



1010-CC130-172304 (DSV 2-7)

24 janvier 2018

CC130338

## Rapport d'enquête sur la sécurité des vols



### AVIS

Cette documentation a été révisée par l'autorité technique et ne contient pas de renseignements sur des marchandises contrôlées. Les avis de divulgation et les instructions de maintenance reçues originalement doivent continuer de s'appliquer.

**PAGE LAISSÉE INTENTIONNELLEMENT EN BLANC**

# FORCES ARMÉES CANADIENNES RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DES VOLS (RESV)

## Rapport final

NUMÉRO DE DOSSIER : 1010-CC130-172304 (DSV 2-7)  
NUMÉRO SGISV : 172304  
DATE DU RAPPORT : 24 janvier 2018  
CATÉGORIE D'ÉVÉNEMENT : A  
TYPE D'AÉRONEF : CC130 Hercules  
NUMÉRO D'AÉRONEF : CC130338  
DATE DE L'ÉVÉNEMENT : 8 mars 2017  
HEURE DE L'ÉVÉNEMENT (L) : 13 h 46, heure normale du Centre  
LIEU : 0,5 kilomètre au nord de l'aéroport de  
Yorkton (Saskatchewan)  
N 51° 16.34' / W102° 27.58'

Le présent rapport a été rédigé avec l'autorisation du ministre de la Défense nationale en vertu de l'alinéa 4.2(1)n) et du paragraphe 4.2(2) de la *Loi sur l'aéronautique*, et conformément au document A-GA-135-001/AA-001, Sécurité des vols dans les Forces armées canadiennes.

Le contenu du présent rapport doit servir aux seules fins de prévention des accidents. Le rapport est rendu public avec l'autorisation du directeur de la Sécurité des vols, Quartier général de la Défense nationale, en vertu des pouvoirs qui lui sont délégués par le ministre de la Défense nationale à titre d'autorité des enquêtes sur la navigabilité pour les Forces armées canadiennes, conformément à la Partie II, article 12 de la *Loi sur l'aéronautique*.

## **SOMMAIRE**

L'accident s'est produit lors d'une mission d'entraînement de recherche et sauvetage du 435<sup>e</sup> Escadron de Transport et de sauvetage, menée à bord d'un avion CC130H Hercules. L'avion a quitté Winnipeg, en transportant à son bord un équipage de neuf membres, à destination de la zone de Pelly et Kamsak en Saskatchewan en vue d'y effectuer des séquences de recherche et sauvetage de base, avant de se rendre à l'aéroport de Yorkton où l'équipe voulait exécuter des sauts en parachute à ouverture automatique suivis d'un largage de matériel.

Une fois dans la zone de Yorkton, l'avion s'est établi face au vent, à 2000 pieds au-dessus de l'objectif prévu, en vol rectiligne en palier et à une vitesse indiquée de 124 nœuds, selon la configuration de volets à 50 pour cent. Le ciel était dégagé, la température de -16 degrés Celsius et le vent de surface soufflait du nord-ouest à 19 nœuds avec des rafales atteignant 24 nœuds. Après les exposés et les vérifications de sécurité, le chef d'équipe des techniciens en recherche et sauvetage a sauté par la rampe ouverte de l'avion, au point prédéterminé. Le chef d'équipe a utilisé la technique de sortie en position recroquevillée. Le technicien de recherche et sauvetage, membre d'équipe, l'a suivi quelques secondes plus tard, et il a utilisé la technique de sortie semi-assise.

Dès que le membre d'équipe est sorti de l'avion, l'écoulement d'air ambiant a semblé avoir un effet sur lui, car sa jambe gauche s'est soulevée pendant que son corps roulait légèrement sur la droite. Au même moment, le dispositif d'ouverture automatique déclenchait son parachute principal. Le parachute ne s'est pas ouvert normalement, et la preuve porte fortement à croire que les suspentes de la voilure principale se sont gravement torsadées. En conséquence, le parachute ne pouvait pas être maîtrisé, et il est entré dans une descente en spirale serrée dans le sens horaire.

On a observé le membre d'équipe qui tentait de démêler les suspentes et, à un moment donné, il a pris la mesure inhabituelle de larguer son dispositif de délestage d'équipement personnel de recherche et de sauvetage, vraisemblablement afin de pouvoir mieux battre des jambes, ce qui est nécessaire à la manœuvre. Malgré ses efforts, il n'a pas réussi à démêler ses suspentes et, ce faisant, il ne savait probablement plus à quelle altitude il se trouvait ni quel était son taux de descente. Par conséquent, il n'a pas libéré son parachute principal ni ouvert son parachute de secours avant d'atteindre le sol.

Le membre d'équipe a subi des blessures mortelles à l'impact.

L'enquête n'a révélé aucune preuve du mauvais pliage du parachute ni d'une défaillance matérielle de l'équipement du membre d'équipe. Toute anomalie durant un saut en parachute à basse altitude (par exemple, de 1500 à 2000 pieds au-dessus du sol) laisse peu de temps pour réagir, et des mesures doivent être prises rapidement pour régler tout problème ou pour libérer le parachute principal et ouvrir le parachute de secours.

Les mesures de prévention prévoient des procédures d'entraînement améliorées et la mise en service d'un dispositif automatique d'avertissement sonore pour indiquer l'altitude.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1.</b>	<b>RENSEIGNEMENTS DE BASE.....</b>	<b>1</b>
1.1.	DÉROULEMENT DU VOL .....	1
1.2.	VICTIME.....	4
1.3.	DOMMAGES AU PARACHUTE .....	4
1.4.	DOMMAGES INDIRECTS .....	5
1.5.	RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL .....	5
1.6.	RENSEIGNEMENTS SUR LE PARACHUTE CSAR 7(A) .....	7
1.7.	RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES.....	16
1.8.	AIDES À LA NAVIGATION.....	17
1.9.	TÉLÉCOMMUNICATIONS.....	17
1.10.	RENSEIGNEMENTS SUR L'AÉRODROME .....	17
1.11.	ENREGISTREURS DE BORD .....	17
1.12.	RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉPAVE ET SUR L'IMPACT .....	18
1.13.	RENSEIGNEMENTS MÉDICAUX.....	18
1.14.	INCENDIE, DISPOSITIFS PYROTECHNIQUES ET MUNITIONS .....	18
1.15.	QUESTIONS RELATIVES À LA SURVIE .....	18
1.16.	ESSAIS ET RECHERCHES .....	20
1.17.	RENSEIGNEMENTS SUR L'ORGANISATION ET LA GESTION.....	21
1.18.	RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES .....	22
1.19.	TECHNIQUES D'ENQUÊTE UTILES OU EFFICACES .....	29
<b>2.</b>	<b>ANALYSE.....</b>	<b>30</b>
2.1.	GÉNÉRALITÉS .....	30
2.2.	OUVERTURE DU PARACHUTE .....	30
2.3.	DÉFAILLANCE DU PARACHUTE.....	31
2.4.	PROCÉDURES D'URGENCE.....	32
2.5.	ARMEMENT DU DOA CYPRES 2.....	34
2.6.	ALTITUDE MINIMALE D'UN SAUT .....	34
<b>3.</b>	<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>36</b>
3.1.	FAITS ÉTABLIS.....	36
3.2.	FACTEURS CONTRIBUTIFS .....	38
<b>4.</b>	<b>MESURES DE PRÉVENTION .....</b>	<b>39</b>
4.1.	MESURES DE PRÉVENTION PRISES .....	39

4.2.	MESURE DE PRÉVENTION RECOMMANDÉE.....	40
4.3.	AUTRES MESURES DE PRÉVENTION RECOMMANDÉES.....	40
4.4.	COMMENTAIRES DU DIRECTEUR DES ENQUÊTES SUR LA NAVIGABILITÉ .....	42

**ANNEXES**

ANNEXE A – Liste des abréviations .....	A-1
ANNEXE B – Figures et tableaux .....	B-1

## **1. RENSEIGNEMENTS DE BASE**

### **1.1. DÉROULEMENT DU VOL**

1.1.1. L'événement mettait en cause l'équipe de recherche et sauvetage (SAR) en service, du 435<sup>e</sup> Escadron de transport et de sauvetage (435 ETS), ainsi que l'avion CC130338, à savoir un avion CC130H Hercules configuré aux fins de mission SAR. L'exposé de mission a été donné à l'équipage à 8 h 15, heure locale (L), c'est-à-dire heure normale du Centre (HNC), le jour de l'événement et, après avoir examiné les conditions météorologiques, un plan a été établi pour mener l'entraînement de l'équipe dans la région de Yorkton (Saskatchewan). L'équipe SAR comprenait deux pilotes (commandant de bord et copilote), deux officiers de systèmes de combat aérien (OSCA) (un instructeur et un officier en formation), deux mécaniciens de bord (un en service opérationnel et un subissant une évaluation), un arrimeur et deux techniciens SAR (Tech SAR), c'est-à-dire un chef d'équipe (CE) et un membre d'équipe (ME).

1.1.2. Le vol a quitté Winnipeg à 11 h L et, après une séance d'entraînement initiale dans une zone à proximité de Pelly et Kamsak, l'équipage s'est rendu à l'aéroport de Yorkton (CYQV) pour procéder à la prochaine séquence d'entraînement qui devait comprendre une insertion par parachute des Tech SAR, suivie du largage de matériel (équipements divers dont les Tech SAR ont besoin au sol). Alors qu'ils étaient en route vers Yorkton, les pilotes ont obtenu une mise à jour des conditions météorologiques diffusée par la station automatisée d'observation météorologique (AWOS) locale; la vitesse du vent de surface respectait la limite de 25 nœuds prescrite pour l'entraînement au saut en parachute. Une zone voisine du seuil de la piste 21 (voir la figure 1) de CYQV a été choisie comme zone de largage, aux fins d'exercice. Le CE et le ME ont chacun effectué les vérifications de sécurité de l'autre, ce que l'arrimeur a observé, puis on a terminé l'exposé préalable au saut. Le largage de banderoles indicatrices de dérive a permis de déterminer le point de largage en vue d'exécuter un saut face au vent. Toutes les vérifications ont été faites conformément au manuel de manœuvres standard (SMM)<sup>1</sup>. Comme l'exigent

---

<sup>1</sup> *Air Mobility Standard Manœuvre Manual – CC130 E/H Search and Rescue Operations – Modification 1, 1<sup>er</sup> juillet 2014 (en anglais seulement).*

leurs tâches normales, l'arrimeur et les deux OSCA se trouvaient dans la partie arrière du fuselage, nommément la rampe, pour aider les Tech SAR.



**Figure 1 : Zone de l'accident** (carte issue de l'application Google Maps)

1.1.3. En prévision du largage, l'avion évoluait à une altitude de 2000 pieds (pi) au-dessus du sol (AGL), à une vitesse indiquée de 124 nœuds (KIAS), et les volets étaient réglés à 50 pour cent (c'est-à-dire la configuration et la vitesse normales du CC130H pour un parachutage réel). Une fois le point de largage voulu atteint, le CE a d'abord sauté sans incident, en utilisant la technique de sortie en position recroquevillée. Le ME l'a suivi de deux à trois secondes plus tard. Faisant face à l'arrière (c'est-à-dire à l'intérieur du fuselage et en regardant vers l'arrière par la rampe ouverte), il a utilisé la technique de sortie en position semi-assise et bras étendues, pour sauter du point de l'axe longitudinal de la rampe ou peut-être très légèrement à droite de l'axe. Personne n'a observé d'irrégularités au moment du départ initial et du déploiement de la sangle d'ouverture automatique (SOA), mais une fois que le ME a quitté la rampe, on a remarqué qu'il commençait à passer sur le dos, alors que son épaule droite pivotait vers le bas et la droite, et sa jambe gauche se déplaçait vers le haut.

1.1.4. On a remarqué que la SOA se déroulait normalement; le parachute s'est ouvert et ce dernier a commencé à se gonfler, mais il ne s'est jamais ouvert complètement. Le côté gauche de la voile semblait s'ouvrir normalement, mais le côté droit, comme il était vu de l'arrière de la rampe de l'avion, semblait plus bas que le côté gauche. Le parachute a immédiatement commencé à virer sur la droite, puis il s'est rapidement établi en descente en spirale sur la droite (sens horaire).

1.1.5. Alors qu'il s'affairait à exécuter ses propres procédures suivant l'ouverture du parachute, le CE a remarqué le ME effectuant une descente en spirale serré sur la droite ainsi que son dispositif de délestage d'équipement personnel de recherche et de sauvetage (DDEP SAR) qui était largué. On a observé le ME qui manipulait les élévateurs à deux mains. Il a ensuite ramené ses mains à la hauteur de la poitrine, avant de reprendre les élévateurs puis, en dernier lieu, de replacer celles-ci à la hauteur de la poitrine avant de heurter le sol à l'horizontale ou presque. Toute la descente a duré environ 37 secondes.

1.1.6. Comme les pilotes n'ont pas reçu immédiatement l'appel prévu de l'arrimeur pour confirmer que les deux parachutages étaient réussis et qu'ils pouvaient poursuivre leurs manœuvres (*two good chutes, clear to manoeuvre*), le pilote aux commandes a posé la question à l'arrimeur, et ce dernier ainsi que l'OSCA instructeur ont répondu que le ME n'avait pas réussi son saut et que celui-ci se dirigeait droit au sol dans une descente en spirale. Ils ont ensuite indiqué aux pilotes que le ME avait frappé le sol fermement. Le commandant de bord a immédiatement demandé l'aide des services d'urgence sur la fréquence de Regina Radio (station d'information de vol).

1.1.7. Au même moment, le CE dirigeait son parachute de manière à atterrir le plus près possible du ME. Il s'est rapidement débarrassé de son parachute, avant de courir vers le ME qui était inconscient. Afin de mieux pouvoir exécuter les manœuvres de réanimation cardiorespiratoire (RCR), le CE a tenté de défaire le parachute du ME en tirant sur la poignée de libération rembourrée, qu'il a trouvé tout juste à côté de sa position de rangement normale (voir la figure 4), et il a utilisé le coupe-suspentes du ME pour couper la sangle d'ouverture automatique du parachute de secours (SOAS), située sur l'élévateur droit. Une fois le parachute du ME défait, le vent l'a emporté en aval sur une courte distance (voir la figure 2). Le ME était toujours sans réaction, et le CE a continué à effectuer les manœuvres de RCR jusqu'à l'arrivée des secours. Un ambulancier paramédical des services médicaux d'urgence (SMU) a constaté le décès du ME.



**Figure 2 : Voilure et harnais du ME toujours sur place, vus du sud-est.**

1.1.8. Le commandant de bord a pris la décision d'atterrir immédiatement à l'aéroport de Yorkton, avec l'intention de se rendre sur place à pied pour apporter l'aide ou l'équipement pouvant être nécessaires. Après l'atterrissage, l'avion a circulé au sol jusqu'au seuil de la piste 21, où il s'est stationné. C'était l'endroit le plus rapproché du lieu de l'accident auquel l'avion pouvait accéder. Toutefois, il s'est vite rendu compte qu'il était trop loin et qu'il y avait beaucoup trop d'obstacles pour se rendre sur le lieu de l'accident à pied. Comme l'équipage n'était pas en mesure d'apporter son soutien, il a fait circuler l'avion jusqu'à l'aire de trafic principale, puis il a coupé les moteurs.

## **1.2. VICTIME**

1.2.1. Le Tech SAR ME a subi des blessures mortelles.

## **1.3. DOMMAGES AU PARACHUTE**

1.3.1. L'arrimeur de parachute principal des Forces armées canadiennes (FAC), son personnel et des spécialistes de la section des systèmes d'évacuation du Centre d'essais techniques (Aérospatiale) ont examiné le parachute en détail. L'élévateur arrière droit était considérablement entaillé, car

le CE avait utilisé le coupe-suspentes pour couper la SOAS et tenté de dégager le ME de son parachute, en vue de lui prodiguer les premiers soins. Ils ont remarqué une marque brun foncé sur l'une des suspentes du côté gauche, mais la suspente comme telle était en bon état. La pièce de renfort métallique du sac du parachute de secours était légèrement déformée et sa boucle de fermeture s'était sectionnée. Le harnais, les suspentes, la voilure ou les pièces de fixation connexes n'avaient subi aucun autre dommage apparent. Plus précisément, rien n'indiquait (marques, transfert de matières ou autre dommage) qu'une suspente était passée au-dessus de la voilure (connu sous le nom de double coupole).

#### 1.4. DOMMAGES INDIRECTS

Sans objet.

#### 1.5. RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL

1.5.1. Tous les membres d'équipage étaient à jour dans leurs compétences et qualifiés pour la mission. Le tableau 1 présente des renseignements détaillés sur le CE et le ME.

	Tech SAR CE	Tech SAR ME
Date d'entrée en vigueur de la catégorie médicale	26 août 2016	14 septembre 2016
Date d'expiration de la catégorie Tech SAR*	28 août 17	28 février 2019
Maintien de la compétence de saut en parachute – aéronef à voilure fixe**	À jour	À jour
Nombre de sauts à ouverture automatique à 1500 pi AGL	5	1
Nombre de sauts à ouverture automatique à 2000 pi AGL	29	5
Nombre total de sauts à ouverture automatique	159	71
Sauts au cours des 30 derniers jours	34	7
Nombre total de sauts	402	161

**Tableau 1. Renseignements sur le personnel**

\* Catégorie de base : Valide pendant deux ans.

\*\* Exigence trimestrielle : 3 vrais sauts en parachute (2 à ouverture automatique et un à ouverture commandée); 2 sauts avec un DDEP SAR.

\*\* Exigence semestrielle : Séance d'entraînement aux situations d'urgence en parachute, notamment l'ouverture automatique, l'ouverture commandée, scénarios d'atterrissage inhabituels et descente d'un arbre, ainsi qu'une revue du précis d'entraînement au parachutisme de l'ERSFC, un saut dans une zone exiguë avec une tenue de brousse, un DDEP SAR et un dispositif permettant de descendre d'un arbre.

\*\* Exigence annuelle : Un vrai saut en parachute de nuit et un vrai saut en parachute au-dessus d'un plan d'eau.

### **Chef d'équipe Tech SAR**

1.5.2. Le CE était un Tech SAR chevronné qui, à ce titre, possédait plus de sept ans d'expérience opérationnelle, et il avait déjà travaillé comme CE dans plusieurs autres escadrons SAR avant d'être affecté au 435 ETS. En plus de son rôle de CE au 435 ETS, il était le coordinateur de l'entraînement des Tech SAR de l'escadron. Par conséquent, il coordonnait et assurait l'entraînement que devaient faire les autres Tech SAR de l'escadron.

### **Membre d'équipe Tech SAR**

1.5.3. Le ME a suivi un cours à l'École de recherche et de sauvetage des Forces canadiennes de juillet 2015 à juin 2016, à l'issue duquel il a reçu un diplôme de catégorie coéquipier restreint. Le ME n'avait aucune expérience de parachutisme avant de suivre le cours de Tech SAR. En juillet 2016, il a été affecté au 435 ETS à titre de Tech SAR, où il a commencé à suivre l'instruction pour obtenir sa catégorie de coéquipier opérationnel. Une autorisation a été demandée et acceptée en vue de prolonger la période de quatre mois habituellement nécessaire au relèvement de catégorie, car le ME avait quelque difficulté à exécuter des atterrissages de précision. Il a achevé son entraînement au parachutisme supplémentaire, et le 9 février 2017, il a réussi la vérification de la compétence Tech SAR, qui comprend de vrais sauts en parachute à ouverture automatique avec équipement. L'exécution des sauts en parachute à ouverture automatique était supérieure au niveau de rendement minimal prescrit. Le 28 février 2017, le commandant de l'escadron a accordé au ME sa catégorie de coéquipier opérationnel. Le dernier saut en parachute que le ME avait effectué avant l'accident, et la dernière fois que le parachute en cause dans l'accident avait été utilisé, consistait en un saut en parachute à ouverture automatique exécuté à Comox (Colombie-Britannique) le 2 mars 2017.

1.5.4. Les Tech SAR reçoivent une instruction et sont qualifiés pour plier la voile principale après un saut (le parachute de secours est toujours plié par un arrimeur de parachute). Le ME avait plié le parachute en cause dans l'accident le 2 mars 2017. Le ME avait la réputation de plier le parachute méticuleusement et soigneusement.

1.5.5. Le 6 mars 2017, le ME avait achevé la séance d'entraînement aux situations d'urgence semestrielle obligatoire, à peine deux jours avant l'accident. On ne sait pas combien de défaillances réelles d'un parachute, le cas échéant, le ME a subies avant l'accident en question.

## 1.6. RENSEIGNEMENTS SUR LE PARACHUTE CSAR 7(A)

1.6.1. Un examen de l'avion a révélé qu'il avait été bien configuré. Le système de sangle d'ouverture automatique fonctionnait normalement, et cette question ne fera pas traitée plus en détail dans le présent rapport. La présente rubrique présente une description du parachute des techniciens canadiens de recherche et sauvetage (CSAR) 7(A) ainsi que du DDEP SAR.

### Essais opérationnels et évaluation

1.6.2. Le parachute CSAR 7 est une variante du harnais-conteneur *Sun Path Javelin* comprenant la voilure principale de la série *Military Silhouette MS-300* et le parachute de secours *Tactical Reserve 335*. Le processus d'essais opérationnels et d'évaluation (EOE)<sup>2</sup> du parachute a pris fin en 2001-2002, et ce dernier a été mis en service en 2003 pour remplacer le parachute CSAR 4. Dans le cadre du processus d'EOE, on a effectué des sauts en parachute à ouverture automatique avec DDEP SAR à une altitude aussi basse que 1200 pi AGL. Pour son utilisation à bord du CC130 Hercules, l'autorisation de navigabilité technique (Aut NT) a été délivrée en février 2003, et son autorisation de navigabilité opérationnelle (Aut NO) initiale, en août 2003. Ultérieurement, le parachute CSAR 7 fait l'objet de la modification « skyhook » (voir le paragraphe 1.6.19), pour devenir la variante CSAR 7(A). Sa dernière Aut NO<sup>3</sup> a été approuvée en octobre 2014. Cette Aut NO stipule que l'altitude minimale approuvée pour un saut en parachute à ouverture automatique est de 1200 pi, tandis qu'elle est de 1500 pi AGL pour un saut d'entraînement en parachute à ouverture automatique; cette altitude demeure inchangée depuis la délivrance des Aut NT et Aut NO originales. Cette dernière Aut NO stipule également que la décision d'utiliser le dispositif d'ouverture automatique (DOA) du déclencheur cybernétique militaire de parachute (CYPRES) 2 relève de chaque Tech SAR, lors de sauts effectués au moins à 2000 pi AGL. S'ils étaient utilisés conformément aux instructions du fabricant d'origine et aux directives publiées par les FAC, ce parachute et l'équipement connexe présentaient un risque ayant été déterminé comme acceptable pour la sécurité. L'Aut NO comprenait également une approbation pour l'utilisation du parachute CSAR 7(A) avec la version du DDEP SAR qui était utilisée au moment de l'accident. Les autorisations de navigabilité technique et opérationnelle pour l'utilisation du parachute CSAR 7(A) avec le nouveau

---

<sup>2</sup> Section des essais aéroportés et d'évaluation (SEAE), 10081 -01/01 CSAR 7 Project Report – Replacement SAR Parachute OT&E Evaluation SUN PATH Military Javelin, 2 juillet 2002 (en anglais seulement).

<sup>3</sup> 3385-23 (SO SAR Sys) – OPERATIONAL AIRWORTHINESS CLEARANCE (OAC) – SEARCH AND RESCUE (SAR) PARACHUTES – Révision 1, 27 octobre 2014 (en anglais seulement).

DDEP SAR à bord du CC130H ont été délivrées le 21 janvier 2014 et le 21 juillet 2014 respectivement<sup>4,5</sup>.

1.6.3. Les spécifications techniques du fabricant de la voile principale de la série MS-300 indiquent que l'altitude minimale de déploiement du parachute à ouverture automatique est de 2000 pi AGL. L'instruction technique des Forces canadiennes (ITFC)<sup>6</sup> traitant du parachute CSAR 7(A) stipule également que l'altitude minimale de déploiement du parachute à ouverture automatique est de 2000 pi AGL, tandis que la distance d'ouverture (distance verticale perdue durant la séquence de déploiement) en mode à ouverture automatique est de 210 pi. Il s'agit ici de la valeur minimale, et la perte d'altitude peut être plus élevée, en fonction de la méthode de pliage du parachute et de la puissance voulue du choc à l'ouverture. Durant le processus d'EOE, on a pu établir qu'à une vitesse de 130 KIAS au moment du saut, la distance moyenne nécessaire à l'ouverture complète était de 362 pi. Le déploiement aurait également pris de quatre à cinq secondes, en fonction du coefficient de résistance aérodynamique.

### **Description du parachute**

1.6.4. Le packaging du parachute CSAR 7(A) comprend un conteneur de secours et un conteneur principal, placés selon une configuration de voile de secours disposé au-dessus de la voile principale. Dans la configuration adoptée pour un parachute à ouverture commandée, il est possible de tirer une poignée pour déployer le parachute extracteur logé au fond du conteneur comme de tirer une corde de traction pour déployer le parachute extracteur à ressort. L'une ou l'autre des configurations de parachute à ouverture commandée peut être convertie à une configuration de parachute à ouverture automatique. Le présent événement vise la configuration d'un parachute à ouverture automatique, donc cette seule configuration sera décrite en détail.

---

<sup>4</sup> 11670-01 (DPEAGAEC 6-3-3) TECHNICAL AIRWORTHINESS CLEARANCE (TAC) – FREE FALL SEARCH AND RESCUE – PERSONAL EQUIPMENT LOWERING SYSTEM (FF SAR-PELS), 21 janvier 2014 (en anglais seulement).

<sup>5</sup> MESSAGE – COMD 1117 – 211624Z JUL 14 – OAC – FF SAR PELS FOR USE ON CC115, CC130H, CH146, AND CC130J (en anglais seulement).

<sup>6</sup> Manuel C-22-622-000/MF-001 – PARACHUTE CSAR 7(A) – 2010-12-09.

1.6.5. La voile principale CSAR 7(A) visée par le présent accident de parachutisme, portant le numéro de série 000967, a été fabriquée en novembre 2003. Elle est restée entreposée jusqu'à ce que le ME l'utilise pour une première fois le 2 février 2017. Elle a servi de nouveau au saut exécuté le 14 février 2017 (par le ME), puis elle a été utilisée une dernière fois le 2 mars 2017 (par le ME). Après le saut du 2 mars 2017, le ME avait replié le parachute. On ne sait pas s'il a utilisé la technique de pliage debout (*pro-pack*) ou de pliage à plat, au sol (*flat-pack*)<sup>7</sup>. Le parachute a ensuite servi au saut visé par le présent accident. Lors des trois sauts précédents, aucun problème n'avait été signalé relativement au parachute.

1.6.6. Comme le parachute a vite été défait sur place pour prodiguer les premiers soins et qu'il a ensuite été emporté par le vent, il n'est pas possible de déterminer si les suspentes étaient torsadées, nouées ou emmêlées lorsque le parachute a touché le sol. À l'exception des entailles faites par le CE dans l'élévateur arrière droit ainsi que du renfort métallique et de la boucle de fermeture endommagés du sac du parachute de secours, le parachute était en bon état et sans aucune défectuosité ni indication de défaillance technique préexistante manifeste.

### **Voilure principale**

1.6.7. Le principe permettant à la voile principale à neuf alvéoles de planer est semblable à celui d'une aile d'avion. La voile est composée d'un extradados et d'un intrados reliés entre eux par une série de nervures verticales. Ainsi assemblés, ces éléments donnent une forme semi-elliptique comprenant neuf ouvertures doubles au bord d'attaque, connues sous le nom d'alvéoles. Les alvéoles génèrent une pression d'air différentielle entre l'intrados et l'extrados; cette pression différentielle donne à la voile sa forme et lui confère sa portance.

---

<sup>7</sup> La technique à plat (*flat pack*) consiste à étendre la voile à plat sur le sol pour procéder à son pliage. Dans le cas de la technique debout (*pro-pack*), le plieur est debout et tient la voile pendant une partie de la procédure de pliage. Les deux techniques sont acceptables, conformément à l'ITFC sur le parachute CSAR 7(A).

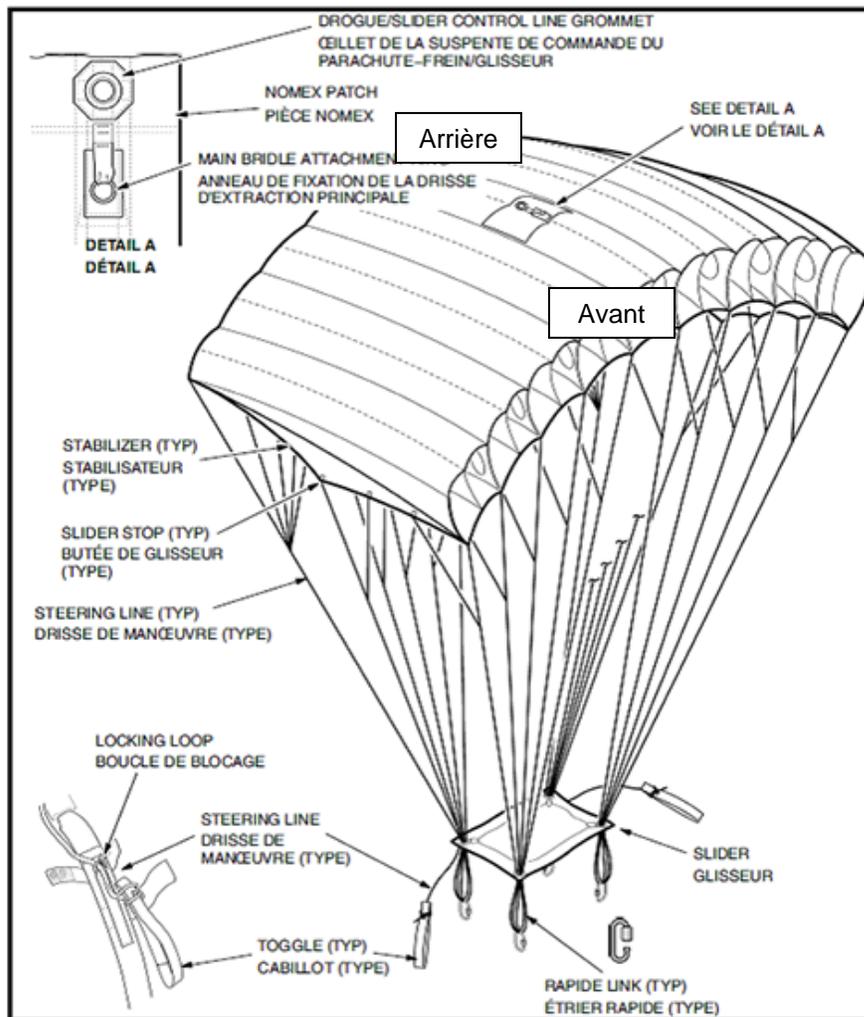


Figure 3 : Schéma de la voile principale CSAR 7(A)

1.6.8. La voile est certifiée pour supporter une charge suspendue maximale de 375 livres. La voile principale (voir la figure 3) est reliée aux élévateurs par quatre groupes de suspentes en polyester tressé, comprenant chacun cinq suspentes. Les suspentes répartissent la charge sous la voile sans altérer la forme aérodynamique de la voile. Les drisses de manœuvre supérieures convergent des points de fixation situés à gauche et à droite du bord de fuite, respectivement, jusqu'au même point de connexion sur les drisses de manœuvre inférieures. Les drisses reliées au bord de fuite sont les drisses de manœuvre, et elles sont fixées aux cabillots.

1.6.9. Un glisseur rectangulaire en nylon indéchirable comprenant un gros œillet à chaque coin est un dispositif conçu pour ralentir l'ouverture du parachute. Chaque groupe de suspentes est enfilé dans son œillet respectif, tout comme les drisses de manœuvre droite et gauche qui sont aussi enfilées dans leur œillet arrière respectif. Sous le glisseur, chaque groupe de suspentes est relié à son élévateur respectif par un maillon rapide en acier inoxydable de style écrou à manchon fileté. Le glisseur était en excellent état et relativement neuf sans aucun signe de dommage apparent. Tous les œillets étaient en excellent état; ils ne comportaient aucune aspérité pouvant tirer des fils ou empêcher le glisseur de se déplacer de haut en bas le long des suspentes.

1.6.10. L'ensemble de suspension principal (élevateurs) est fait de sangles en nylon. L'extrémité inférieure de chaque élévateur comprend deux anneaux du système de libération à trois anneaux<sup>8</sup>, un œillet et une boucle de blocage. Le câble de commande de libération du parachute est rangé dans une gaine cousue sur la face de l'élévateur arrière. La partie arrière de l'élévateur arrière est également munie de passants servant à ranger l'excédent des drisses de manœuvre ainsi que de passants réservés aux cabillots connexes. On a constaté que les drisses de manœuvre du parachute visé par le présent accident étaient relativement neuves, en excellent état et sans signe de dommage apparent. Elles étaient bien enfilées, passant dans les bons œillets et anneaux de guidage des élevateurs. Les cabillots étaient rangés à 50 pour cent, c'est-à-dire la position normale au pliage, ce qui indique qu'ils n'avaient pas été utilisés durant le saut. Un connecteur à libération rapide de la SOAS est attaché à l'élévateur droit.

1.6.11. Le harnais (voir la figure 4) est composé de sangles en nylon et fait intégralement partie du sac. Le harnais comprend les pièces de fixation du mécanisme de libération à trois anneaux, des anneaux en D et des boucles de sangles pour attacher l'équipement et transporter des pochettes, ainsi que les câbles des poignées de commande du parachute principal, du parachute de secours et de libération.

---

<sup>8</sup> Le système de libération à trois anneaux permet de libérer d'un seul geste un parachute principal qui ne fonctionne pas comme prévu. Le gros anneau inférieur est bien fixé au harnais du parachutiste, l'anneau du milieu est bien fixé à l'extrémité de l'élévateur du parachute, tandis que le petit anneau est bien fixé à l'élévateur, mais au-dessus de l'anneau du milieu. Un câble semi-rigide attaché à la poignée de libération passe dans le plus petit anneau. On peut libérer la boucle de la corde en tirant la poignée, ce qui retire le câble et déclenche la réaction en cascade qui libère les trois anneaux et détache rapidement l'élévateur du harnais.



Figure 4 : Sac-harnais CSAR 7(A)

### Séquence d'ouverture de la voile principale

1.6.12. En configuration d'ouverture automatique, le parachute principal est déployé par une sangle d'ouverture automatique en nylon de 15 pi de longueur, qui est reliée à l'aéronef au moyen d'un mousqueton. Lorsque la sangle d'ouverture automatique est complètement déroulée, elle se tend ce qui éjecte la goupille de la boucle de fermeture principale. Les rabats latéraux, supérieur et inférieur du sac s'ouvrent alors pour que la gaine de déploiement extérieure, qui est attachée et reste attachée à la sangle d'ouverture automatique, puisse sortir du compartiment du parachute principal.

1.6.13. En s'éloignant du sac, la gaine de déploiement extérieure extrait les suspentes du parachute, ce qui retire la gaine de déploiement intérieure de la gaine de déploiement extérieur. La drisse du glisseur-extracteur est ensuite extraite du sac de déploiement intérieur. Une fois la drisse du glisseur-extracteur complètement déroulée, la voile principale se dégage de la gaine de déploiement intérieur.

1.6.14. Le parachute extracteur sort de la gaine de déploiement extérieure, et le parachutiste est maintenant libéré du câble d'ouverture automatique et de l'aéronef. Le parachute extracteur se gonfle d'air et la charge de traînée qu'il génère ainsi facilite maintenant l'ouverture ou le gonflage contrôlé de la voile principale; le glisseur bénéficie maintenant de la force de traînée du parachute extracteur pour remplir son rôle.

1.6.15. Après l'ouverture normale et complète de la voile, le parachutiste extrait les cabillots des boucles de freinage de déploiement pour libérer les drisses de manœuvre, qui sont réglées en mode de freinage au déploiement, et les placer en mode plein vol. Le parachutiste est maintenant en mesure de maîtriser complètement la voile en descente au moyen des drisses de manœuvre.

### **Parachute de secours**

1.6.16. Le parachute de secours, c'est-à-dire le *Tactical Reserve 335*, est une voile planante à sept alvéoles de modèle semblable à la voile principale, mais légèrement plus grand. Le parachute de secours doit être plié par un arrimeur de parachute qualifié. Le 27 janvier 2017, un arrimeur de parachute qualifié a procédé au pliage du parachute de secours faisant partie du système CSAR 7(A) du présent accident, et les deux registres ont été signés et datés. Le pliage d'un parachute de secours est valide pour une période de 180 jours.

1.6.17. Le principal moyen de déployer un parachute de secours consiste à utiliser la poignée d'ouverture du parachute de secours, mais une SOAS peut aussi activer son déploiement (comme moyen de secours pendant la libération du parachute principal). Dans des conditions d'extrême urgence, on peut déclencher le DOA militaire CYPRES 2. L'ITFC traitant du CSAR 7(A) signale que, durant le déploiement du parachute de secours, la perte d'altitude moyenne est de 384 pi.

1.6.18. Le fait de tirer sur la poignée d'ouverture du parachute de secours aura priorité sur la SOA, et la goupille de la poignée d'ouverture du parachute de secours sera éjectée de la boucle de fermeture. Le parachute extracteur comprimé pourra ainsi jaillir du sac, extraire la ficelle d'extraction puis les suspentes du parachute de secours et finalement déployer le parachute de secours. La poignée d'ouverture du parachute de secours était rangée à sa place, ce qui indique que le ME ne l'a pas tirée. Après l'accident, un examen n'a révélé aucune anomalie du système d'ouverture du parachute de secours.

1.6.19. Pendant une urgence, le parachute de secours peut aussi se déployer automatiquement, pendant la séquence de libération de la voile principale. Le système de libération comprend deux câbles plastifiés et une poignée de libération rembourrée, recouverte de nylon rouge. La poignée rembourrée est fixée au harnais par une bande d'attache à crochets de quatre pouces de longueur. Lorsque l'on tire sur la poignée rembourrée rouge, les câbles de libération se défont des boucles de dégagement, ce qui déclenche le système à trois anneaux et libère immédiatement l'élève principal. Ce faisant, la SOA est sollicitée, ce qui dégage à son tour l'élève gauche. Tandis que la voile principale se libère, elle entraîne le cordon *skyhook* qui extrait le cordon du parachute de secours et la gaine de déploiement, ce qui déclenche l'ouverture du parachute de secours. Ce dispositif est le plus rapide pour ouvrir

complètement la voilure de secours et éviter une torsade des suspentes supérieure à 180 degrés.

1.6.20. Le CE a retrouvé la poignée rembourrée rouge du ME non rangée, mais à proximité de sa pochette. Le CE a tiré sur la poignée rouge afin de libérer le harnais et tenter de défaire rapidement la voilure principale du ME. Comme le parachute principal ne s'est pas immédiatement libéré, il a utilisé un coupe-suspentes pour couper la SOA et l'élèveur arrière droit.

1.6.21. Si le parachutiste, pour quelque raison que ce soit, n'arrive pas à ouvrir sa voilure principale, le DOA militaire CYPRES 2 se fie aux données barométriques (altitude et taux de descente) pour ouvrir automatiquement le compartiment du parachute de secours et en extraire le parachute extracteur qui, à son tour, fera sortir le parachute de secours. Le DOA peut fonctionner selon deux modes, soit d'entraînement, soit opérationnel. On se sert du mode d'entraînement lorsque le parachutiste arme le DOA au sol et procède à un entraînement à proximité. Le mode opérationnel permet au parachutiste d'armer et de régler le DOA pendant que l'aéronef est en vol. Une fois le DOA armé, le parachutiste doit atteindre 1000 pi AGL à un taux de descente supérieur à 115 pi par seconde (donc environ 70 % de la vitesse d'une descente en chute libre à cette altitude) avant que le dispositif se déclenche. Par conséquent, il offre seulement une solution de rechange au déploiement du parachute de secours lors d'une défaillance extrême, alors que la voilure au-dessus du parachutiste n'est pas gonflée ou très peu gonflée. Le DOA était posé comme il se doit et en bon état de service.

1.6.22. Tel qu'il a déjà été mentionné, l'Aut NO délivrée en octobre 2014<sup>2</sup> stipule que la décision d'utiliser un DOA lors de sauts effectués au moins à 2000 pi AGL relevait de chaque Tech SAR. Le SMM en vigueur au moment de l'accident indique que la décision d'utiliser le DOA relevait du CE lors de l'exécution de sauts en parachute à ouverture automatique à 2000 pi AGL ou plus. Le DOA n'était pas armé lors du saut en parachute ayant mené au présent accident.

### **Coupe-suspentes**

1.6.23. Un coupe-suspentes est rangé dans une pochette fixée à la ceinture du harnais. Au besoin, le parachutiste peut l'utiliser pour couper les suspentes en cas d'urgence. Le coupe-suspentes du ME a été retrouvé dans sa pochette de rangement.

### **Dispositif de délestage d'équipement personnel de recherche et sauvetage**

1.6.24. Le dispositif de délestage d'équipement personnel de recherche et sauvetage (DDEP SAR) permet au Tech SAR d'effectuer un saut en parachute à ouverture automatique en toute sécurité tout en transportant sur lui tout le

matériel dont il a besoin pour mener ses activités SAR. Le parachutiste porte le DDEP SAR devant lui lorsqu'il effectue un saut en parachute à ouverture automatique (voir la figure 5). Cette trousse comprend un sac extensible principal, un sac à compartiments plus petit servant aux opérations, deux sangles de suspension, deux boucles à dégagement rapide, un coupe-suspentes et un bâton lumineux de sécurité *Lazerbrite*. La limite de poids permise relativement au DDEP SAR est de 75 lb. La plus récente version du DDEP SAR (celui utilisé lors du présent accident) est de plus grande dimension que la version précédente, ce qui permet au Tech SAR de transporter davantage de matériel. En 2011, la version plus récente a fait l'objet d'un processus d'EOE, mais elle n'a pas été mise à l'essai pour être utilisée spécifiquement à bord du CC130H. Une Aut NO a été délivrée pour son utilisation avec le CSAR 7(A) à bord du CC130H en juillet 2014<sup>4</sup>.



**Figure 5: Le DDEP SAR attaché et largué.**

1.6.25. En mode de saut en parachute à ouverture automatique, les boucles à dégagement rapide servent à raccorder le DDEP SAR aux pièces de fixation correspondantes devant le harnais du parachute CSAR 7(A). Une poignée de type pince à ressort permet au parachutiste de desserrer les sangles de jambe du sac-harnais.

1.6.26. Dans le cadre d'opérations de parachutage normales, le DDEP SAR est largué pendant la descente en parachute, mais il reste à la traîne, retenu par un câble. Pour ce faire, il faut d'abord tirer sur les poignées de type pince à ressort des sangles de jambe pour desserrer ces dernières, puis déclencher les boucles à dégagement rapide pour détacher le DDEP SAR du harnais du parachute. Une fois détaché, le DDEP SAR est retenu au Tech SAR par un câble tressé mesurant environ 69 pouces de longueur (voir la figure 5).

1.6.27. Lors d'une urgence, il est possible de larguer le DDEP SAR en vol en tirant sur les poignées de type pince à ressort pour desserrer les deux sangles de jambe, puis en déclenchant les boucles à dégagement rapide. Le DDEP SAR seulement retenu par son câble peut ainsi s'éloigner du corps. Le câble de retenue peut être détaché en déclenchant le mousqueton à ressort du câble de retenue, ce qui permet au DDEP SAR de tomber loin du parachutiste. Dans le cadre du présent accident, le DDEP SAR a été décroché du harnais durant la descente initiale, mais le câble de retenue n'a pas été détaché.

## **1.7. RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES**

1.7.1. Au moment de l'accident, les conditions météorologiques à proximité de CYQV se définissaient par un système de haute pression avec un ciel généralement dégagé et un vent de surface modéré soufflant du nord-ouest. Au moment de l'accident, les conditions météorologiques précises à l'aéroport, tel qu'elles ont été diffusées par l'AWOS, étaient les suivantes :

1.7.2. AWOS de CYQV : vent soufflant du 290 degrés (magnétiques) à 19 nœuds avec des rafales atteignant 24 nœuds, ciel dégagé, température de -16 °C, calage altimétrique de 30,12 (pouces de mercure).

1.7.3. L'accident s'est produit à 19 h 46 Z. Les messages d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR) pertinents à l'aéroport de Yorkton étaient :

METAR CYQV 081900Z AUTO 29017G22KT 9SM CLR M16/M22 A3012 RMK SLP248

METAR CYQV 082000Z AUTO 30017KT 9SM CLR M16/M22 A3013 RMK SLP251=

## **1.8. AIDES À LA NAVIGATION**

1.8.1. L'équipage pilotait selon les règles de vol à vue, à proximité de l'aéroport de Yorkton, et il ne se fiait à aucune aide à la navigation électronique.

## **1.9. TÉLÉCOMMUNICATIONS**

1.9.1. Aucune station d'information de vol n'occupe les installations de l'aéroport de CYQV, et les pilotes coordonnaient leurs activités à l'aéroport sur la fréquence radio de Regina Radio, par l'entremise de l'installation radio télécommandée très haute fréquence (VHF) de Yorkton. L'appel lancé pour obtenir des services d'urgence et la Gendarmerie royale du Canada s'est fait par radio sur la fréquence radio de Regina.

1.9.2. Le CE avait une radio VHF portative dans sa trousse, et il l'a utilisée au sol pour communiquer directement avec l'équipage du CC130H sur une fréquence discrète.

## **1.10. RENSEIGNEMENTS SUR L'AÉRODROME**

1.10.1. L'aéroport municipal de Yorkton est un aéroport non contrôlé situé à environ 5 km au nord de la ville de Yorkton. Sa piste principale (la seule pavée) est orientée aux 037–217 degrés magnétiques (piste 03-21). Elle mesure 4800 pi de longueur et se trouve à une élévation de 1635 pi au-dessus du niveau de la mer. L'aéroport est entouré d'une zone de contrôle de classe E occupant un rayon de 5 milles marins et s'étendant de la surface à 4600 pi au-dessus du niveau de la mer. Le point d'atterrissage prévu des Tech SAR était la zone du seuil de la piste 21.

## **1.11. ENREGISTREURS DE BORD**

1.11.1. Le CC130H est équipé d'un enregistreur de données de vol (FDR) de *Sundstrand* et d'un enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) de *Smiths*. Le FDR peut mettre en mémoire plus de 25 heures de données, tandis que le CVR peut stocker deux heures de données.

1.11.2. Les CVR et FDR ont été retirés de l'avion CC130338 et envoyés aux fins d'analyse au Centre de dépouillement des enregistreurs de vol du Conseil national de recherche du Canada (CNRC), à Ottawa. Les données du FDR indiquaient qu'à 13 h 46 HNC (heure à laquelle les Tech SAR ont sauté), l'avion se trouvait en vol rectiligne en palier à 124 KIAS, à une altitude de 2035 pi AGL, volets réglés à 50 pour cent, et suivant un cap de 311 degrés magnétiques (presque perpendiculaire à la piste).

1.11.3. Les renseignements du CVR ont servi à extraire les données diffusées par l'AWOS ainsi qu'à déterminer les séquences de l'événement, l'exécution conforme des vérifications et la durée approximative de la descente en parachute du ME.

1.11.4. Aucune image ni enregistrement vidéo du saut en parachute n'a été pris à partir de l'aéronef (ce qui n'était pas exigé) et les caméras météorologiques au sol n'ont pas saisi la séquence de l'événement. Toutefois, à la suite de l'accident, la 1<sup>re</sup> Division aérienne du Canada (1 DAC) a prescrit de faire un enregistrement vidéo, au moyen d'un dispositif adéquat à bord de l'aéronef, de tous les sauts en parachute qu'exécutent les Tech SAR à partir d'un aéronef.

## **1.12. RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉPAVE ET SUR L'IMPACT**

Sans objet.

## **1.13. RENSEIGNEMENTS MÉDICAUX**

1.13.1. La force de l'impact au sol a été immédiatement fatale au ME.

1.13.2. Le personnel de l'hôpital Pasqua de Regina a procédé à une autopsie à laquelle le médecin de l'air de la 15<sup>e</sup> Escadre a participé. L'autopsie, un examen des dossiers médicaux du ME décédé et des entrevues auprès de ses proches n'ont révélé aucun problème de santé qui aurait pu être un facteur contributif à l'accident. Aucune preuve ne laisse croire que le ME était fatigué. Des échantillons de tissus ont été prélevés et envoyés au Civil Aerospace Medical Institute laboratory for toxicological analysis de la Federal Aviation Administration, aux États-Unis. Les analyses toxicologiques n'ont révélé la présence d'aucune substance dangereuse à l'aviation.

## **1.14. INCENDIE, DISPOSITIFS PYROTECHNIQUES ET MUNITIONS**

Sans objet.

## **1.15. QUESTIONS RELATIVES À LA SURVIE**

1.15.1. Il n'était pas possible de survivre à la force de décélération soudaine éprouvée au contact du sol.

### **Équipement de survie de l'aviation**

1.15.2. Le ME portait des sous-vêtements longs (haut et bas), des bottes *Danner*, une combinaison de vol SAR, des pantalons de brousse SAR, une veste SAR de l'EPE avec doublure et des gants de vol SAR *Black Diamond*. On a remarqué une marque linéaire sur la botte droite du ME. Aucune preuve matérielle n'indique que les élévateurs du parachute ont touché les vêtements.

Le ME portait un casque de parachutiste 190P équipé d'une lampe frontale *Petzel*, d'une lampe stroboscopique arrière et de lunettes de protection amincies. Le casque avait été inspecté conformément au calendrier réglementaire, mais trois modifications prescrites n'avaient pas été faites, ce qui n'a eu aucune incidence sur l'accident en question. Le seul dommage important constaté était une fissure du casque et des dommages à l'oreillette droite découlant de l'impact.

1.15.3. Le ME portait un altimètre-bracelet approuvé. Son affichage analogique est semblable au cadran d'une horloge où les heures représentent chaque tranche de 1000 pi AGL et que toute altitude sous la barre des 2500 pi est présentée dans une plage rose (voir la figure 6). On a constaté que l'altimètre indiquait zéro pied au niveau du sol dans la zone d'atterrissage.



**Figure 6 : Altimètre-bracelet du parachutiste**

1.15.4. Le DDEP SAR du ME était assez usé, et on y a relevé des marques d'usure et des dommages mineurs évidents. Toutefois, il a été impossible de déterminer si les dommages existaient avant l'accident ou découlaient de celui-ci. La longueur des sangles de jambe du ME était conforme à l'ajustement nécessaire pour être confortables, et aucune preuve matérielle laisse croire qu'il y a eu interférence entre le DDEP SAR et le parachute. Le DDEP SAR était relativement léger (environ 20 lb) et contenait les articles suivants :

- a. Un petit sac intérieur contenant une lampe stroboscopique SOLAS de *Firefly*, des ciseaux de secourisme, un gobelet pliant, des comprimés pour purifier l'eau, un boîtier à allumettes, une matière allume-feu, des allumettes et une pierre à feu, des mitaines *Black Diamond* et deux sachets de vivres déshydratés de type civil;
- b. Salopette de vol SAR pour temps froid et pluvieux;

- c. Salopette de vol SAR pour temps pluvieux;
- d. Parka SAR pour froid extrême, avec mitaines pour climat arctique; et
- e. Passe-montagne Everest.

### **Intervention d'urgence**

1.15.5. La Gendarmerie royale du Canada et des ambulanciers des SMU sont arrivés à l'aéroport environ 16 minutes après le premier appel à l'aide lancé de l'avion, puis ils se sont dirigés vers le lieu de l'accident. Une fois arrivés à la voie d'accès la plus proche du lieu de l'accident, les SMU ont dû parcourir un autre 200 mètres à pied dans un champ pour atteindre le ME. En tout, il s'est écoulé environ 30 minutes entre le moment de la demande d'aide initiale faite aux SMU et leur arrivée sur le lieu de l'accident.

### **1.16. ESSAIS ET RECHERCHES**

1.16.1. La suspente dont la couleur était altérée, la botte droite du ME et des parties de la combinaison de vol du ME ont été envoyés au Centre d'essais techniques de la qualité, à Gatineau (Québec), pour tenter de relever toute preuve matérielle indiquant que les suspentes du parachute étaient entrés en contact avec le ME durant la descente.

1.16.2. On a déterminé que la tache foncée sur la suspente provenait d'un transfert de saleté et de terre, et rien n'indiquait que l'enduit de la botte (cire) y avait touché. Cet état de fait peut correspondre à la suspente du parachute qui se serait accrochée à une motte de terre gelée, une fois libérée du ME (voir la figure 1).

1.16.3. L'analyse microscopique de la marque sur la botte droite n'a révélé aucun signe de frottement ni de fibres provenant de la suspente. Les dommages observés indiquent que la rayure a été faite par un objet ayant une surface dure. On a trouvé un petit paquet de fibres de polyester incrusté dans la semelle de la botte.

1.16.4. Une analyse chimique de deux des traces foncées relevées sur la combinaison de vol n'a pas permis de confirmer que la substance avait été transférée de la semelle de l'une ou l'autre botte. Le résultat des essais a toutefois révélé que les traces contenaient divers éléments environnementaux courants qui ont pu provenir de n'importe quelle source et se fixer à n'importe quel moment.

## 1.17. RENSEIGNEMENTS SUR L'ORGANISATION ET LA GESTION

### Acceptation de la mission et autorisation de lancement (AMAL)

1.17.1. Le processus d'AMAL est conçu de manière à offrir à la chaîne de commandement et aux équipages navigants un outil adéquat de gestion des risques pour les aider à évaluer les risques associés aux missions opérationnelles et d'entraînement. Avant le vol en cause, le 435 ETS s'est servi de l'AMAL pour évaluer le risque de la mission d'entraînement : la partie du processus réservée à l'acceptation de la mission a donné un code vert, ce qui signifie que le commandant de bord pouvait lui-même autoriser la mission. Le Manuel des opérations aériennes (MOA) de la 1 DAC prescrit l'utilisation d'une AMAL propre aux missions d'entraînement au parachutage de Tech SAR jugées complexes. Ce processus d'AMAL n'est pas nécessaire pour un entraînement aérien courant, mené localement, comme dans le cas du vol en cause dans le présent événement, et une AMAL propre au parachutage de Tech SAR n'a donc pas été effectuée avant de mener cette mission, puisqu'elle n'était pas nécessaire.

### Registre de gestion des risques pour la navigabilité (RARM)

1.17.2. À la suite du présent accident et d'un autre incident de parachutage d'un Tech SAR, lequel s'est produit le 16 mars 2017 et au cours duquel les suspentes d'un Tech SAR effectuant un saut en parachute d'un CC130H dans le cadre d'une mission opérationnelle se sont emmêlées à cause d'une mauvaise technique de sortie (mais il a réussi à régler le problème), la 1 DAC a créé un RARM pour mieux étudier les risques associés à l'utilisation d'un DDEP SAR, aux procédures de sortie (saut) et au souffle des hélices du CC130H. Le RARM<sup>9</sup> a été élaboré le 17 mars 2017 et le commandant de la 1 DAC l'a accepté le 13 avril 2017. Dans le pire scénario (un saut à basse altitude au cours duquel un Tech SAR n'est pas en mesure de recouvrer la maîtrise du parachute ayant subi une défaillance), le risque global a été jugé comme étant moyen : la probabilité d'un résultat dangereux était considérée comme possible, mais peu probable de se produire au cours de la carrière d'un Tech SAR opérationnel.

1.17.3. Pour atténuer le risque, le commandant de la 1 DAC a immédiatement demandé que l'on modifie la dimension du DDEP SAR ainsi que l'altitude minimale des sauts (voir la Section 4 – Mesures de prévention). La 1 DAC considérait que ces modifications réduiraient le niveau de risque global à un niveau de sécurité acceptable.

---

<sup>9</sup> RARM – ALSE 2017-002, version 2, signé le 16 juin 2017 (en anglais seulement).

## **1.18. RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES**

### **Détermination de l'altitude minimale du saut**

1.18.1. L'altitude minimale de 1200 pi, établie pour le saut en parachute à ouverture automatique durant le processus d'EOE, était fondée sur une tranche de 300 pi réservée à l'ouverture de la voilure, une autre de 400 pi pour permettre au parachutiste de s'orienter et une dernière de 300 pi réservée au déploiement du parachute de secours. Si l'on se fie aux marges prévues, le parachutiste devrait se trouver sous une voilure de secours ouverte à 200 pi AGL. Aux fins d'entraînement, une autre marge de 300 pi est ajoutée à l'altitude minimale de largage pour tenir compte du manque d'expérience du parachutiste, d'une sortie mal exécutée ou d'un pliage mal fait. Le processus d'EOE reposait sur ces calculs, et le rapport qui a suivi recommandait une altitude de largage minimale de 1200 pi AGL dans le cadre d'opérations, et de 1500 pi aux fins d'entraînement. Ces altitudes ont été inscrites dans l'autorisation de navigabilité du CSAR 7(A) et dans le MOA (au moment de l'accident).

1.18.2. L'enquête n'a pu établir la preuve que le risque avait fait l'objet de discussions ou d'une évaluation, relativement à l'écart entre l'autorisation de navigabilité, pour un saut opérationnel à une altitude minimale de 1200 pi ou pour un saut d'entraînement à 1500 pi, et l'altitude minimale de 2000 pi AGL prescrite par le fabricant d'origine et l'ITFC.

1.18.3. Il est important de souligner que, en fait, la distance verticale moyenne pour l'ouverture du parachute a été établie à 360 pi (à 130 KIAS) pendant le processus d'EOE, et que l'ITFC traitant du CSAR 7(A) indique qu'il faut prévoir une distance verticale de 384 pi pour l'ouverture du parachute de secours. Par conséquent, si les autres facteurs demeurent inchangés, l'ouverture de la voilure de secours pourrait se produire à une altitude aussi peu élevée que 60 pi AGL, si le saut en parachute est effectué à 1200 pi AGL. Le temps de réaction du parachutiste est la variable la moins précise de cette équation.

### **CC130H *Search and Rescue Standard Manoeuvre Manual (SMM)***

1.18.4. L'objet du SMM, publié avec l'autorisation du commandant de la 1 DAC, est d'offrir des directives, une orientation et des renseignements pour l'exécution des opérations et de l'entraînement SAR à bord du CC130H, et il comprend des sections traitant tout particulièrement des opérations de parachutage de Tech SAR. Les paragraphes suivants sont consacrés au contenu du SMM, en vigueur au moment de l'accident, qui est pertinent aux sauts en parachute à ouverture automatique. Certaines de ces directives ont été modifiées depuis (voir la Section 4 – Mesures préventives).

#### Limites relatives à l'altitude

1.18.5. Conformément à l'autorisation de navigabilité originale et au MOA, le SMM en vigueur au moment de l'accident énonçait que les sauts opérationnels ne pouvaient pas se faire à une altitude de moins de 1200 pi AGL, et que les sauts en parachute à ouverture automatique aux fins d'entraînement ne devaient pas se faire à moins de 1500 pi AGL. Le saut ayant mené au présent événement a été effectué à une altitude de 2000 pi AGL.

#### Vérifications de sécurité préalables au saut

1.18.6. Dans le cas d'opérations menées à bord du CC130, l'arrimeur assume le rôle de responsable de la sécurité. Si un seul arrimeur se trouve à bord et que tous les Tech SAR effectuent un saut en parachute, l'OSCA doit connaître les vérifications de sécurité et assumer cette tâche à titre d'autre responsable de la sécurité. Les vérifications de sécurité visant les parachutistes comprennent notamment de vérifier si les mousquetons sont bien attachés au câble d'ancrage et d'inspecter visuellement le parachutiste et son équipement pour s'assurer qu'il n'y a rien d'anormal.

1.18.7. Avant un saut en parachute à ouverture automatique, le CE est chargé de vérifier l'équipement de chaque Tech SAR, notamment :

- a. de vérifier que la goupille de la poignée de commande d'ouverture de parachute est bien enchâssée à fond, que le câble se déplace librement dans son passant et que le câble est bien enfilé dans la SOAS et les anneaux de guidage;
- b. de vérifier le système à trois anneaux de gauche pour s'assurer que le câble de libération de l'élévateur passe dans la boucle de fixation de l'élévateur;
- c. de vérifier si la poignée de commande d'ouverture du parachute de secours est bien fixée en s'assurant qu'elle est bien logée dans sa pochette et que la bande d'attache à crochets est bien en place. Si le saut en parachute à ouverture automatique est fait à 2000 pi AGL ou plus, le CE décide si le DOA est utilisé ou non; et
- d. de vérifier la poignée rembourrée de libération de la voile principale pour s'assurer que les câbles passent dans leur passant respectif et qu'ils ne sont pas torsadés, et que la bande d'attache à crochets est bien en place.

À bord de CC130338, les membres du personnel navigant concernés ont bien effectué ces vérifications et aucune irrégularité n'avait été observée.

## Procédures de sortie

1.18.8. Le SMM indique que le parachutiste doit sauter de l'aéronef de manière « décidée » (ce qui signifie, dans ce contexte, que le parachutiste adopte rapidement sa position et la maintient fermement) en utilisant la technique de sortie en position recroquevillée ou en position semi-assise. Cette dernière est une technique permettant au parachutiste d'utiliser le souffle d'hélice pour maintenir sa stabilité. Si elles sont mal exécutées, les deux techniques de sortie, en position recroquevillée ou semi-assise, génèrent de l'instabilité. En sortant de l'aéronef, le Tech SAR doit maîtriser le DDEP SAR en saisissant ses poignées de transport, en retenant le DDEP SAR fermement et en le tirant vers son corps pour éviter que celui-ci nuise aux poignées de libération du parachute ou s'emmêle dans ces dernières.

## Procédures d'urgence

1.18.9. Afin de prévoir suffisamment de temps pour réagir à une défaillance de la voilure principale, un parachutiste doit vérifier sa voilure dès que possible après sa sortie afin de détecter tout problème. En présence d'une défaillance de la voilure principale, il incombe au parachutiste de décider s'il la libère. Le parachutiste doit reconnaître, analyser et corriger une défaillance tout en restant conscient de l'altitude.

1.18.10. Le SMM comprend une mise en garde indiquant au parachutiste qui a l'impression d'être mal supporté par la voilure et qui ne peut pas maîtriser cette dernière d'amorcer immédiatement les procédures de libération de la voilure. Il donne aussi une mise en garde voulant que la décision de libérer la voilure doit être prise avant d'atteindre 1800 pi d'altitude et que la procédure doit commencer au moins à 1500 pi AGL. Dans le cadre de sauts opérationnels ou d'entraînement à 1500 pi AGL ou moins, le parachutiste doit amorcer immédiatement la procédure de libération de la voilure en réponse à une défaillance partielle ou totale. Compte tenu de la nature de certaines défaillances à faible vitesse, le SMM indique que le parachutiste peut envisager d'entamer immédiatement la procédure de libération pour corriger la situation.

1.18.11. Le SMM énonce que la décision de libérer la voilure principale est finale, et il conseille aux Tech SAR de ne jamais gaspiller un temps précieux, de ne jamais interrompre la procédure, de ne jamais tirer en premier lieu la poignée de commande d'ouverture du parachute de secours et de ne jamais descendre sous 1500 pi AGL à moins de maîtriser parfaitement leur voilure.

1.18.12. Le SMM définit une défaillance comme un fonctionnement anormal du parachute principal, qui n'est alors plus en mesure de supporter le parachutiste adéquatement ou empêche ce dernier de le maîtriser. Une défaillance partielle (vitesse faible ou élevée) signifie une ouverture anormale au cours de laquelle le parachutiste est supporté en partie ou n'a pas la maîtrise complète de la voilure. Les défaillances partielles peuvent être subdivisées ainsi :

- a. Vitesse élevée : lorsque le parachutiste n'est pas complètement supporté par la voilure et n'a pas toute la maîtrise de cette dernière, et qu'il maintient un taux de descente élevée (s'applique habituellement lorsque la voilure n'est pas ou est très peu ouverte); ou
- b. Faible vitesse : lorsque le parachutiste n'est pas complètement supporté par la voilure et n'a pas toute la maîtrise de cette dernière, et qu'il maintient un taux de descente normal ou accru.

1.18.13. Il n'y a pas de démarcation nette entre ce qui serait considéré comme un taux de descente élevé et un taux de descente accru. Le SMM indique que, dans le cas de défaillance à vitesse élevée à moins de 1500 pi AGL, le parachutiste doit immédiatement libérer la voilure. En réponse à une défaillance à faible vitesse, le manuel précise que le parachutiste doit d'abord tenter à deux reprises de corriger la défaillance. L'altitude à laquelle se trouve le parachutiste et la capacité ou l'incapacité de ce dernier à exécuter une vérification de maîtrise et de manœuvrabilité de la voilure sont les facteurs de décision pour déterminer s'il doit amorcer immédiatement ou non les procédures de libération. Le SMM énonce les réponses attendues s'appliquant tout spécifiquement aux défaillances suivantes. Les réponses aux défaillances qui peuvent avoir été pertinentes dans le présent événement sont :

- a. Accrochage du glisseur : cet événement se produit couramment lors de l'utilisation de la voilure CSAR 7(A) en raison de sa conception (faibles forces d'ouverture), d'un mauvais pliage du glisseur-extracteur, ou encore de l'emmêlement ou du mauvais arrimage des suspentes. Pour régler le problème, le parachutiste doit :
  - (1) dégager les cabillots, puis les tirer plusieurs fois vers le bas jusqu'au plein freinage. Poursuivre la manœuvre jusqu'à ce que le problème soit corrigé ou que la manœuvre ne donne manifestement pas l'effet souhaité;
  - (2) exécuter une vérification de maîtrise et de manœuvrabilité; et
  - (3) effectuer la procédure de libération, s'il y a lieu.

- b. Suspentes torsadées : la torsade peut être causée par une turbulence durant l'ouverture du parachute, une mauvaise technique de sortie, ou en raison de suspentes mal lovées ou mal placées dans la gaine extérieure du sac du parachute. Pour démêler des suspentes torsadées, le parachutiste doit :
- (1) rester conscient de l'altitude et battre des jambes dans la direction opposée à la torsade;
  - (2) relâcher les cabillots une fois la torsade disparue;
  - (3) effectuer les procédures suivant l'ouverture ainsi qu'une vérification de maîtrise et de manœuvrabilité; et
  - (4) effectuer la procédure de libération, s'il y a lieu.
- c. Nœuds de tension : ils peuvent être causés par une turbulence durant l'ouverture ou de mauvaises techniques de pliage. Pour régler le problème, le parachutiste doit :
- (1) au besoin, freiner la rotation de la voile en tirant sur la suspente arrière opposée ou en relâchant les cabillots et en appliquant le pourcentage de freinage nécessaire;
  - (2) maintenir la voile en vol rectiligne en palier en freinant ou en utilisant les suspentes arrière adéquatement et rester conscient de l'altitude;
  - (3) saisir l'élévateur touché, le tirer vers la poitrine puis le relâcher dans un mouvement énergique (à deux reprises);
  - (4) effectuer une vérification de maîtrise et de manœuvrabilité; et
  - (5) effectuer la procédure de libération, s'il y a lieu.
- d. Vrilles violentes : elles peuvent être causées par une turbulence durant l'ouverture, une mauvaise technique de sortie, une rupture des drisses, un relâchement prématuré des cabillots ou des freins, ou des nœuds de tension. Pour régler le problème, le parachutiste doit :
- (1) freiner la rotation de la voile en tirant sur la suspente arrière opposée ou en dégageant les cabillots ou les freins et en appliquant le pourcentage de freinage nécessaire;
  - (2) rester conscient de l'altitude et amorcer la mesure corrective;
  - (3) effectuer une vérification de maîtrise et de manœuvrabilité; et
  - (4) effectuer la procédure de libération, s'il y a lieu.

- e. Diverses combinaisons à faible vitesse : elles peuvent être causées par une turbulence durant l'ouverture, la position à la sortie ou de mauvaises techniques de pliage. Pour régler le problème, le parachutiste doit :
  - (1) rester conscient de l'altitude;
  - (2) entamer une mesure corrective adaptée à la défaillance, et ce, des épaules vers le haut;
  - (3) effectuer une vérification de maîtrise et de manœuvrabilité; et
  - (4) effectuer la procédure de libération, s'il y a lieu.

### **MOA – Entraînement des Tech SAR aux urgences durant le parachutage**

1.18.14. Le MOA de la 1 DAC précise que les Tech SAR doivent effectuer un entraînement au parachutage en situation d'urgence tous les semestres. Cet entraînement aux situations d'urgence doit comprendre les défaillances qui se manifestent lors d'un saut en parachute à ouverture automatique et d'un saut en parachute à ouverture commandée, des situations d'atterrissage inhabituelles, une descente au-dessus des arbres et la revue du précis d'entraînement au parachutisme de l'École de recherche et de sauvetage des Forces canadiennes (ERSFC).

1.18.15. La partie pratique de l'entraînement aux situations d'urgence pendant le parachutage est effectuée en suspendant le Tech SAR au-dessus du sol, dans un harnais de parachute, afin de reproduire la suspension qu'offrent les élévateurs. Au 435 ETS, le membre assumant le rôle de CE du jour ou un Tech SAR d'instruction désigné passe en revue systématiquement les défaillances contenues dans le SMM. Les défaillances sont communiquées de vive voix au Tech SAR qui doit ensuite énoncer les procédures prescrites dans le SMM. En cas de mauvaise réponse, peu importe l'exercice, on procède à sa correction et l'exercice est repris jusqu'à ce que le candidat le réussisse. Le 6 mars 2017, le ME avait réussi son entraînement sous la direction du CE cité dans le présent événement.

### **MOA – Mesures de sécurité à l'entraînement pour les Tech SAR**

1.18.16. L'annexe 3.1.1.10.A du MOA, Mesures de sécurité à l'entraînement pour les Tech SAR, indique que l'entraînement aux sauts en parachute à ouverture automatique doit se faire à une altitude d'au moins 1500 pi AGL et que la vitesse du vent de surface, le jour des sauts, doit être d'au plus 25 nœuds.

## Événements antérieurs liés à la sécurité des vols et visant le CSAR 7

1.18.17. Depuis sa mise en service en 2003, on estime de manière prudente qu'il y a eu environ 40 000 sauts en parachute CSAR 7 à ouverture automatique. Un examen des données du Système de gestion de l'information liée à la sécurité des vols (SGISV) des FAC a révélé que, pour cette même période, on avait signalé 25 événements, visant un saut en parachute CSAR 7 à ouverture automatique, au cours desquels on avait dû procéder à la libération du parachute principal<sup>10</sup>. Tous les membres touchés ont réussi à atterrir à l'aide du parachute de secours. Il n'y a aucune tendance importante qui se dégage de ces événements, alors que tous les ans (sauf en 2009), il s'est produit d'un à trois événements (aucun événement en 2009). Dans presque tous les cas, la décision de libérer le parachute avait été prise, car il avait été déterminé que la maîtrise du parachute principal était impossible à cause de suspentes torsadées, de nœuds de tension, d'emmêlements ou d'accrochage du glisseur. Trois événements comprenaient l'ouverture simultanée des deux parachutes (voilure principale et de secours). Toutes ces défaillances se sont manifestées dès l'ouverture ou la tentative d'ouverture du parachute. Des défaillances mineures, comme des suspentes torsadées rapidement démêlées, ne sont pas rares et elles constituent un risque inhérent accepté. Habituellement, ce type d'événement n'est pas signalé à titre d'événements liés à la sécurité des vols, sauf si, pour quelque raison que ce soit, un Tech SAR est blessé.

1.18.18. Des 25 cas de libération de parachutes signalés, huit (32 pour cent) défaillances étaient attribuées à des erreurs avérées ou soupçonnées dans le pliage du parachute. Dans sept cas (28 pour cent), l'enquête avait permis de conclure que la défaillance découlait d'une erreur dans la technique de sortie qui, conjuguée au souffle de l'hélice, avait placé le corps du parachutiste dans une mauvaise position au moment où le parachute s'ouvrait. Par conséquent, des suspentes torsadées ou emmêlées, ou d'autres problèmes, avaient entravé toute maîtrise intégrale du parachute. Dans quatre événements (16 pour cent), la technique de sortie était considérée comme bonne, mais le souffle de l'hélice avait tout de même placé le corps du parachutiste dans une mauvaise position tandis que le parachute s'ouvrait. Dans six cas (24 pour cent), la cause de la défaillance du parachute n'avait pu être établie en toute certitude. Plusieurs récits d'enquête signalaient que le parachutiste était resté activement conscient de l'altitude, et que l'altitude restante avait été un facteur déterminant pour arriver à la décision finale de libérer le parachute. L'altitude la plus élevée jamais

---

<sup>10</sup> Le SGISV n'assure pas le suivi des défaillances de parachutes, sauf si la défaillance touche un Tech SAR ou se produit dans le cadre de l'éjection d'un aéronef. Le SGISV ne sert pas à enregistrer les défaillances de parachutes que pourraient subir les membres de l'Armée ou des Forces spéciales.

enregistrée pour libérer le parachute était de 2800 pi AGL (altitude initiale de 3500 pi à la sortie), tandis que la plus basse était de 1000 pi AGL (altitude initiale de 3000 pi à la sortie). Dans plusieurs cas, les altitudes n'ont pas été signalées, mais pour ceux qui l'ont fait, l'écart d'altitude moyen entre l'altitude initiale à la sortie et l'aboutissement de la procédure de libération était d'environ 1100 pi. Il est également important de souligner que, dans un cas, le Tech SAR a décidé de larguer son DDEP SAR pour pouvoir mieux battre des jambes et démêler les suspentes. Dans un autre événement, le Tech SAR a envisagé de prendre la même mesure, mais il a plutôt opté pour une libération immédiate de la voilure.

#### **1.19. TECHNIQUES D'ENQUÊTE UTILES OU EFFICACES**

Sans objet.

## **2. ANALYSE**

### **2.1. GÉNÉRALITÉS**

2.1.1. Selon la preuve disponible, il est évident que le ME a subi une défaillance de son parachute alors qu'il effectuait un saut en parachute à ouverture automatique à 2000 pi AGL, ce qui a provoqué une descente en spirale rapide. L'absence de preuve vidéo ne permet pas de déterminer en toute certitude la nature de la défaillance. Toutefois, selon les témoignages recueillis, il est évident que le ME était conscient et tentait de corriger la défaillance, mais il n'a pas libéré son parachute principal; il a donc poursuivi sa descente rapide vers le sol. On a perdu tous les éléments de preuve matérielle définitifs sur l'état de la voilure et des suspentes lorsque le parachute a été défait pour prodiguer les premiers soins; il a ensuite été emporté par le vent. L'analyse porte sur les causes potentielles de l'ouverture ratée du parachute, la nature de la défaillance, les procédures d'urgence lors d'un saut en parachute et les risques inhérents à l'exécution de sauts à une altitude relativement basse.

2.1.2. Aux dires de tous, le ME était en très bonne santé et bien reposé. Il était très motivé à réussir en tant que Tech SAR, mais il manquait d'expérience, ayant seulement obtenu sa catégorie opérationnelle un mois avant l'accident. Même s'il avait rencontré quelques difficultés à se poser avec précision dans le cadre de son instruction opérationnelle, il avait surmonté ces difficultés et, de toute façon, cette étape de la descente en parachute n'est pas pertinente aux circonstances du présent accident. Par conséquent, cette question ne sera pas traitée plus en détails.

### **2.2. OUVERTURE DU PARACHUTE**

2.2.1. Pour avoir un meilleur accès et prodiguer immédiatement les premiers soins, le CE a enlevé le parachute du ME. Le parachute a ensuite été emporté par le vent sur une courte distance en aval, et l'on a ainsi malheureusement perdu des éléments de preuve particuliers importants, notamment la disposition des suspentes et du glisseur lorsque le parachute a atteint le sol. Néanmoins, un examen détaillé du parachute et d'autre équipement n'a pas révélé la présence de défauts préexistants du matériel. Les dommages mineurs relevés lors de l'examen qui a suivi l'accident correspondent à ceux provoqués par les forces d'impact au sol qui ont été encaissées ou aux mesures prises par le CE. Dans le cadre des vérifications normales avant un saut, les autres membres d'équipage ont examiné le parachute du ME et d'autre équipement (comme le DDEP SAR), une fois enfilés, et ils n'ont relevé aucune anomalie. Par conséquent, on a conclu que le ME a quitté l'aéronef avec un parachute en bon état, bien porté et ajusté.

2.2.2. Les défaillances à l'ouverture du parachute découlent habituellement d'un mauvais pliage du parachute ou d'une position du corps moins qu'optimale au moment de l'ouverture du parachute. Pourtant, même si ces deux éléments sont bien exécutés, les caractéristiques inhérentes d'un parachute planant et des effets aérodynamiques aléatoires peuvent quand même causer une défaillance à l'ouverture du parachute. La qualité du pliage du parachute principal n'a pu être déterminée avec certitude. Toutefois, le ME avait la réputation d'être un plieur méticuleux, et il n'hésitait pas à demander les conseils des arrimeurs expérimentés de l'unité. Un examen du parachute à ouverture commandée qu'il avait plié a révélé que le travail avait été bien fait. Bien qu'on ne puisse tirer de conclusions définitives, la preuve disponible donne fortement à penser que le ME a probablement bien plié son parachute à ouverture automatique. Par conséquent, un mauvais pliage ne serait donc pas à l'origine de la défaillance.

2.2.3. Le ME est sorti de l'aéronef en position semi-assise, qui est une technique visant à tirer avantage du souffle de l'hélice pour favoriser la stabilité. L'autre pendant de cette technique est que, si elle est mal exécutée, elle peut en fait induire une instabilité. Il est essentiel de sortir de l'aéronef au centre de la rampe pour atténuer les risques associés aux effets du sillage aérodynamique. Les témoins ont remarqué que le ME a sauté soit du centre de la rampe, soit peut-être légèrement à droite du centre, et que, après avoir quitté la rampe, le corps du ME a tourné légèrement sur la droite, passant davantage sur le dos, alors que le parachute commençait à s'ouvrir. Ce mouvement découle fort probablement d'une interaction non intentionnelle entre le corps du ME et l'écoulement d'air ambiant, et il a mené à une position moins qu'optimale du corps durant l'ouverture de la voilure, causant consécutivement le déploiement anormal des suspentes et de la voilure principale.

### **2.3. DÉFAILLANCE DU PARACHUTE**

2.3.1. L'exécution ainsi observée au parachutage correspond à la définition d'une défaillance à faible vitesse du SMM (quoiqu'un cas grave), au cours de laquelle le parachutiste n'obtient pas le support adéquat en présence d'un taux de descente accru. La portance était compromise sur seulement la moitié de la voilure principale, et la portance différentielle résultante induisait une descente rapide en spirale. Le ME n'a pas sorti son coupe-suspentes, et on n'a relevé aucun signe de brûlures causées par le frottement des câbles sur ses vêtements ou son équipement. Par conséquent, il semble que ni le ME ni son équipement n'étaient emmêlés dans les suspentes de la voilure principale. Autre que l'emmêlement, les deux principales défaillances pouvant causer l'ouverture asymétrique de la voilure principale sont une grave torsade des suspentes ou un nœud de tension. Compte tenu du manque de preuve définitive relativement aux suspentes, l'analyse est axée sur les mesures prises par le ME en vue de déduire la nature de la défaillance.

2.3.2. Les deux cabillots étaient rangés, ce qui indique que le ME ne percevait pas que la défaillance était causée par un nœud de tension. On a observé le ME qui battait des jambes tout en tirant sur les élévateurs principaux au-dessus de sa tête, ce qui fait partie des mesures servant à corriger une torsade des suspentes. Le ME a également pris la mesure inhabituelle de larguer son DDEP SAR tôt dans la descente. Cette dernière mesure ne fait partie d'aucune procédure normale à suivre en cas d'urgence, mais il a pu la prendre afin d'avoir une plus grande liberté de mouvement, tandis qu'il tentait de battre des jambes. Deux autres rapports sur la sécurité des vols, rendant compte des mesures prises par deux autres Tech SAR pour tenter de défaire des suspentes torsadées, viennent étayer cette conclusion. L'un d'eux a largué son DDEP SAR pour pouvoir mieux battre des jambes, tandis que l'autre a envisagé cette mesure pour la même raison, mais au lieu de cela, il a plutôt décidé de libérer le parachute.

2.3.3. Par conséquent, si l'on se fonde sur la preuve disponible, on peut conclure que la position du corps du ME était moins qu'optimale lorsque son parachute principal s'est ouvert, ce qui a causé une ouverture asymétrique avec le côté droit de la voilure partiellement ouvert, menant à une dégradation de la portance du côté droit de la voilure principale et induisant une spirale rapide sur la droite. Selon les mesures prises par le ME, la preuve matérielle disponible et l'opinion de parachutistes et d'arrimeurs chevronnés, on soupçonne fortement que la défaillance comportait une grave torsade coïncidente des suspentes qui a « bloqué » les suspentes de manière inégale, maintenant ainsi l'ouverture asymétrique.

## **2.4. PROCÉDURES D'URGENCE**

2.4.1. Il est important de souligner que même si les défaillances mineures ne sont pas inhabituelles, celles qui sont graves, comme celles nécessitant la libération du parachute, sont rares, et la plupart des Tech SAR n'auront peut-être pas à effectuer cette procédure de toute leur carrière. Les Tech SAR ont seulement l'occasion de s'exercer à cette procédure et aux gestes connexes à poser lors des exercices semestriels sur les situations d'urgence en parachute.

2.4.2. En parachutage, la directive générale à respecter en situation d'urgence et la procédure toute particulière à suivre pour gérer une torsade des suspentes sont décrites dans le SMM : un document que tous les Tech SAR devraient bien connaître. Le SMM stipule que si un parachutiste a l'impression qu'il est mal supporté et qu'il ne peut pas assurer une bonne maîtrise de sa voilure, il doit amorcer sans tarder la procédure de libération du parachute principal. Dans le cas d'une torsade des suspentes, la première étape est de rester conscient de l'altitude et de battre des jambes dans le sens opposé à la torsade. Si cette dernière ne se défait pas, la directive générale doit alors être suivie, et le parachutiste doit procéder à la libération de la voilure, s'il y a lieu (p. ex. la maîtrise ou le taux de descente n'est pas satisfaisant). Durant la

séance d'entraînement semestrielle aux situations d'urgence, le parachutiste s'est exercé aux mesures prescrites par le SMM, mais l'importance de toujours rester conscient de l'altitude n'a pas été tout particulièrement ou systématiquement soulignée pendant les exercices. Le ME avait effectué l'entraînement aux situations d'urgence deux jours avant l'accident. Par conséquent, il aurait dû bien connaître la procédure. Il est évident que le ME tentait activement de corriger la défaillance, mais en vain, et il n'a pas libéré la voilure principale.

2.4.3. L'enquête n'a pas permis de déterminer hors de tout doute les raisons pour lesquelles le ME n'a pas suivi la procédure d'urgence publiée et libéré un parachute impossible à maîtriser. Néanmoins, les mesures prises par le ME laissent fortement croire qu'il pensait pouvoir défaire les suspentes torsadées et régler le problème à temps, mais ce faisant, il n'a pas porté attention à l'altitude à laquelle il se trouvait ni à son taux de descente. Il s'agissait sans contredit d'une situation stressante, et l'une des conséquences d'un stress aigu est la tendance d'axer ses efforts sur une partie toujours plus limitée de l'environnement opérationnel, ce que l'on désigne comme un effet de tunnel. Ce stress aigu et l'anxiété qui en découle peut accroître la charge cognitive d'une personne, ce qui peut alors se traduire par des erreurs d'exécution. Par conséquent, une prémisse est que le ME s'est tellement concentré sur la défaillance, qu'il n'a pas vérifié son altimètre-bracelet ou été en mesure de le faire. La partie de l'altimètre-bracelet indiquant une altitude de 2000 pi ou moins représente à peine 1/12 du cadran. Ainsi, une lecture précise du cadran pourrait être difficile à faire et à interpréter, surtout sous un parachute descendant en spirale et dans une situation stressante découlant de la défaillance. Une autre possibilité serait que le ME était généralement conscient de son altitude, mais il croyait qu'il était sur le point de recouvrer la maîtrise de son parachute, malgré la basse altitude et, par conséquent, il ne jugeait pas qu'il était nécessaire de libérer la voilure principale. Dans un cas comme dans l'autre, il est évident que l'attention portée à régler le problème a mené à une perte de conscience de la situation, tandis que l'altitude diminuait rapidement. En conséquence, on a conclu que l'ajout d'une directive ou d'un entraînement plus rigoureux était justifié pour faire face aux situations où les sauts en parachute sont effectués à 2000 pi ou moins, afin de s'assurer que l'accent est placé sur une conscience constante de l'altitude ainsi que sur des points de décision réalistes pour la libération du parachute.

## **2.5. ARMEMENT DU DOA CYPRES 2**

2.5.1. Le DOA Cypres 2 sert à ouvrir automatiquement la voile de secours lorsque le parachutiste atteint un taux de descente excessif à cause de la trop faible portance aérodynamique (ou nulle) de la voile principale. Le DOA Cypres 2 du ME n'était pas armé, et les directives des ITFC, de l'Aut NO et du SMM (en vigueur à ce moment-là) établissaient que la décision de l'utiliser ou non, pour tout saut effectué à 2000 pi AGL ou plus, relevait du CE. Le CE a choisi de ne pas armer le dispositif. La partie du SMM réservée à la liste de vérifications donne une directive contraire, notamment que le dispositif doit être armé pour un saut effectué à 2000 pi AGL ou plus. Cette divergence a été corrigée depuis : la liste de vérifications et le SMM indiquent maintenant que le dispositif doit être armé pour un saut effectué à 2000 pi AGL ou plus. Toutefois, même si le DOA Cypres 2 avait été armé au moment de l'accident, il n'aurait rien changé au dénouement, car le taux de descente du ME, bien qu'excessif, atteignait environ la moitié<sup>11</sup> du taux de descente très élevé (115 pi/sec) nécessaire au déclenchement du dispositif.

## **2.6. ALTITUDE MINIMALE D'UN SAUT**

2.6.1. L'enquête a relevé que l'altitude minimale de 1500 pi AGL, actuellement approuvée pour un saut opérationnel ou d'entraînement, est inférieure de 500 pi à l'altitude minimale publiée de 2000 pi AGL, recommandée par le fabricant d'origine et l'ITFC traitant du CSAR 7(A). Il faut habituellement respecter les limites prescrites dans les ITFC. Toutefois, un saut à plus basse altitude peut offrir un avantage opérationnel, car il permet aux Tech SAR de sauter en parachute à destination de leur objectif lorsque le plafond nuageux est aussi bas que 1500 pi, permettant ainsi d'accomplir une mission qui, autrement, n'aurait pas eu lieu. Même si un processus d'EOE a été effectué pour confirmer que des sauts en parachute pouvaient se faire à une altitude aussi peu élevée que 1200 pi, il n'a pas été possible de trouver, dans le cadre de l'enquête, des documents justifiant cette divergence avec l'altitude minimale établie dans l'ITFC ou par le fabricant d'origine, ni évaluant les risques connexes. Cette activité devrait faire l'objet d'une évaluation officielle des risques et des avantages connexes, afin de faciliter l'atténuation et l'acceptation des risques à l'échelon de commandement approprié.

---

<sup>11</sup> Environ 37 secondes se sont écoulées entre la sortie du ME et le moment où il a atteint le sol, ce qui équivaut à un taux de descente moyen de 54 pi par seconde.

2.6.2. En outre, la directive du SMM concernant les altitudes de décision et de libération de la voile ne correspond pas à l'altitude minimale de 1500 pi AGL actuellement approuvée pour un saut opérationnel ou d'entraînement.

Manifestement, il est impossible de respecter l'altitude de décision de 1800 pi AGL et l'altitude de libération de la voile de 1500 pi dans le cas d'un saut effectué à moins de 2000 pi AGL puisque, en moyenne, une voile prend de quatre à cinq secondes à s'ouvrir sur une distance verticale de 360 pi, ce qui place le Tech SAR sous l'altitude de décision avant même qu'il puisse prendre une décision éclairée sur l'état de son parachute. Le SMM stipule également de ne jamais descendre à moins de 1500 pi sans maîtriser pleinement la voile. Pour tout saut effectué à partir de l'altitude minimale de 1500 pi AGL actuellement autorisée, cette directive ne peut être respectée, car le parachutiste ne pourrait pas déterminer s'il a la maîtrise ou non de la voile principale à 1500 pi, puisque cette dernière ne serait pas complètement ouverte avant que le parachutiste descende à moins de 1200 pi AGL.

2.6.3. Même si le SMM stipule qu'il est important de rester conscient de l'altitude et de respecter les critères de décision pour déterminer le moment auquel il faut libérer la voile, le parachutiste doit toujours se fier à son jugement de manière rapide et juste pour évaluer s'il peut ou non régler le problème en toute sécurité, en fonction de l'altitude disponible. Parfois, il est immédiatement évident que le parachute ne s'ouvre pas (comme une défaillance à vitesse élevée), mais dans d'autres cas, la défaillance relève d'une zone grise, alors qu'elle pourrait être corrigible en perdant quelques centaines de pieds d'altitude ou que le parachutiste perçoit qu'elle est corrigible, mais que la réalité s'avère toute autre. Moins d'altitude à l'ouverture signifie moins de temps (et d'altitude) disponibles pour régler tout problème inattendu (comme des suspentes torsadées), pour évaluer la maîtrise de la voile principale et, s'il y a lieu, pour libérer cette dernière et ouvrir le parachute de secours. En bref, plus l'altitude du saut est basse, moins il y aura de temps pour régler tout problème potentiel et, par conséquent, plus le risque encouru est grand. En outre, plus la fréquence des sauts à basse altitude est élevée, plus le risque encouru est grand. La divergence entre le SMM et l'altitude minimale actuellement approuvée pour le saut en parachute à ouverture automatique devrait être examinée et harmonisée ou le risque connexe devrait être évalué.

### **3. CONCLUSIONS**

#### **3.1. FAITS ÉTABLIS**

3.1.1. Le CE et le ME étaient à jour dans leurs compétences et qualifiés pour la mission prévue. Le ME était relativement inexpérimenté, et on lui avait attribué sa catégorie de coéquipier opérationnel seulement un mois avant l'accident [1.5.1, 1.5.3].

3.1.2. Le ME, sous la supervision du CE, avait achevé la séance d'entraînement aux situations d'urgence semestrielle obligatoire, deux jours avant l'accident. [1.5.5]

3.1.3. Le ME était qualifié pour plier son parachute, et il avait la réputation de plier le parachute méticuleusement. [1.5.4]

3.1.4. L'avion et le système d'ouverture automatique étaient en bon état de service. L'avion était piloté et configuré conformément au SMM pour l'exécution de sauts en parachute à ouverture automatique, alors qu'il se trouvait en vol rectiligne en palier à 124 KIAS, à une altitude de 2035 pi AGL, volets réglés à 50 pour cent [1.6.1, 1.11.2].

3.1.5. Le parachute du ME n'a révélé aucun signe de défectuosité technique préexistante [1.6.6].

3.1.6. Tous les éléments de preuve matérielle définitifs sur l'état de la voilure et des suspentes ont été perdus lorsque le parachute a été retiré pour prodiguer les premiers soins. Le parachute a ensuite été emporté par le vent [2.1.1].

3.1.7. Le CE a sauté de l'axe longitudinal de la rampe en utilisant la technique de sortie en position recroquevillée, et sa voilure s'est ouverte normalement [1.1.3].

3.1.8. Le ME a sauté de l'axe longitudinal de la rampe, ou près de celui-ci, en utilisant la technique de sortie en position semi-assise [1.1.3].

3.1.9. Pendant sa sortie de l'aéronef, une interaction non intentionnelle entre le corps du ME et l'écoulement d'air ambiant a mené à une position moins qu'optimale du corps pour l'ouverture de la voilure principale [2.2.3].

3.1.10. La position du corps du ME étant moins qu'optimale lors de l'ouverture du parachute a causé une ouverture asymétrique, avec le côté droit de la voilure partiellement ouvert, menant à une dégradation de la portance du côté droit de la voilure principale et induisant une spirale rapide sur la droite [2.3.3].

- 3.1.11. On soupçonne fortement que la défaillance comportait une grave torsade coïncidente des suspentes qui a « bloqué » les suspentes de manière inégale, maintenant ainsi l'ouverture asymétrique [2.3.3].
- 3.1.12. Il est évident que le ME tentait activement de corriger la défaillance, mais il n'a pas été en mesure de le faire et il n'a pas libéré la voilure. Les mesures du ME qui ont été observées correspondent aux mesures recommandées pour corriger une torsade des suspentes [2.3.2, 2.3.3].
- 3.1.13. Le ME a pris la mesure inhabituelle de larguer son DDEP SAR, dans une tentative apparente d'avoir une plus grande liberté de mouvement tandis qu'il tentait de battre des jambes pour défaire les suspentes torsadées, mais il n'a pas été en mesure de régler le problème [2.3.2].
- 3.1.14. Le ME portait un altimètre-bracelet approuvé et bien calé [1.15.3].
- 3.1.15. Le ME a porté son attention à corriger la défaillance et, ce faisant, il a perdu toute conscience de la situation et de l'altitude durant sa descente, et il n'a pas libéré sa voilure principale [2.4.3].
- 3.1.16. La force de l'impact au sol a été immédiatement fatale au ME [1.13.1].
- 3.1.17. Immédiatement après son atterrissage et afin de mieux pouvoir exécuter les manœuvres de réanimation cardiorespiratoire (RCR) sur le ME, le CE a coupé la SOAS, puis retiré le harnais et le parachute du ME; le parachute a ensuite été emporté en aval par le vent, et l'on a ainsi perdu des éléments de preuve matérielle comme la disposition réelle des suspentes [1.1.7, 2.2.1].
- 3.1.18. Conformément à la directive prescrite par le SMM au moment de l'accident, le CE a choisi de ne pas demander à ce que le DOA CYPRES 2 soit armé. Le taux de descente réel du ME était tel qu'il n'aurait pas activé le DOA Cypres 2, même si le dispositif avait été armé [2.5.1].
- 3.1.19. L'importance pour le parachutiste de toujours rester conscient de l'altitude, de l'altitude de décision et de l'altitude de libération de la voilure, n'est pas tout particulièrement soulignée dans le cadre de la séance semestrielle d'entraînement aux situations d'urgence pendant le parachutage [2.4.2].
- 3.1.20. Même si elles sont habituellement mineures, les défaillances du CSAR 7(A) sont des risques connus et acceptés, si le corps du parachutiste n'est pas placé de façon optimale lors de l'ouverture automatique de la voilure principale. Depuis la mise en service opérationnelle du CSAR 7 en 2003, les données du SGISV rendent compte de 25 cas de libération de la voilure principale. Quarante-quatre pour cent de ces cas étaient attribuables à une position moins qu'optimale du corps au moment de l'ouverture de la voilure, soit

en raison d'une mauvaise technique de sortie, soit en raison de l'interaction du parachutiste avec l'écoulement d'air ambiant [1.18.17, 1.18.18].

3.1.21. Même si un processus d'EOE a été effectué pour confirmer que des sauts en parachute pouvaient se faire à une altitude aussi peu élevée que 1200 pi, il n'a pas été possible de trouver, dans le cadre de l'enquête, des documents justifiant cette divergence avec l'altitude minimale établie dans l'ITFC ou par le fabricant d'origine, ni évaluant les risques connexes [2.6.1].

3.1.22. Les sauts effectués à une altitude de 2000 pi AGL ou moins laissent très peu de temps pour réagir à une défaillance du parachute, et la directive du SMM sur le point de décision ou d'action diverge de l'altitude réelle nécessaire au gonflage du parachute ainsi que de l'information offerte au parachutiste pour effectuer un saut en parachute à 2000 pi ou moins [0, 2.6.3].

## **3.2. FACTEURS CONTRIBUTIFS**

### Facteurs contributifs actifs

3.2.1. Pendant sa sortie de l'aéronef, une interaction non intentionnelle entre le corps du ME et l'écoulement d'air ambiant a mené à une position moins qu'optimale du corps pour l'ouverture de la voilure principale [3.1.9].

3.2.2. La position du corps du ME moins qu'optimale lors de l'ouverture du parachute a causé une ouverture asymétrique, avec le côté droit de la voilure partiellement ouvert, menant à une dégradation de la portance du côté droit de la voilure principale et induisant une spirale rapide sur la droite. Une grave torsade coïncidente des suspentes a « bloqué » les suspentes de manière inégale, maintenant ainsi l'ouverture asymétrique [3.1.10, 3.1.11].

3.2.3. Le ME a porté son attention à corriger la défaillance et, ce faisant, il a perdu toute conscience de la situation et de l'altitude durant sa descente, et il n'a pas libéré sa voilure principale [3.1.15].

### Facteurs contributifs latents

3.2.4. Même si elles sont habituellement mineures, les défaillances du CSAR 7(A) sont des risques connus et acceptés, si le corps du parachutiste n'est pas placé de façon optimale lors de l'ouverture automatique de la voilure principale [3.1.20].

3.2.5. L'importance pour le parachutiste de toujours rester conscient de l'altitude, de l'altitude de décision et de l'altitude de libération de la voilure, n'est pas tout particulièrement soulignée dans le cadre de la séance semestrielle d'entraînement aux situations d'urgence pendant le parachutage [3.1.19].

## **4. MESURES DE PRÉVENTION**

### **4.1. MESURES DE PRÉVENTION PRISES**

4.1.1. À la suite de l'accident, en attendant l'information initiale découlant de l'enquête de l'AEN, le commandant de la 1 DAC a interrompu temporairement les sauts d'entraînement, et il a augmenté l'altitude minimale des sauts opérationnels à 1500 pi AGL. En outre, on a demandé aux Tech SAR de répéter verbalement la procédure en cas de défaillance à vitesse élevée avant de sauter en parachute, ainsi que d'effectuer au moins une séance d'entraînement aux procédures d'urgence en parachute, peu importe la validité des compétences, avant d'assumer des fonctions SAR à bord d'un aéronef à voilure fixe.

4.1.2. Le commandant de la 1 DAC a demandé à l'officier supérieur d'état-major SAR (OSEM SAR) de passer en revue les facteurs d'évaluation des risques des AMAL SAR et d'apporter les changements qu'il jugeait pertinents.

4.1.3. Le 20 mars 2017, le commandant de la 1 DAC a diffusé le message COMD 10, SAR TECH PARACHUTE OPS AND TRAINING DIRECTION (en anglais seulement), qui stipulait les conditions selon lesquelles l'entraînement et les opérations de parachutage pouvaient reprendre, en insistant tout particulièrement sur l'importance de rester conscient de l'altitude. Le message devait être distribué à l'ensemble du personnel Tech SAR, en le versant dans le dossier d'information du personnel navigant de l'unité, et ce, en attendant que les changements soient adoptés en permanence par l'intégration des modifications au SMM et au MOA. La directive particulière comprenait les éléments suivants :

- a. L'altitude minimale de tout saut opérationnel en parachute à ouverture automatique est de 1500 pi AGL;
- b. La sortie de l'aéronef doit se faire aussi près que possible de l'axe longitudinal de l'aéronef, et des marques indiquant l'axe de la rampe doivent être peintes sur les rampes des CC130H et des CC115 [3.2.1];
- c. Tous les sauts en parachute des Tech SAR seront captés par vidéo (caméra montée sur l'aéronef ou sur le responsable de la sécurité), afin de faciliter l'évaluation technique du parachutiste ou, le cas échéant, une enquête sur un incident;
- d. Le DOA CYPRES sera utilisé pour toutes les opérations de parachutage à 2000 pi AGL ou plus;

- e. Tous les Tech SAR feront des séances d'entraînement aux défaillances d'un parachute avant de reprendre de vraies opérations de parachutage. On y soulignera à quel point il est important de rester conscient de l'altitude et de respecter les points de décision critiques [3.2.3];
- f. Le pliage du parachute CSAR 7 à ouverture automatique sera seulement effectué selon la méthode de pliage à plat (au sol);
- g. Tous les Tech SAR doivent passer en revue les procédures de pliage d'un parachute à ouverture automatique et d'un à ouverture commandée, en compagnie de leur CE Tech SAR ou de son représentant délégué et de l'arrimeur de parachute de la section, dans les 30 jours suivant la publication du message COMD 10;
- h. Diverses modifications de la liste de vérifications que les Tech SAR utilisent pour contrôler les éléments à prendre en considération avant un saut en parachute;
- i. L'Équipe d'évaluation et de normalisation du transport et du sauvetage (EENTS) doit passer en revue les parties du SMM et du MOA consacrées aux mesures de sécurité à l'entraînement des Tech SAR [3.2.3, 3.2.5]; et
- j. L'OSEM SAR et l'EENTS doivent examiner les conditions et les normes quant à l'utilisation d'un altimètre sonore et à sa capacité d'offrir un avertissement aux altitudes de décision critique [3.2.3].

#### **4.2. MESURE DE PRÉVENTION RECOMMANDÉE**

Sans objet.

#### **4.3. AUTRES MESURES DE PRÉVENTION RECOMMANDÉES**

4.3.1. La 1 DAC doit examiner et modifier, le cas échéant, les altitudes minimales de décision, puis de libération de la voile, en tenant compte des altitudes actuellement approuvées pour les opérations [3.1.22].

4.3.2. La 1 DAC doit évaluer officiellement le risque associé à l'utilisation du parachute CSAR 7(A) à une altitude inférieure à 2000 pi AGL pour déterminer si l'écart entre l'altitude minimale prescrite dans l'ITFC ou publiée par le fabricant d'origine et l'altitude minimale actuellement approuvée pour les sauts opérationnels est acceptable [3.1.22].

4.3.3. Les enquêtes sur la sécurité des vols effectuées à la suite d'accidents de parachutage sont menées dans des conditions difficiles à cause du manque de preuve fiable que peut examiner un enquêteur. Il est recommandé que les Tech SAR utilisent un dispositif d'enregistrement adéquat pour saisir toutes les données sur l'exécution d'un saut en parachute. En plus d'être utilisé aux fins de sécurité des vols, un tel dispositif pourrait aider aux séances d'information à l'intention des Tech SAR dans le cadre de programmes d'entraînement déterminés [3.1.6].

#### **4.4. COMMENTAIRES DU DIRECTEUR DES ENQUÊTES SUR LA NAVIGABILITÉ**

4.4.1. Il faut atteindre un équilibre délicat, et parfois difficile, entre les attentes opérationnelles et les demandes placées sur notre personnel SAR. L'Aviation royale canadienne accepte les risques potentiels et expose notre personnel à ceux-ci dans l'exécution des tâches ainsi attribuées. Le parachutage est une compétence fondamentale que nos Tech SAR doivent maintenir, mais de par sa nature même, le parachutage comprend des risques inhérents et reconnus. Grâce à un équipement adéquat, des procédures appropriées et un entraînement rigoureux, ces risques inhérents sont atténués dans toute la mesure du possible. Il est également reconnu que l'être humain pris dans une situation très stressante peut, sans le vouloir, devenir obnubilé par l'action prévue au détriment de la conscience de la situation dans son ensemble. Il semble que c'est ce qui s'est produit dans le cadre du présent événement. Néanmoins, je crois que ce tragique accident aurait pu être évité, bien que ce soit le premier du genre avec un parachute CSAR-7(A). Par l'amélioration de l'entraînement et l'utilisation d'aides technologiques potentielle, nous pouvons poser des gestes concrets pour éviter qu'un tel événement se reproduise.

4.4.2. En conclusion, si l'Aviation royale canadienne doit utiliser son équipement sans respecter les limites du fabricant d'origine pour répondre aux besoins opérationnels, il faut alors bien examiner et accepter les risques qui y sont associés, s'il y en a. En outre, il peut être nécessaire de modifier notre programme d'entraînement et nos procédures pour tenir compte des sauts exécutés à basse altitude.

Colonel J. Alexander  
Directeur des enquêtes sur la navigabilité

Annexe A  
1010-CC130-172304 (DSV 2-7)  
24 janvier 2018

## **ANNEXE A – ABRÉVIATIONS**

<u>Abréviation</u>	<u>Signification</u>
1 DAC	..... 1 <sup>re</sup> Division aérienne du Canada
435 ETS	..... 435 <sup>e</sup> Escadron de Transport et de sauvetage
AEN	..... Autorité des enquêtes sur la navigabilité
AGL	..... au-dessus du sol
AMAL	..... acceptation de la mission et autorisation de lancement
Aut NO	..... autorisation de navigabilité opérationnelle
Aut NT	..... autorisation de navigabilité technique
AWOS	..... station automatisée d'observation météorologique
CE	..... chef d'équipe
CNRC	..... Conseil national de recherche du Canada
CSAR	..... (élément) canadien de recherche et de sauvetage
CVR	..... enregistreur de la parole dans le poste de pilotage
CYPRES	..... déclencheur cybernétique militaire de parachute
CYQV	..... aéroport de Yorkton
DDEP SAR	..... dispositif de délestage d'équipement personnel de recherche et de sauvetage
DOA	..... dispositif d'ouverture automatique

Annexe A  
1010-CC130-172304 (DSV 2-7)  
24 janvier 2018

<u>Abréviation</u>	<u>Signification</u>
EENTS	.....Équipe d'évaluation et de normalisation du transport et du sauvetage
EOE	.....Essais opérationnels et évaluation
ERSFC	.....École de recherche et de sauvetage des Forces canadiennes
FAC	.....Forces armées canadiennes
FDR	.....enregistreur de données de vol
HNC	.....heure normal du Centre
ITFC	.....Instruction technique des Forces canadiennes
KIAS	.....vitesse indiquée en nœuds
ME	.....membre d'équipe
MOA	.....Manuel des opérations aériennes
MSL	.....niveau moyen de la mer
nm	.....mille marin
°C	.....degrés Celsius
OSCA	.....officier de systèmes de combat aérien
OSEM	.....officier supérieur d'état-major
pi	.....pieds
RARM	.....Registre de gestion des risques pour la navigabilité

Annexe A  
1010-CC130-172304 (DSV 2-7)  
24 janvier 2018

<u>Abréviation</u>	<u>Signification</u>
RCR	.....réanimation cardiorespiratoire
SAR	.....recherche et sauvetage
SGISV	.....Système de gestion de l'information liée à la sécurité des vols
SMM	..... <i>Standard Manoeuvre Manual</i>
SMU	.....services médicaux d'urgence
SOA	.....sangle d'ouverture automatique
SOAS	.....sangle d'ouverture automatique du parachute de secours
Tech SAR	.....technicien en recherche et sauvetage
VHF	.....très haute fréquence

Annexe B  
1010-CC130-172304 (DSV 2-7)  
24 janvier 2018

**ANNEXE B – FIGURES ET TABLEAU**

Figure 1 : Zone de l'accident (carte issue de l'application Google Maps) .....	2
Figure 2 : Voilure et harnais du ME toujours sur place, vus du sud-est. ....	4
Figure 3 : Schéma de la voilure principale CSAR 7(A) .....	10
Figure 4 : Sac-harnais CSAR 7(A) .....	12
Figure 5: Le DDEP SAR attaché et largué.....	15
Figure 6 : Altimètre-bracelet du parachutiste .....	19
Tableau 1 : Renseignements sur le personnel.....	5