit par les forces d'impact lors de la séquence de l'accident, et par un incendie qui s'est déclaré après l'impact.

1.4 Autres dommages

Il n'y a pas eu d'autres dommages.

⁴ Radiobalise de repérage d'urgence Artex 110-4 de 121,5/243,0 MHz. L'unité n'était pas équipée d'un émetteur de 406 MHz.

1.5 Renseignements sur le personnel

Tableau 3. Renseignements sur le personnel

	Pilote
Licence de pilote	Licence de pilote privé – avion
Date d'expiration du certificat médical	1 ^{er} avril 2028
Heures totales de vol	231,7
Heures de vol sur type	25,0
Heures de vol au cours des 24 heures précédant l'événement	0,3
Heures de vol au cours des 7 jours précédant l'événement	7,8
Heures de vol au cours des 30 jours précédant l'événement	21,7
Heures de vol au cours des 90 jours précédant l'événement	32,8
Heures de vol sur type au cours des 90 jours précédant l'événement	25,0
Heures de travail avant l'événement	8,0*

* Le pilote avait travaillé une journée de travail normale avant d'effectuer le vol dans la soirée.

Le pilote avait commencé sa formation au pilotage en vue d'obtenir une licence de pilote privé – avion pour les avions terrestres monomoteurs le 18 novembre 2017; le 10 décembre 2020, il avait réussi le test en vol visant l'obtention de cette licence. À ce moment-là, il avait accumulé au total 108,6 heures de vol. Le pilote avait également accumulé 5,0 heures d'entraînement aux instruments au total, qui consistaient en une combinaison d'expérience dans l'aéronef à l'aide d'un dispositif limitant la vue (cagoule) et d'expérience dans un simulateur au sol. Toutes les heures d'entraînement aux instruments, dont les plus récentes remontaient au 15 décembre 2020, avaient été accumulées au cours de la formation requise pour l'obtention de la licence de pilote privé.

Le pilote avait également suivi une formation sur le PA-32R-301 (Saratoga SP) le 9 juin 2023, comme l'exigeait la compagnie d'assurances de l'aéronef. La formation était donnée par une personne précisée par la compagnie d'assurances, qui ne détenait pas de qualification d'instructeur et n'était pas tenue d'en détenir.

Le programme de la formation visant l'obtention de la licence de pilote privé – avion prévoit peu de temps consacré au vol aux instruments. Cette formation a pour but de donner aux pilotes privés qualifiés pour le vol VFR l'occasion de voir, dans un environnement contrôlé, à quoi ressemblerait une entrée inattendue dans des conditions de vol aux instruments. Il s'agit aussi d'une occasion d'apprendre comment maintenir la maîtrise de l'aéronef de façon sécuritaire et les procédures à suivre pour sortir de conditions de vol aux instruments. En ce qui concerne les conditions de vol aux instruments, la formation couvrait les exercices suivants :

- la bonne technique de balayage visuel des instruments;
- le vol rectiligne en palier;
- la montée et la descente, y compris les changements de cap;
- les manœuvres de rétablissement;

- la sortie d'assiettes inhabituelles.

Le pilote avait déjà effectué 7 allers-retours vers CZAM en 2022 et 1 aller-retour vers CZAM en 2023, tous en tant que commandant de bord dans un aéronef Piper PA-28-180 (Cherokee)⁵ et tous à partance de CYBW.

Le pilote détenait la licence et la qualification appropriées pour le vol à l'étude conformément à la réglementation en vigueur. Il n'avait suivi aucune formation officielle sur le vol en montagne, et la réglementation ne l'exigeait pas. Le pilote ne possédait pas de qualification de vol VFR de nuit.

L'enquête n'a pas permis de déterminer l'horaire de travail et de repos du pilote et n'a donc pas permis de déterminer si la fatigue a été un facteur contributif dans l'événement à l'étude.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Tableau 4. Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	Piper Aircraft Corporation*
Type, modèle et immatriculation	PA-32R-301 (Saratoga SP), C-FCCY
Année de construction	1980
Numéro de série	32R-8013108
Date d'émission du certificat de navigabilité	10 juillet 2023
Total d'heures de vol cellule	5527,5 heures
Type de moteur (nombre)	Lycoming IO-540-K1G5D (1)
Type d'hélice (nombre)	McCauley, B3D36C433/80VSA-1 (1)
Masse maximale autorisée au décollage	3600 lb (1633 kg)
Type(s) de carburant recommandé(s)	100, 100LL
Type de carburant utilisé	100LL

* À l'heure actuelle, Piper Aircraft Inc. détient le certificat de type pour ce type d'aéronef.

Le Piper PA-32R-301 (Saratoga SP) est un aéronef léger entièrement métallique, monomoteur et à pistons (figure 2). Il comprend un train d'atterrissage escamotable et une hélice à vitesse constante et est configuré pour accueillir 6 personnes, y compris le pilote. L'aéronef était équipé d'instruments de vol permettant de voler dans des conditions VFR et IFR.

⁵ L'aéronef Piper PA-28-180 (Cherokee) est un aéronef utilitaire léger doté d'un train d'atterrissage fixe et capable de transporter 1 pilote et jusqu'à 3 passagers.

Figure 2. Aéronef à l'étude (Source : tierce partie, avec permission)



L'aéronef avait été acheté récemment aux États-Unis par le père du pilote et avait été convoyé au Canada en juin 2023. L'aéronef avait ensuite été soumis au processus d'importation d'un aéronef au Canada, qui s'est achevé le 3 juillet 2023. Au moment de l'importation, l'aéronef avait accumulé un total de 5511,1 heures de vol. Pendant l'importation, une inspection annuelle et les éléments prévus par Piper pour la maintenance aux 1000 heures ont été exécutés.

Selon le dernier calcul de masse et de centrage, cet aéronef avait une charge utile de 1391,8 livres. Bien que l'enquête n'ait pas permis de déterminer où les bagages avaient été entreposés pour le vol, divers calculs de masse et de centrage ont été effectués. D'après ces calculs, il a été déterminé que la masse de l'aéronef se situait dans les limites prescrites et que le centre de gravité se situait probablement dans les limites prescrites.

Selon le manuel d'utilisation de l'aéronef, la vitesse de croisière de l'aéronef à 65 % de la puissance moteur et à une altitude de 6500 pieds ASL (l'altitude approximative de l'aéronef au moment de sa collision avec le relief) est de 145 nœuds (vitesse vraie). À une puissance moteur de 75 %, sa vitesse de croisière à la même altitude est d'environ 156 nœuds (vitesse vraie)⁶.

Les dossiers pour l'aéronef à l'étude indiquent qu'il n'y avait aucune défektivité non réglée au moment de l'événement. En outre, rien n'indique qu'une défaillance d'un système ou d'un composant a joué un rôle dans l'événement à l'étude.

⁶ Piper Aircraft Corporation, *Saratoga SP PA-32R-301 Pilot's Operating Handbook and FAA Approved Airplane Flight Manual*, révision 15 (15 août 1992), Section 5: Performance, Figure 5-31: Speed - Cruise Power, p. 5-28.

1.7 Renseignements météorologiques

Les centres d'information de vol de NAV CANADA fournissent gratuitement des exposés météorologiques de personne à personne. Les spécialistes régionaux offrent des exposés météorologiques interprétatifs, des services consultatifs et le dépôt des plans de vol par téléphone. Des renseignements météorologiques gratuits sont également consultables en ligne.

L'enquête a permis de déterminer que le pilote n'avait pas communiqué avec NAV CANADA afin d'obtenir un exposé météorologique pour le vol prévu; toutefois, il a été signalé qu'il avait obtenu des renseignements météorologiques d'une ou de plusieurs source(s) sur Internet. L'enquête n'a pas permis de déterminer quels renseignements météorologiques en particulier le pilote avait obtenus ou examinés avant d'entreprendre le vol.

1.7.1 Conditions météorologiques à l'aéroport de départ

Les conditions météorologiques à CYBW en après-midi le jour de l'événement avaient été variables. D'après les messages d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) émis pour l'aéroport de 12 h à 16 h ce jour-là,

- les vents soufflaient constamment de l'est et variaient en force de 8 à 10 nœuds;
- la visibilité variait entre 3 et 9 milles terrestres (SM);
- le plafond variait entre 500 et 1400 pieds au-dessus du sol (AGL);
- de légères averses de pluie et de la brume avaient été observées périodiquement durant tout l'après-midi.

Bien que les conditions aient continué à être variables tout au long de la journée, de 17 h à 20 h, elles se sont quelque peu améliorées et les METAR ont indiqué ceci :

- les vents soufflaient constamment de l'est et variaient en force de 7 à 9 nœuds;
- la visibilité était de 9 SM;
- le plafond variait entre 2200 et 3900 pieds AGL;
- de légères averses de pluie avaient été observées périodiquement au début de la soirée.

Le METAR diffusé à 20 h pour CYBW indiquait les conditions suivantes :

- vents du 100° vrai à 6 nœuds;
- visibilité de 9 SM;
- couche de nuages épars à 1400 pieds AGL, couche de nuages fragmentés à 2400 pieds AGL et plafond couvert à 3700 pieds AGL;
- température de 13 °C, point de rosée de 12 °C;
- calage altimétrique de 30,28 pouces de mercure (inHg).

Le soleil s'est couché à 21 h 29 à CYBW le jour de l'événement.

1.7.2 Conditions météorologiques en route

La prévision de zone graphique (GFA) valide au moment de l'événement à l'étude pour la partie de la route de vol prévue de CYBW, situé à l'ouest de Calgary, jusqu'à la frontière de la Colombie-Britannique (annexe A, figure A1) indiquait les conditions météorologiques suivantes :

- ciel couvert de 4000 à 6000 pieds ASL, avec sommets à 14 000 pieds ASL;
- nuages altocumulus castellanus (ACC dans la GFA) occasionnels jusqu'à 18 000 pieds ASL;
- visibilité variant de 2 ½ à 6 SM dans de légères averses de pluie et de la brume;
- plafonds de nuages fragmentés de 700 à 1500 pieds AGL;
- le long des contreforts, des nuages cumulonimbus (CB dans la GFA) isolés jusqu'à 32 000 pieds ASL, avec une visibilité de 2 SM dans des orages, de la pluie et de la brume.

La carte de givrage, de turbulence et de niveau de congélation (annexe A, figure A2) de la même GFA pour ce secteur et cette période prévoyait des zones de givrage mixte modéré par endroits, du niveau de congélation jusqu'à 14 000 pieds ASL. Le niveau de congélation prévu se situait de 10 000 à 12 500 pieds ASL.

La GFA pour l'intérieur de la Colombie-Britannique le long de la route de vol prévue et valide au moment de l'événement (annexe A, figure A3) indiquait les conditions météorologiques prévues suivantes pour cette zone :

- plafond de nuages cumulus (CU) fragmentés de 6000 à 12 000 pieds ASL, avec une visibilité supérieure à 6 SM;
- nuages cumulus bourgeonnants (TCU) occasionnels jusqu'à 24 000 pieds ASL, avec une visibilité variant de 5 SM à plus de 6 SM dans de légères averses de pluie et de la brume;
- nuages cumulonimbus (CB) isolés jusqu'à 32 000 pieds ASL, avec une visibilité de 3 SM dans des orages et de la pluie, avec bourrasques potentielles de jusqu'à 25 nœuds.

1.7.3 Conditions météorologiques à la destination

CZAM ne dispose d'aucun système de comptes rendus météorologiques. L'aéroport de Kamloops (CYKA) (Colombie-Britannique), situé à 46 NM à l'ouest de Salmon Arm, est l'endroit doté d'un système automatisé de comptes rendus météorologiques qui se trouve le plus près. Le METAR à 21 h (20 h, heure avancée du Pacifique [HAP]) indiquait les observations météorologiques suivantes :

- vents du 120° vrai à 3 nœuds;
- visibilité de 40 SM;
- nuages épars à 11 000 pieds AGL et plafond de nuages fragmentés à 30 000 pieds AGL;

- température de 27 °C, point de rosée de 8 °C;
- calage altimétrique de 29,95 inHg.

La fin du crépuscule civil du soir à l'aéroport de destination est survenue à 22 h 28, heure avancée des Rocheuses (21 h 28 HAP).

1.7.4 Évaluation météorologique

Après l'événement, les enquêteurs ont demandé à Environnement et Changement climatique Canada de réaliser une analyse détaillée⁷ des conditions météorologiques présentes en fin d'après-midi et en soirée le jour de l'événement sur les lieux de l'accident.

L'évaluation météorologique a permis de déterminer que l'aéronef avait décollé de CYBW dans des conditions atmosphériques chaudes et humides, avec des températures de surface de 12 à 14 °C et une dépression du point de rosée⁸ d'environ 1 °C⁹. Les vents de surface signalés soufflaient de l'est à entre 5 et 9 nœuds. Des plafonds nuageux ont été observés à des hauteurs aussi basses que 1600 et jusqu'à 4200 pieds AGL. En début de soirée, une pluie légère tombait occasionnellement. L'imagerie satellitaire météorologique montrait des nuages bas qui s'étendaient vers l'ouest à partir de la région de CYBW, sans trous évidents dans la couche nuageuse jusqu'à la frontière entre l'Alberta et la Colombie-Britannique. Le ciel était dégagé dans la majeure partie de l'est de la Colombie-Britannique, à l'ouest de la frontière provinciale.

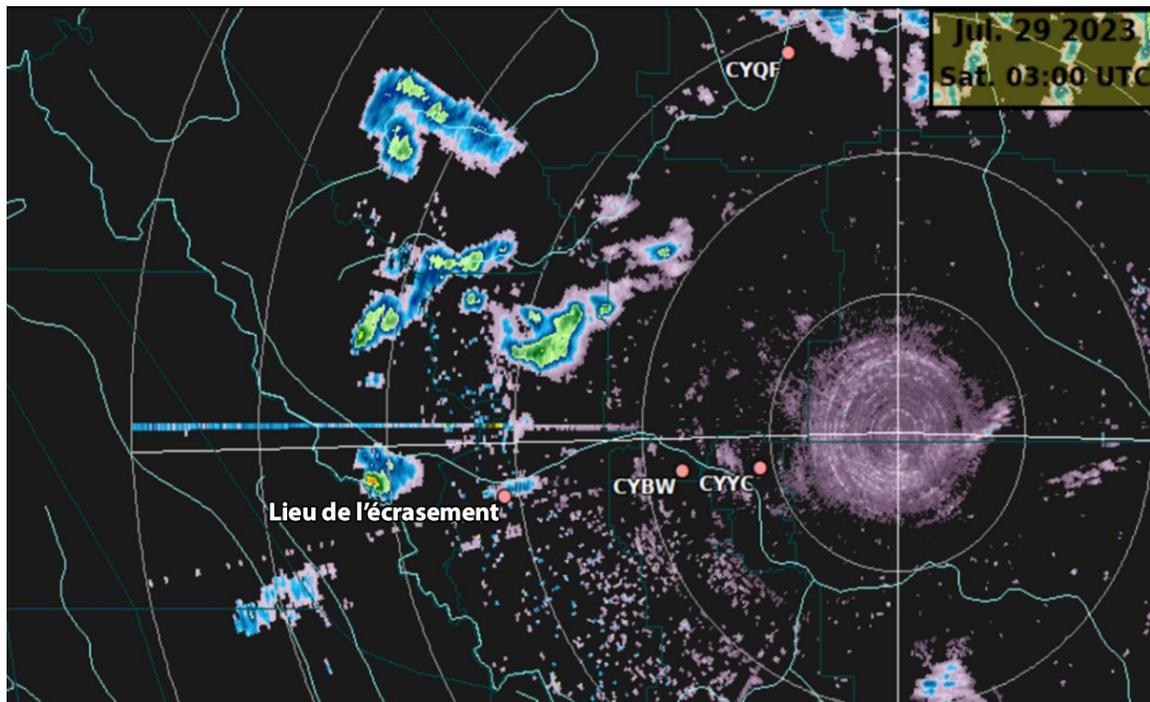
Les images radar météorologiques de la zone au moment de l'événement indiquaient aussi la présence d'une cellule de précipitation se déplaçant dans la zone du lieu de l'accident entre 20 h 50 et 21 h 10 (figure 3). Les échos radar de légères averses de pluie tombant dans cette masse d'air près de l'heure de l'accident auraient ajouté de l'humidité à la basse atmosphère, augmentant l'humidité et permettant aux nuages de descendre plus bas vers le sol.

⁷ Environnement et Changement climatique Canada, Service météorologique du Canada, Direction des Services de prévision, *Meteorological Assessment July 28, 2023, Kananaskis Village, Alberta* (8 novembre 2023).

⁸ La dépression du point de rosée, un indicateur du niveau d'humidité de l'air, est déterminée par la différence entre la température de l'air et la température du point de rosée.

⁹ Environnement et Changement climatique Canada, Service météorologique du Canada, Direction des Services de prévision, *Meteorological Assessment July 28, 2023, Kananaskis Village, Alberta* (8 novembre 2023), p. 20.

Figure 3. Image radar météorologique de la zone de l'événement à 21 h (Source : Environnement et Changement climatique Canada, Service météorologique du Canada, Direction des Services de prévision, *Meteorological Assessment July 28, 2023, Kananaskis Village, Alberta* (8 novembre 2023), p. 18; traduction par le BST)



L'évaluation explique en outre ce qui suit [traduction] :

En se déplaçant vers l'ouest vers un relief plus élevé, les vents sont restés légers, de 2 à 6 nœuds, soufflant principalement du nord-est, bien que la direction ait été plus variable (coïncidant avec les vents en altitude prévus par les profils de modèle de prévision du temps), comme l'ont signalé Bow Valley et Nakiska Ridgetop [stations d'observation à proximité]. Les observations de Nakiska Ridgetop ont indiqué un air saturé à une élévation de 8343 pieds [ASL], probablement parce que la station se trouvait dans la couche nuageuse¹⁰.

L'écrasement s'est produit à environ 6500 pieds ASL, et les plafonds nuageux les plus près signalés à CYBW (qui se trouve à une élévation de 3904 pieds) étaient de 5500 à 8100 pieds ASL, ou de 1600 à 4200 pieds AGL. Comme le conclut le rapport d'Environnement et Changement climatique Canada [traduction],

il est très probable que les plafonds nuageux dans la région d'Exshaw [près du lieu de l'accident] étaient plus bas que ce qui avait été signalé plus à l'est. Les caméras des autoroutes locales situées près du lieu de l'écrasement montraient que les sommets des montagnes de la région étaient également obscurcis, ce qui donne à penser que les sommets des montagnes se trouvant près du lieu de l'écrasement étaient bien obscurcis par des nuages bas¹¹.

¹⁰ Ibid.

¹¹ Ibid., p. 21.

1.7.4.1 Vents ascendants

Les vents ascendants sont principalement attribuables à l'effet orographique, qui est le résultat de l'ascension forcée de l'air lorsqu'il rencontre une montagne ou une colline. En s'élevant, l'air se refroidit et se dilate, ce qui entraîne la formation de nuages et, souvent, de précipitations. Les vents ascendants peuvent être relativement faibles ou devenir très forts, en fonction de la raideur et de la hauteur du relief, et ils peuvent entraîner la formation de nuages bas et de brouillard sur le versant au vent de la montagne. Ces conditions peuvent persister pendant de longues périodes, réduisant la visibilité et influençant les conditions météorologiques locales.

Au moment de l'événement à l'étude, il y avait dans la région du centre de l'Alberta un centre de haute pression qui aurait généré des vents de surface soufflant de l'est. Cet écoulement de l'est est considéré comme un écoulement ascendant, ce qui aurait pu favoriser la formation de nuages bas et de faibles visibilités en raison du soulèvement et du refroidissement de l'air, qui se condense ensuite lorsqu'il atteint la saturation. L'air au-dessus des contreforts à ce moment-là était proche de son point de saturation, étant donné que les observations à CYBW et à Bow Valley indiquaient une dépression du point de rosée de 1 °C ou moins ce soir-là. Comme l'indique l'évaluation météorologique, [traduction] « avec une dépression du point de rosée aussi faible, la condensation se serait produite rapidement dans l'air ascendant, entraînant la formation probable de nuages bas, de plafonds nuageux et de faibles visibilités sur les versants est¹² ».

Les vents ascendants provoquant un soulèvement de l'air, combinés aux légères averses de pluie, ont probablement contribué à une détérioration des conditions, même si le nombre limité d'observations dans la région rend difficile la vérification de l'ampleur de cette détérioration. Comme l'explique l'évaluation, le soulèvement forcé de l'air humide est habituellement responsable de l'abaissement des plafonds nuageux et de la réduction de la visibilité; il est donc probable que les nuages étaient plus bas et que la visibilité était plus réduite près du lieu de l'écrasement que dans les zones situées à l'est, possiblement de manière importante.

1.8 Aides à la navigation

Après le départ de CYBW, le pilote a commencé à suivre la route Transcanadienne vers l'ouest, une route de vol VFR désignée qui traverse les montagnes et qui est illustrée sur la carte aéronautique de navigation VFR (VNC). L'emprunt de la route pour la navigation exige que les pilotes maintiennent un repère visuel au sol constant pour être certains de leur position géographique.

De plus, l'aéronef était équipé d'un Garmin GNS 430W, un appareil de navigation GPS monté sur le tableau de bord qui intègre également une radio de communication et une radio de navigation. Ce modèle de GPS est capable d'afficher de l'information de base sur le relief et des avertissements de relief; cependant, en raison des dommages subis lors de la séquence

¹² Ibid., p. 7.

de l'accident, il n'a pas été possible d'extraire l'information de la mémoire non volatile et de déterminer si le système d'avertissement de relief était activé au moment de l'événement à l'étude.

1.9 Communications

Il n'y a pas eu, que l'on sache, de problème de communication.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

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. La réglementation en vigueur n'exigeait ni l'un ni l'autre.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

L'aéronef a percuté le versant du mont McGillivray. Les marques d'impact sur la paroi rocheuse et les angles d'écrasement sur les ailes et le fuselage correspondaient à un aéronef dans une assiette de croisière¹³. L'épave a chuté de 200 à 400 pieds à la verticale avant de s'immobiliser. L'aile droite, le moteur et la partie supérieure du fuselage se sont séparés du reste de l'aéronef et se sont immobilisés à différents endroits.

L'épave a été récupérée et transportée au bureau régional du BST à Edmonton (Alberta). Un examen détaillé de l'épave a été réalisé dans la mesure du possible, compte tenu des dommages. Aucune anomalie n'a été relevée. L'épave a été reconstituée et tous les composants majeurs de l'aéronef ont été retrouvés. Les volets et le train d'atterrissage étaient en position rentrée, ce qui est cohérent avec un aéronef en configuration de croisière.

¹³ Un aéronef est dans une assiette de croisière lorsqu'il est en vol en palier, à une altitude, une vitesse anémométrique et un régime de croisière constants, les ailes à l'horizontale.

Figure 4. Disposition de l'épave de l'aéronef au bureau régional du BST à Edmonton (Alberta) (Source : BST)



1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Selon l'information obtenue au cours de l'enquête, rien n'indique que des facteurs médicaux ou physiologiques ont nui à la performance du pilote.

1.14 Incendie

Après l'impact de l'aéronef avec le relief, un bref incendie s'est déclaré, endommageant des composants situés à l'avant de la cloison pare-feu du moteur, ainsi que l'arrière du fuselage et la queue de l'aéronef.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

L'accident n'offrait aucune chance de survie.

1.16 Essais et recherche

Sans objet.

1.17 Renseignements sur les organismes et sur la gestion

Sans objet.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Règles de vol à vue de jour

Aux termes du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), pour effectuer un vol VFR, le pilote doit maintenir des repères visuels à la surface, une visibilité en vol minimale et une distance minimale par rapport aux nuages¹⁴. Les vols VFR de jour doivent, en vertu de la définition de « jour » dans le RAC¹⁵, être effectués entre le début du crépuscule civil du matin et la fin du crépuscule civil du soir, qui se termine lorsque le centre du disque solaire se trouve à 6° au-dessous de l'horizon. La fin du crépuscule civil du soir correspond à environ 30 minutes après le coucher du soleil aux latitudes auxquelles le vol à l'étude a été effectué.

Pour effectuer un vol VFR de nuit avec des passagers, le pilote doit détenir une qualification de vol VFR de nuit.

1.18.2 Route selon les règles de vol à vue

NAV CANADA a désigné certaines trajectoires de vol dans l'espace aérien canadien comme des routes VFR désignées. La route Transcanadienne, l'une des routes désignées, rend possible la navigation VFR pour les pilotes qui se déplacent vers l'est ou vers l'ouest en traversant les vallées des montagnes longeant la route Transcanadienne. Il est recommandé aux pilotes d'envisager d'emprunter cette route lorsqu'ils planifient une route VFR en terrain montagneux.

La route VFR désignée à l'ouest de CYBW suit la route Transcanadienne jusqu'à Golden (Colombie-Britannique), puis jusqu'au bras Salmon du lac Shuswap, en passant par Revelstoke (Colombie-Britannique), et enfin jusqu'à Canoe (Colombie-Britannique). Canoe se trouve à environ 4 NM au nord de CZAM. La distance totale entre CYBW et CZAM en suivant la route VFR désignée est d'environ 250 NM. Si le pilote avait suivi cette route avec la même heure de départ, l'aéronef serait probablement arrivé à CZAM entre environ 21 h 23 et 21 h 29 (HAP). Le début de la nuit officielle (la fin du crépuscule civil du soir) à CZAM était à 21 h 28 (HAP). Étant donné que la route VFR suit la route Transcanadienne vers l'ouest, le même trajet effectué en véhicule prendrait environ 5,5 heures.

1.18.3 Prise de décisions du pilote et perception du risque

La prise de décisions du pilote (PDP) est un processus cognitif qui permet de choisir un plan d'action parmi diverses options. La PDP est développée en suivant un processus où les pratiques exemplaires, l'expérience personnelle et les ressources disponibles sont mises à contribution pour créer un plan réaliste. Plusieurs facteurs, circonstances et biais peuvent avoir une incidence sur la PDP, y compris l'objectif ou le but du vol ainsi que les

¹⁴ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, article 602.114.

¹⁵ Ibid., paragraphe 101.01(1).

connaissances, l'expérience et la formation du pilote¹⁶. Ces facteurs peuvent faire en sorte qu'un pilote utilise un aéronef au-delà des capacités de l'aéronef ou de ses propres aptitudes. Cela vaut particulièrement pour les pilotes privés, qui, contrairement aux pilotes professionnels, disposent de moins de moyens de défense structurés sur lesquels ils peuvent s'appuyer pendant la PDP.

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 d'un pilote peut être modifiée par son expérience relative d'une situation; par conséquent, comme l'explique la recherche, [traduction] « les situations qui présentent un niveau de risque élevé pour une personne peuvent ne présenter qu'un faible risque pour une autre¹⁷ ». Une personne qui pratique de façon répétée une activité dangereuse avec peu ou pas de répercussions négatives peut devenir désensibilisée ou habituée au niveau de risque élevé. Des problèmes peuvent survenir lorsque les risques perçus ne correspondent plus aux risques réels associés à une activité.

De multiples facteurs, comme le désir d'assister à l'activité sociale à Salmon Arm, la diminution de la lumière du jour disponible et la familiarité du pilote avec la route VFR partant de CYBW, ont pu influencer la PDP ainsi que la perception des risques par le pilote dans cet événement.

1.18.4 Conscience situationnelle

La conscience situationnelle est un composant essentiel de la prise de décisions. Comme modèle, la conscience situationnelle est définie comme étant [traduction] « la perception des éléments dans l'environnement à l'intérieur d'un volume de temps et d'espace, la compréhension de leur signification, et la projection de leur état à court terme¹⁸ ».

1.18.5 Vol par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments

1.18.5.1 Définition

L'expression « vol par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments » (IIMC) désigne les situations dans lesquelles un pilote qui effectue un vol VFR se retrouve involontairement dans des conditions de vol aux instruments (IMC), c'est-à-dire dans des « [c]onditions météorologiques, exprimées en fonction de la visibilité et de la distance par rapport aux nuages, qui sont inférieures aux minimums précisés dans la section VI de la sous-partie 2 de la partie VI [du RAC]¹⁹ ». Traditionnellement, l'IIMC est

¹⁶ M. R. Endsley, « Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems », *Human Factors*, vol. 37, n° 1 (1995), p. 32 à 64.

¹⁷ M. Martinussen et D. R. Hunter, *Aviation Psychology and Human Factors*, 2^e édition (2018), p. 297 à 301.

¹⁸ M. R. Endsley, « Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems », *Human Factors*, vol. 37, n° 1 (1995), p. 32 à 64.

¹⁹ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, paragraphe 101.01(1).

souvent considéré comme une situation où un pilote qui effectue un vol VFR pénètre par inadvertance dans les nuages. Bien que ce soit exact, concrètement, des IMC sont présentes chaque fois qu'un pilote est obligé de piloter à l'aide des instruments de vol parce que les repères visuels externes sont insuffisants pour maintenir la maîtrise de l'aéronef par référence à la surface.

1.18.5.2 Moyens de défense contre les vols par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments

Les moyens de défense contre les IIMC reposent essentiellement sur la formation. Cette formation peut être divisée en 3 domaines d'intérêt généraux.

- Évitement – Ces renseignements sont principalement axés sur la planification avant le vol et la collecte de renseignements en prévision d'un vol. Les pilotes apprennent quelles sont les stratégies disponibles pour les aider à éviter la possibilité de se retrouver dans des IMC. Ces stratégies comprennent l'obtention d'une prévision météorologique auprès de plusieurs ressources et la connaissance des conditions météorologiques courantes dans des zones géographiques particulières.
- Identification – Au cours d'un vol, il est possible que les conditions météorologiques rencontrées par le pilote ne correspondent pas aux prévisions ou qu'elles changent plus tôt que prévu. Les pilotes reçoivent une formation sur la manière d'identifier les conditions météorologiques qui se détériorent pendant le vol et avant d'entrer dans des IMC.
- Rétablissement – Au cas où ils ne parviennent pas à éviter les IIMC, les pilotes reçoivent une formation sur les techniques permettant de sortir des IMC et de revenir à des conditions VFR. Les pilotes apprennent également des techniques permettant de maintenir la maîtrise de l'aéronef en cas d'IMC, en plus d'examiner les ressources qui sont à leur disposition (p. ex., l'assistance du contrôle de la circulation aérienne) s'ils rencontrent ces conditions.

Maintenir une compétence acquise, comme la défense contre les IIMC, nécessite une pratique structurée.

1.18.5.3 Minimums de sécurité personnels

Les minimums de sécurité personnels sont un ensemble de limites et de lignes directrices qu'un pilote utilise pour prendre des décisions qui peuvent être plus prudentes que ce qu'exige la réglementation. Transports Canada a mis à disposition une liste de vérification²⁰ pour aider les pilotes à créer des minimums personnels. En outre, selon la Federal Aviation Administration des États-Unis, [traduction] « les minimums personnels doivent être fixés de manière à offrir une marge de sécurité confortable entre les compétences requises pour le vol particulier [que le pilote souhaite réaliser] et les compétences auxquelles [le pilote a]

²⁰ Transports Canada, Circulaire d'information n° 401-004 : Conduite des contrôles des compétences de vol aux instruments, numéro d'édition 4 (15 mars 2019), section 5.1 : Gestion de risque et l'établissement des minimums personnels, paragraphe 7.

accès par la formation, l'expérience, la mise à jour des connaissances et le maintien des compétences²¹ ». Pour ce faire, les pilotes doivent examiner les minimums réglementaires, évaluer leur expérience et leur niveau de confort, établir une base de référence pour leurs minimums personnels et les adapter aux conditions données, puis s'en tenir à leur plan²².

Bien que le RAC stipule les limites minimales, les pilotes peuvent fixer leurs propres minimums de sécurité personnels qui sont plus restrictifs en incluant une marge de sécurité qui reflète leur propre expérience de vol antérieure, y compris le maintien des compétences et la mise à jour des connaissances. Par conséquent, des conditions météorologiques VFR qui sont acceptables pour un pilote peuvent ne pas l'être pour un autre.

Dans le contexte du vol VFR en montagne, Transports Canada (TC) recommande aux pilotes de recevoir un exposé météorologique détaillé et de s'attendre à des retards²³. Par conséquent, la planification d'un vol dans de telles conditions devrait prévoir du temps pour les éventualités en vol. Qui plus est, une fois le plan de vol élaboré, les pilotes peuvent contre-vérifier la faisabilité du vol prévu en consultant une tierce partie, comme un spécialiste de l'information de vol de NAV CANADA, avant de déposer un plan de vol. L'établissement et le respect de limites personnelles peuvent aider les pilotes à accroître leurs marges de sécurité et à se défendre contre divers facteurs qui peuvent ajouter un risque indu à un vol.

1.18.6 Exigences de mise à jour des connaissances du pilote

Le maintien des connaissances du pilote constitue un aspect fondamental de la sécurité aérienne. Les pilotes sont tenus de respecter des exigences précises en matière de mise à jour des connaissances pour s'assurer qu'ils restent compétents et capables de relever les défis complexes et dynamiques de l'aviation. Ces exigences varient en fonction du type d'aéronef, du niveau de certification du pilote et des tâches particulières que le pilote est autorisé à effectuer.

Pour exercer le privilège d'une licence de pilote, il faut respecter plusieurs critères :

- La personne doit posséder la licence valide qui est adéquate pour l'aéronef qu'elle entend piloter. Par exemple, un pilote privé qui détient une qualification pour piloter un avion terrestre monomoteur ne peut pas piloter légalement un aéronef bimoteur.
- Le certificat médical d'aviation du pilote doit être valide et à jour.

²¹ Federal Aviation Administration, « Getting the Maximum from Personal Minimums », *FAA Aviation News* (mai/juin 2006), p. 2, à l'adresse <https://www.faasafety.gov/files/gslac/courses/content/38/472/6.2%20Personal%20Minimums%20MayJun06.pdf> (dernière consultation le 17 septembre 2024).

²² Ibid., Appendix.

²³ Transports Canada, TP 2228-32F, *Un instant! Pour votre sécurité : Règles de vol à vue (VFR) pour les vols dans les montagnes* (28 juin 2018), à l'adresse https://tc.canada.ca/sites/default/files/2021-07/UN_INSTANT_-_REGLES_DE_VOL_A_VUE_%28VFR%29_POUR_LES_VOLS_DANS_LES_MONTAGNES.pdf (dernière consultation le 17 septembre 2024).

- Le document d'aviation du pilote doit être valide et à jour.
- Le pilote doit satisfaire aux exigences de mise à jour des connaissances prévues dans la réglementation pour les périodes de 6 mois, 24 mois et 5 ans.

Le RAC exige qu'un pilote privé maintienne ses connaissances à jour en suivant une formation périodique tous les 24 mois²⁴. Cette formation périodique peut inclure :

- effectuer une révision en vol avec un instructeur de vol certifié;
- assister à un séminaire sur la sécurité aérienne de TC;
- terminer le programme d'autoformation en ligne de TC;
- participer à un programme de formation périodique approuvé par TC;
- réussir un programme de formation ou subir un contrôle de compétence pilote en application des parties IV, VI ou VII du RAC;
- satisfaire aux exigences relatives à la délivrance d'une licence, d'un permis ou d'une qualification;
- réussir l'examen écrit pour l'obtention d'une licence, d'un permis ou d'une qualification²⁵.

Si un pilote n'a pas satisfait aux exigences de mise à jour des connaissances prévues dans la réglementation, il n'est pas autorisé à exercer les privilèges de sa licence tant qu'il n'a pas suivi de programme de formation.

Le pilote dans l'événement à l'étude avait satisfait à l'exigence de mise à jour des connaissances aux 6 mois en effectuant le nombre requis de décollages et d'atterrissages avec passagers. Cependant, le dossier de vol du pilote n'indiquait pas que, à la date de l'accident, le pilote satisfaisait aux exigences de mise à jour des connaissances aux 24 mois prévues dans le RAC.

1.18.7 Formation au vol en montagne

Les pilotes privés qui détiennent une qualification VFR de jour ont la possibilité de renforcer leurs compétences et leurs aptitudes de pilotage en suivant une formation spécialisée volontaire sous forme d'instruction en salle de classe, en simulateur ou en vol. L'enseignement de compétences spéciales allant au-delà des critères minimaux fixés par TC se veut pour les pilotes privés un moyen d'affiner leurs compétences et d'ajouter une certaine rigueur à leur pratique personnelle du vol dans le milieu de l'aviation générale. Les cours de vol en montagne sont un exemple de formation spécialisée qui offre des pratiques exemplaires fondées sur la connaissance régionale de la topographie de l'Ouest canadien et sur la nature imprévisible des conditions météorologiques de la région.

²⁴ Transports Canada, DORS/96-433, *Règlement de l'aviation canadien*, alinéa 401.05(2)a).

²⁵ Ibid., Norme 421 : Permis, licences et qualifications des membres d'équipage de conduite, paragraphe 421.05(2).

La formation officielle sur le vol en montagne est offerte aux pilotes titulaires d'une licence par de nombreuses installations d'instruction en vol en Alberta et en Colombie-Britannique. Les cours de vol en montagne comprennent normalement une expérience de vol pratique avec un instructeur. Il peut s'agir de manœuvres en vol, comme des virages serrés, des vols lents ainsi que des décollages et des atterrissages à haute altitude. La formation vise à instruire les pilotes titulaires d'une licence sur plusieurs sujets pertinents pour l'exécution de vols en régions montagneuses, comme les montagnes Rocheuses.

En plus de sujets tels que l'aérodynamique et les effets de l'altitude-densité, les élèves sont formés à la navigation, aux communications, aux procédures d'urgence et à la survie. La majeure partie des cours sont axés sur les sujets suivants :

- **Prise de décisions et gestion des risques** – Les cours mettent l'accent sur la prise de décisions judicieuses et la gestion des risques dans l'environnement difficile du vol en montagne. Les pilotes apprennent quand poursuivre un vol et quand faire demi-tour ou dérouter l'aéronef vers un endroit plus sécuritaire.
- **Dangers météorologiques** – Les régions montagneuses sont souvent touchées par des conditions météorologiques qui changent rapidement, y compris celles qui causent des turbulences, des courants descendants et des microrafales. Les pilotes apprennent à interpréter les prévisions météorologiques en montagne, à reconnaître les signes de conditions météorologiques défavorables imminentes et à prendre des décisions pour éviter les conditions dangereuses.
- **Avertissement d'impact** – La navigation sécuritaire dans les régions montagneuses fait partie des domaines d'intérêt du cours. Le cours enseigne comment comprendre les caractéristiques du relief, telles que les crêtes, les vallées et les cols, et comment être conscient des obstacles, tels que les lignes électriques et les tours.
- **Configuration des vents** – La compréhension de la configuration des vents en régions montagneuses est essentielle au vol en montagne. Les vents ascendants et descendants, ainsi que les turbulences causées par l'interaction du vent avec le relief, sont abordés dans le cours. Les pilotes apprennent à adapter leurs techniques de vol à ces conditions.

Les cours de vol en montagne sont utiles tant pour les nouveaux pilotes que pour les pilotes expérimentés, car ils permettent d'améliorer les compétences et la confiance pour naviguer et piloter des aéronefs en régions montagneuses complexes et exigeantes. Le programme de formation et la durée spécifiques des cours peuvent varier, mais l'objectif commun est de préparer les pilotes à la gestion des défis uniques associés au vol en montagne.

TC n'exige pas de formation au vol en montagne et n'établit pas de normes relatives au contenu des cours de formation au vol en montagne.

2.0 ANALYSE

Après l'événement à l'étude, l'épave de l'aéronef a été examinée dans la mesure du possible, compte tenu du niveau de destruction attribuable à l'impact avec le relief. L'examen physique de l'aéronef n'a pas révélé des défauts qui auraient pu contribuer à l'accident. Les dossiers de l'aéronef ont également été examinés mais n'ont révélé aucune condition préexistante qui aurait pu contribuer à l'événement. Par conséquent, l'analyse portera sur les conditions météorologiques de l'après-midi et de la soirée le jour de l'événement et sur les facteurs qui ont pu influencer la décision du pilote de partir et de poursuivre le vol à l'étude. La mise à jour des connaissances du pilote sera également abordée.

Étant donné qu'il n'y a pas eu de survivants, il y avait peu d'information de première main disponible pour l'enquête. Les éléments pertinents de la performance humaine sont abordés dans l'analyse.

2.1 Prise de décisions du pilote et perception du risque

Dans l'aviation générale, la prise de décisions du pilote (PDP) est une responsabilité qui dépend des capacités individuelles. Contrairement aux pilotes professionnels, qui sont guidés par des moyens de défense structurés pour soutenir la prise de décisions, les pilotes privés s'appuient sur leurs compétences personnelles acquises au fil du temps à partir d'une combinaison de leurs qualifications, de leur expérience de vol, de leur formation et de la mise à jour de leurs compétences.

Pour les pilotes privés, la PDP est formée par un processus qui s'inspire des pratiques exemplaires, de l'expérience personnelle et de l'utilisation efficace des ressources disponibles pour créer un plan réaliste et développer alors la conscience situationnelle nécessaire pour soutenir ce plan. L'évaluation des risques avant tout vol dans un environnement de règles de vol à vue (VFR) constitue un élément clé d'une PDP efficace : la collecte de données suffisantes pour comprendre les conditions de vol prévues augmente la probabilité qu'un vol VFR prévu soit non seulement réalisable, mais aussi résistant aux facteurs susceptibles d'entraîner une pression ou une distraction induite pour le pilote.

Plusieurs facteurs sociaux, dont l'intention du vol, peuvent contribuer à la décision de décoller. En particulier, la décision de décoller pour effectuer un vol VFR de jour est prise en tenant compte des facteurs restrictifs et temporels liés aux exigences réglementaires de respecter les conditions VFR de jour, comme la distance précise par rapport aux nuages, la visibilité minimale et la lumière du jour restante ou disponible.

Le pilote dans l'événement à l'étude avait déjà suivi la route VFR de jour entre l'aéroport de Calgary/Springbank (CYBW) (Alberta) et l'aérodrome de Salmon Arm (CZAM) (Colombie-Britannique), et il avait obtenu récemment sa qualification sur le Piper PA-32R-301, un aéronef capable de transporter 5 passagers. Il a probablement estimé que son expérience antérieure et sa qualification récente justifiaient sa décision d'effectuer le vol d'environ 1,7 heure vers CZAM. La combinaison de son expérience de vol sur la route VFR prévue et

de son expérience relative en tant que pilote privé a probablement aussi réduit sa perception du risque.

Cependant, en raison des conditions météorologiques qui prévalaient à CYBW le jour de l'événement, le pilote a été forcé de retarder l'heure de départ initialement prévue. En début de soirée, le laps de temps où le pilote pouvait décoller pour son trajet et arriver à CZAM dans des conditions VFR de jour diminuait. Alors qu'il surveillait probablement les conditions météorologiques du moment à l'aide d'une source de données inconnue, le pilote a probablement perçu qu'une tendance vers des minimums météorologiques VFR de jour permettrait enfin un départ en soirée et qu'il serait donc possible d'atteindre l'objectif global d'arriver à CZAM avant la fin du crépuscule civil du soir. Bien que les conditions météorologiques signalées dans la grande région de CZAM étaient bien adaptées à l'exécution d'un vol VFR, le pilote ne savait peut-être pas que les conditions météorologiques à l'ouest de CYBW n'étaient pas bien adaptées à l'exécution d'un vol VFR en montagne.

Les centres d'information de vol de NAV CANADA offrent des exposés météorologiques interprétatifs, des services consultatifs et le dépôt de plans de vol par téléphone. Ensemble, ces services constituent un moyen de défense fiable qui permet aux pilotes d'obtenir des renseignements importants qui sont nécessaires à la prise de décisions. Dans l'événement à l'étude, aucun exposé par NAV CANADA n'a été demandé par le pilote, ni ne lui a été fourni. Il a probablement utilisé d'autres sources de données météorologiques, inconnues des enquêteurs, qui ont contribué à limiter sa perception du risque que les conditions météorologiques le long de la route pouvaient se détériorer au-delà des limites VFR de jour.

La décision de décoller prise par le pilote a probablement été influencée par la perception selon laquelle les conditions météorologiques s'amélioreraient depuis le début de l'après-midi. Cependant, sans les détails habituellement fournis dans un exposé approfondi par un spécialiste de l'information de vol de NAV CANADA sur la route prévue, les renseignements dont disposait le pilote l'ont probablement empêché de développer une conscience situationnelle précise des conditions atmosphériques au-dessus des hautes élévations à l'ouest de CYBW.

Par conséquent, lorsque le pilote a perçu que le changement dans les conditions météorologiques locales de CYBW était propice à un vol VFR, il a décollé. Cependant, le pilote avait probablement une compréhension et une perception réduites des dangers potentiels le long de la route, ce qui a entraîné une entrée imprévue dans des conditions météorologiques de vol aux instruments, pour laquelle il n'était pas préparé.

Le processus décisionnel du pilote avant le départ a probablement été influencé par de nombreux facteurs, notamment :

- Le pilote ne voulait probablement pas décevoir ses passagers, qui, avec lui, devaient se rendre à un rassemblement social prévu.
- Il avait l'occasion de piloter le « nouvel » aéronef.

- Même s'il avait observé que les conditions météorologiques à CYBW s'amélioreraient, il avait une compréhension incomplète des conditions météorologiques en route.
- Il connaissait bien la route de vol VFR prévue, puisqu'il avait effectué plusieurs vols avec succès avant l'événement à l'étude.
- Il subissait une pression temporelle pour décoller de sorte à arriver à destination avant la tombée de la nuit officielle.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

La décision du pilote de décoller a été influencée par une compréhension incomplète des conditions météorologiques, la familiarité avec la route, la pression temporelle et un désir personnel d'effectuer le vol.

Comme l'illustre la prévision de zone graphique valide au moment de l'événement et comme l'explique l'évaluation météorologique effectuée par Environnement et Changement climatique Canada après l'événement, les conditions météorologiques dans la zone des contreforts de l'ouest de l'Alberta étaient assez variables, avec des conditions de vents ascendants.

Les vents ascendants ont provoqué un soulèvement de l'air, qui, combinés aux légères averses de pluie, ont probablement contribué à une détérioration des conditions, même si le nombre limité d'observations dans la région rend difficile la vérification de l'ampleur de cette détérioration. Comme l'explique l'évaluation météorologique, le soulèvement forcé de l'air humide a habituellement pour effet d'abaisser les plafonds nuageux et de réduire la visibilité; il est donc probable que, près du lieu de l'accident, les nuages étaient bas et la visibilité était réduite au moment de l'événement.

Lorsque le pilote est entré dans ces conditions météorologiques en route, il a décidé de poursuivre le vol. Bien que la prise de décisions du pilote à ce moment-là ait pu être influencée par certains des mêmes facteurs que ceux qui ont influencé sa décision initiale de décoller, le fait que la décision de poursuivre le vol a été prise sous une importante contrainte de temps le rend difficile de déterminer dans quelle mesure ces facteurs ont influencé la décision du pilote.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Lorsque le pilote a rencontré des nuages et une visibilité réduite, pour des raisons inconnues, il a décidé de poursuivre le vol vers la destination; l'aéronef est par la suite entré en collision avec le relief dans une assiette de croisière.

2.2 Mise à jour des connaissances du pilote

Dans l'événement à l'étude, le pilote détenait la licence et les qualifications nécessaires pour le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Cependant, les enquêteurs n'ont pas pu recueillir de renseignements sur l'état de la mise à jour des connaissances du pilote. Le pilote avait obtenu sa licence de pilote privé – avion en décembre 2020. Il s'agit du moment où les périodes de mise à jour des connaissances aux 6 mois, 24 mois et 5 ans exigées par Transports Canada ont commencé.

Même si le pilote volait régulièrement et satisfaisait donc à l'exigence de mise à jour des connaissances aux 6 mois, les enquêteurs n'ont pas pu recueillir des documents montrant qu'il avait suivi une formation officielle qui aurait satisfait à l'exigence de mise à jour des connaissances aux 24 mois.

Fait établi : Autre

Le carnet de vol du pilote n'indiquait pas qu'il avait satisfait à l'exigence de mise à jour des connaissances aux 24 mois de Transports Canada.

2.2.1 Formation

2.2.1.1 Formation au vol aux instruments pour l'obtention d'une licence de pilote privé

En maintenant des repères visuels au sol, les pilotes s'assurent de pouvoir franchir le relief lors d'un vol VFR. Après avoir perdu ses repères visuels au sol, le pilote dans l'événement à l'étude avait des moyens limités pour éviter le relief. Le GPS Garmin GNS 430W, dont l'aéronef à l'étude avait été équipé, est capable d'afficher de l'information de base sur le relief et des avertissements de relief; toutefois, l'enquête n'a pas permis de déterminer si ces fonctions étaient activées au moment de l'accident.

Les pilotes de l'aviation générale peuvent développer une certaine résilience en vol en mettant intentionnellement en pratique des compétences permettant de faire face à des imprévus. Aucune exigence réglementaire n'impose aux pilotes privés de maintenir leurs compétences de vol aux instruments une fois qu'ils ont obtenu leur licence de pilote VFR de jour. Il leur incombe donc d'adopter une approche régulière et personnalisée pour maintenir leurs compétences, comme l'évitement des vols par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments et la sortie de ces conditions, si elles n'ont pas pu être évitées.

Au cours de sa formation visant à obtenir sa licence de pilote privé, le pilote dans l'événement à l'étude s'était exercé au vol aux instruments dans un aéronef en portant un dispositif limitant la vue (cagoule) et aussi au sol, dans un dispositif d'entraînement au vol. La dernière fois qu'il s'était exercé au vol aux instruments avec un instructeur de vol était en décembre 2020.

Pour maintenir la maîtrise d'une compétence acquise, il faut la pratiquer et s'y exercer régulièrement. Outre les 5 heures d'entraînement aux instruments acquises au cours de la formation du pilote dans l'événement à l'étude visant l'obtention de sa licence de pilote privé, les enquêteurs n'ont pas pu obtenir d'indication d'heures supplémentaires d'entraînement aux instruments.

Fait établi quant aux risques

Si ses compétences en matière de vol aux instruments ne sont pas exercées régulièrement, un pilote VFR risque, s'il entre par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments, de ne pas être en mesure de maintenir la maîtrise de l'aéronef et de ne pas pouvoir naviguer pour sortir de ces conditions.

2.2.1.2 Formation au vol en montagne

Bien que le *Règlement de l'aviation canadien* ne l'exige pas, la formation au vol en montagne peut être très bénéfique pour un pilote, car elle fournit des renseignements sur les caractéristiques et les défis uniques du vol en montagne.

La réussite d'une telle formation ne garantit pas que chaque vol en montagne sera réussi, mais elle permet au pilote d'acquérir les connaissances théoriques pertinentes et l'expérience pratique nécessaires pour voler en montagne et reconnaître les diverses conditions et les divers facteurs que le pilote pourrait connaître.

Fait établi quant aux risques

Si les pilotes ne suivent pas de formation au vol en montagne, ils risquent de ne pas être suffisamment préparés à la variabilité des conditions que les aéronefs rencontrent en terrain montagneux.

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. La décision du pilote de décoller a été influencée par une compréhension incomplète des conditions météorologiques, la familiarité avec la route, la pression temporelle et un désir personnel d'effectuer le vol.
2. Lorsque le pilote a rencontré des nuages et une visibilité réduite, pour des raisons inconnues, il a décidé de poursuivre le vol vers la destination; l'aéronef est par la suite entré en collision avec le relief dans une assiette de croisière.

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 ses compétences en matière de vol aux instruments ne sont pas exercées régulièrement, un pilote suivant les règles de vol à vue risque, s'il entre par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments, de ne pas être en mesure de maintenir la maîtrise de l'aéronef et de ne pas pouvoir naviguer pour sortir de ces conditions.
2. Si les pilotes ne suivent pas de formation au vol en montagne, ils risquent de ne pas être suffisamment préparés à la variabilité des conditions que les aéronefs rencontrent en terrain montagneux.

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. Le carnet de vol du pilote n'indiquait pas qu'il avait satisfait à l'exigence de mise à jour des connaissances aux 24 mois de Transports Canada.

4.0 MESURES DE SÉCURITÉ

4.1 Mesures de sécurité prises

Le Bureau n'est pas au courant de mesures de sécurité prises à la suite de l'événement à l'étude.

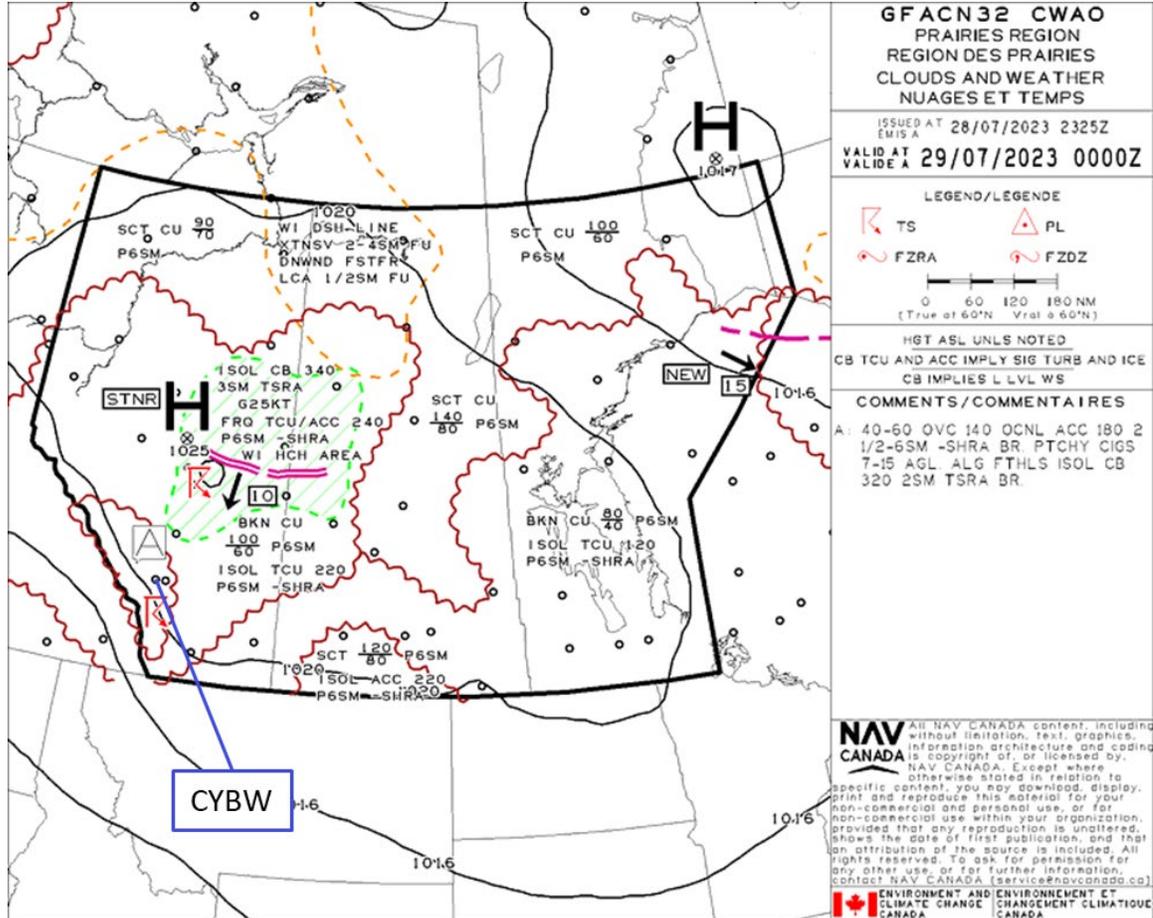
Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 14 août 2024. Le rapport a été officiellement publié le 2 octobre 2024.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (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 principaux enjeux de sécurité auxquels il faut remédier pour rendre le système de transport canadien encore plus sécuritaire. 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.

ANNEXES

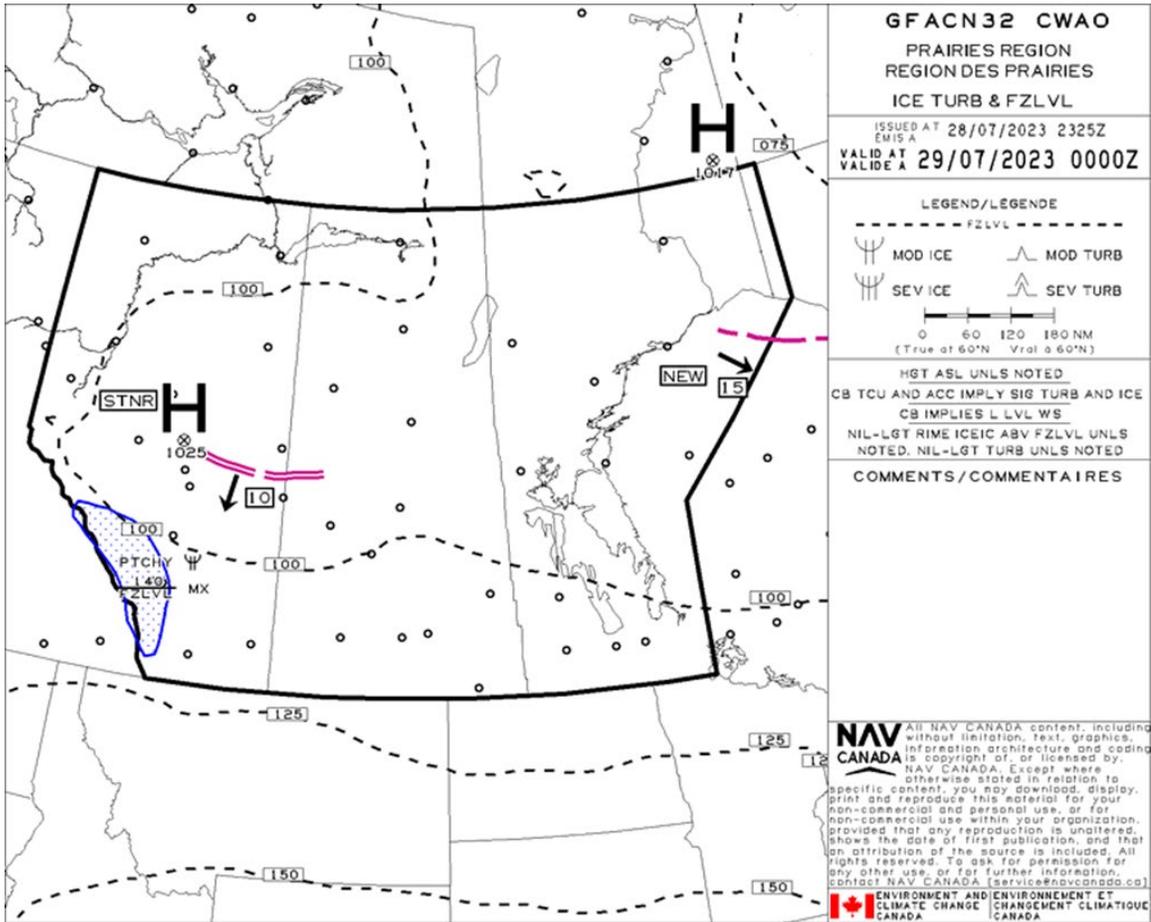
Annexe A – Prévisions de zone graphique valides le jour de l'événement

Figure A1. Carte Nuages et temps pour la région des Prairies, valide à 18 h, heure avancée des Rocheuses



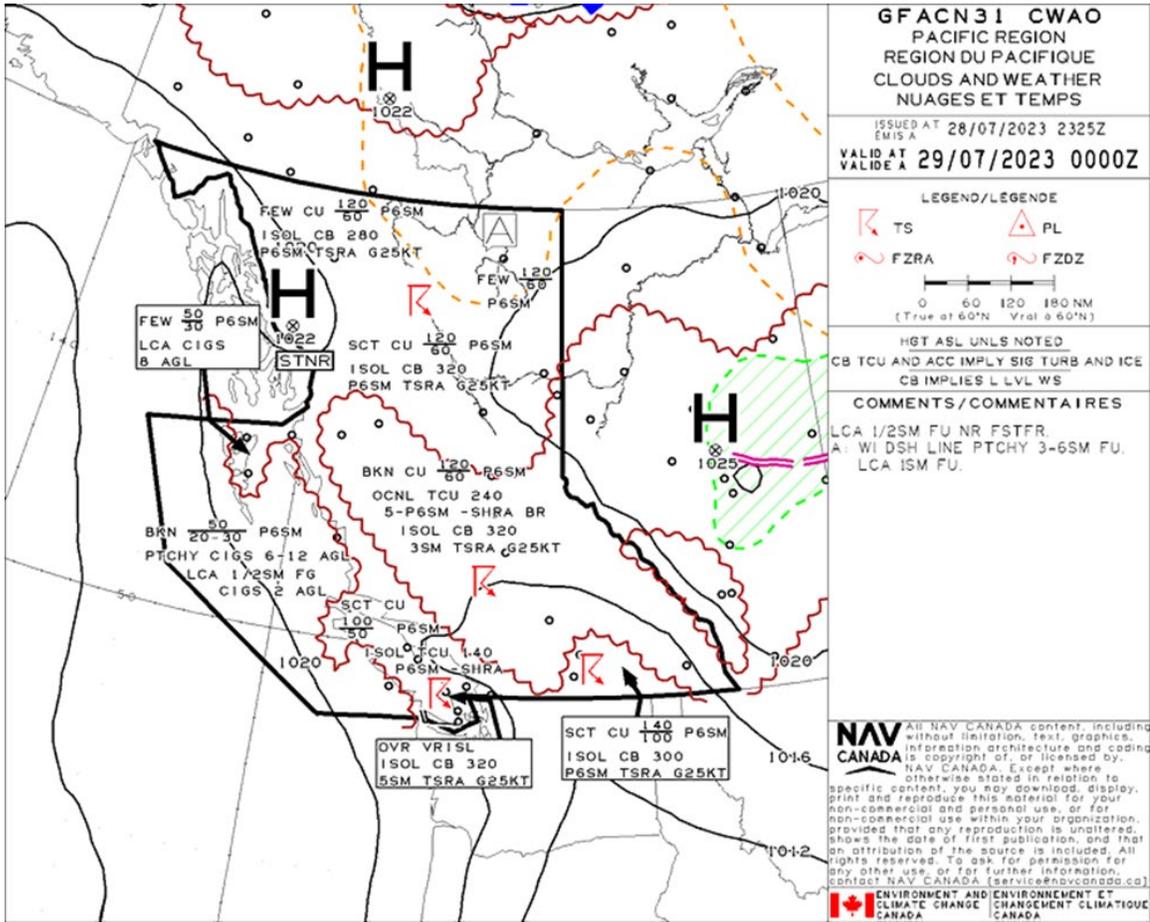
Source : NAV CANADA

Figure A2. Carte Givrage, turbulence et niveau de congélation pour la région des Prairies, valide à 18 h, heure avancée des Rocheuses



Source : NAV CANADA

Figure A3. Carte Nuages et temps pour la région du Pacifique, valide à 17 h, heure avancée du Pacifique (18 h, heure avancée des Rocheuses)



Source : NAV CANADA