Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Bureau enquêtes accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'État

Rapport d'enquête de sécurité

S-2019-07-I

Date de l'évènement	17 juin 2019
Lieu	Goulet du Pontet (Haute-Savoie)
Type d'appareil	EC 145
Organisme	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises

BEA-É

AVERTISSEMENT

UTILISATION DU RAPPORT

L'unique objectif de l'enquête de sécurité est la prévention des accidents et incidents sans détermination des fautes ou des responsabilités. L'établissement des causes n'implique pas la détermination d'une responsabilité administrative civile ou pénale. Dès lors, toute utilisation totale ou partielle du présent rapport à d'autres fins que son but de sécurité est contraire à l'esprit des lois et des règlements et relève de la responsabilité de son utilisateur.

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'évènement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'identification et l'analyse des causes de l'évènement font l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes retenues.
Le BEA-É formule ses recommandations de sécurité dans le quatrième et dernier chapitre.

Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure légale française.

CRÉDITS

	BEA-É	Page de garde
Figure 1	RESEDA	8
Figure 2	Carte IGN annotée par BEA-É	8
Figures 3 à 6	BEA-É	11 à 13
Figure 7	DGA TA	15
Figure 8	BEA-É	16
Figure 9	BEA-É	17
Figure 10	ESME SUDRIA	18

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE 4
SYNOPSIS..... 5
1. Renseignements de base 7
1.1 Déroulement du vol..... 7
1.2 Dommages corporels..... 9
1.3 Dommages à l'aéronef 9
1.4 Renseignements sur l'équipage..... 9
1.5 Renseignements sur l'aéronef..... 10
1.6 Conditions météorologiques 11
1.7 Aide à la navigation 11
1.8 Télécommunications 11
1.9 Enregistreurs de bord..... 11
1.10 Constatations sur l'aéronef et sur la zone de l'incident 11
1.11 Renseignements médicaux..... 14
1.12 Essais et recherches 14
1.13 Renseignements sur les organismes..... 14
2 Analyse..... 15
2.1 Expertises 15
2.2 Séquence de l'évènement..... 19
2.3 Recherche des causes de l'évènement..... 20
2.4 Éléments n'ayant pas un lien direct avec l'incident..... 23
3 Conclusion 25
3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement 25
3.2 Causes de l'évènement 25
3.3 Poursuite de la mission..... 25
4 Recommandations de sécurité 27
4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement 27
4.2 Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement 28

GLOSSAIRE

ANTARES	Adaptation nationale des transmissions aux risques et aux secours
BH74	Base d'hélicoptères de la sécurité civile d'Annecy
CAG VFR	Circulation aérienne générale — *visual flight rules* — règles de vol à vue
CEMPN	Centre d'expertise médicale du personnel navigant
CODIS	Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours
DGA	Direction générale de l'armement
DGA EP	Direction générale de l'armement — Essais propulseurs
DGA TA	Direction générale de l'armement — Techniques aéronautiques
DGSCGC	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
GHSC	Groupement d'hélicoptères de la sécurité civile
GMSP	Groupe montagne sapeurs-pompiers
GPS	*Global positioning system* - système mondial de positionnement par satellite
HUMS	*Health, usage and monitoring system* – système de surveillance de l'emploi et de la santé d'un aéronef
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
kt	*Knots* - nœuds, 1 nœud vaut 1,852 km/h
MOB	Mécanicien opérateur de bord
MTI	Division d'investigations suite à accident ou incident
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
RESEDA	Restitution des enregistreurs de données d'accidents
PGHM	Peloton de gendarmerie de haute montagne
SDIS	Service départemental d'incendie et de secours
VHF	*Very high frequency* – très haute fréquence

SYNOPSIS

Date et heure de l'évènement : 17 juin 2019 à 19h09
Lieu de l'évènement : Goulet du Pontet (Haute-Savoie)
Organisme : direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC)
Commandement organique : groupement d'hélicoptères de la sécurité civile (GHSC)
Unité : base d'hélicoptères d'Annecy (BH74)
Aéronef : EC 145 n° 9016, immatriculé F-ZBPI
Nature du vol : mission de secours en montagne
Nombre de personnes à bord : 2

Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Au cours d'une opération de secours en montagne pour récupérer deux randonneurs bloqués dans le Goulet du Pontet, l'équipage de DRAGON 74 se présente pour un « appui-patin[1] ». En courte finale, l'équipage entend un bruit de frottement. Le pilote s'écarte sur sa droite et poursuit le sauvetage par hélitreuillage des personnes sur zone. Il dépose ensuite les randonneurs sur le lieu-dit Montmin et retourne à sa base.

Une fois posé, l'équipage constate alors que le rotor principal est endommagé.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'État (BEA-É) ;
- un directeur d'enquête de sécurité adjoint BEA-É ;
- un médecin breveté supérieur de médecine aéronautique ;
- un pilote ayant une expertise sur EC 145 ;
- un mécanicien ayant une expertise sur EC 145.

Autres experts consultés

- direction générale de l'armement — Essais propulseurs (DGA EP)/restitution des enregistreurs de données d'accidents (RESEDA) ;
- direction générale de l'armement — Techniques aéronautiques (DGA TA)/division d'investigations suite à accident ou incident (MTI) ;
- Météo-France.

[1] L'appui-patin est une manœuvre consistant à prendre appui sur le sol avec un patin afin de stabiliser l'appareil et permettre l'embarquement ou le débarquement.

PAS DE TEXTE

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Mission

Indicatif : DRAGON 74
Type de vol : circulation aérienne générale - règles de vol à vue (CAG VFR)
Type de mission : secours en montagne
Dernier point de départ : aéroport d'Annecy Haute-Savoie Mont-Blanc (LFLP)
Heure de départ : 18h59
Point d'atterrissage prévu : aéroport d'Annecy Haute-Savoie Mont-Blanc (LFLP)

1.1.2 Déroulement

1.1.2.1 Contexte

Depuis 9 heures le matin, DRAGON 74 a effectué trois missions opérationnelles dans le cadre du plan de secours en montagne. Ce type de mission est régulièrement commandé par le centre opérationnel départemental d'incendie et de secours (CODIS). Le rythme de l'activité est standard et il a été faible les jours précédents. L'équipage du DRAGON 74 a commencé son tour de permanence 48 heures auparavant. Il se compose d'un pilote commandant de bord qualifié montagne, d'un mécanicien opérateur de bord (MOB) qualifié treuillage en montagne, et en fonction de la mission de deux secouristes, d'un infirmier et d'un médecin. Le binôme de secouristes comprend un militaire du peloton de gendarmerie de haute montagne (PGHM) d'Annecy et un personnel du groupe montagne sapeurs-pompiers (GMSP 74) du service départemental d'incendie et de secours d'Annecy (SDIS 74). Le jour de l'incident, le chef de caravane[2] est le gendarme.
La mission de secours est déclenchée en début de soirée par le CODIS qui transmet une fiche d'alerte à la BH74 précisant les éléments suivants : accident de randonnée pédestre, sommet pointe de la Beccaz (Talloires-Montmin) avec les coordonnées GPS du lieu.

1.1.2.2 Préparation du vol

La définition de l'équipage pour cette intervention a été faite en concertation avec le chef de caravane et seul le binôme de secouristes a été retenu. Les randonneurs n'ont pas besoin d'assistance médicale immédiate.
La zone d'intervention est bien connue de l'équipage et la météo est très bonne sur l'aéroport d'Annecy avec une visibilité dégagée à plus de 10 kilomètres.

1.1.2.3 Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'évènement

DRAGON 74 décolle de l'aéroport d'Annecy à 18h59 et se rend directement sur les coordonnées transmises par le CODIS en longeant le lac d'Annecy. À 19h06, DRAGON 74 est à la verticale du point de rendez-vous et repère rapidement les deux randonneurs qui attendent au-dessus de la cascade de glace du Pontet.

1.1.2.4 Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

Après avoir hésité à réaliser la récupération des randonneurs par hélitreuillage, l'équipage s'accorde sur le choix de la procédure appui-patin. Le pilote a repéré une zone herbeuse qui convient à la manœuvre, en amont des randonneurs. DRAGON 74 exécute un premier appui-patin et débarque les deux secouristes. Au moment où l'hélicoptère redécolle, les randonneurs se précipitent vers les secouristes qui les sécurisent. Par radio, le chef de caravane rappelle DRAGON 74 qui se prépare pour un second appui-patin. Moins d'une minute s'écoule entre les deux approches.
Lorsque DRAGON 74 se présente pour le second appui-patin, l'équipage entend un bruit au niveau des pales du rotor principal. Le pilote interrompt son approche, s'écarte immédiatement et, en stationnaire, vérifie les paramètres de l'hélicoptère. Ne constatant pas de vibration particulière et les paramètres étant conformes, le pilote décide de poursuivre la mission et de récupérer les secouristes ainsi que les randonneurs par hélitreuillage.

[2] Le chef de caravane désigne le secouriste responsable des opérations au sol.

Après avoir atterri sur un champ de Montmin, rotor tournant, et déposé les randonneurs, DRAGON 74 retourne à sa base sans vérification supplémentaire. Lors de la visite après vol, l'équipage constate que le rotor principal de l'hélicoptère est endommagé.

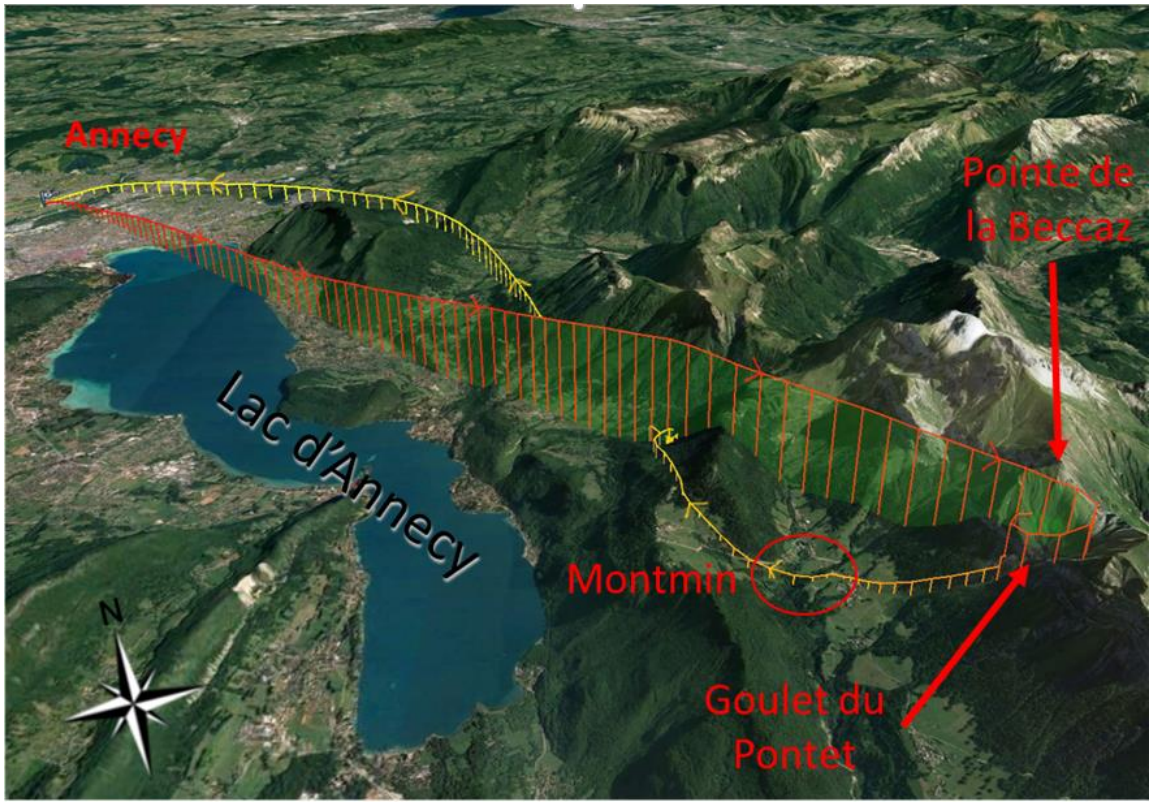


Figure 1 : trajectoire de la mission

1.1.3 Localisation

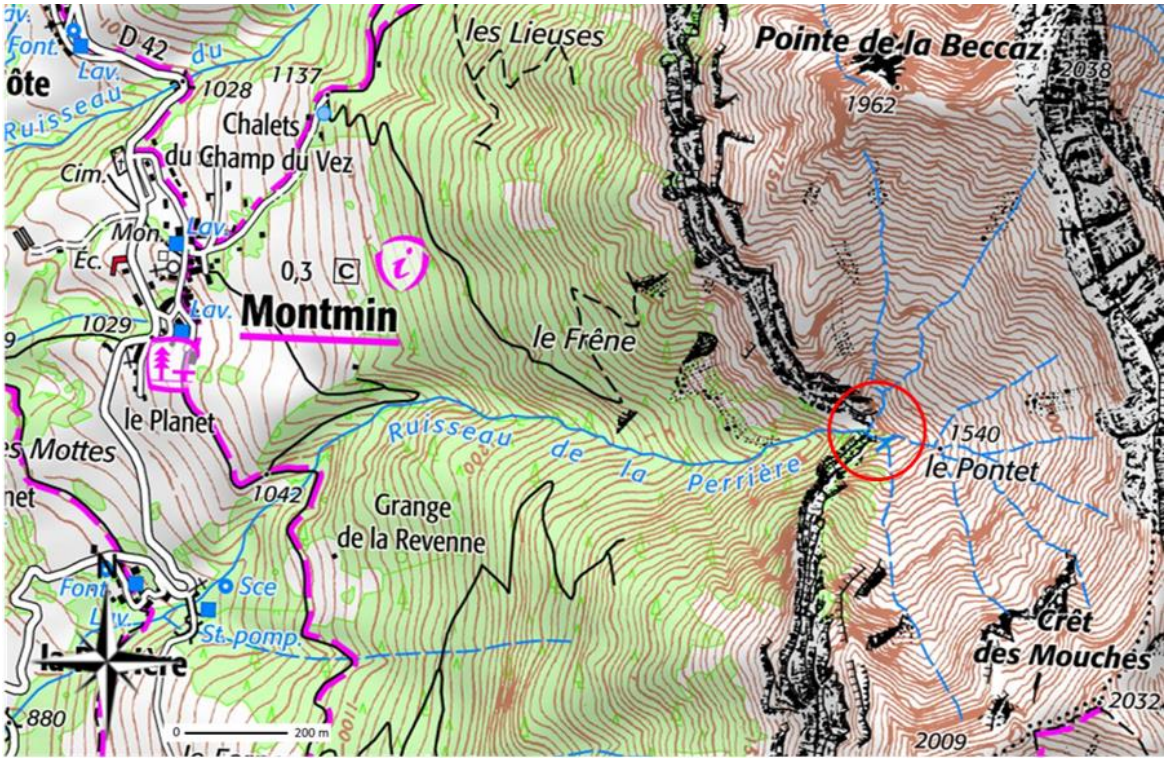


Figure 2 : localisation de l'évènement

- Lieu :
  - pays : France
  - département : Haute-Savoie
  - commune : Talloires-Montmin
  - coordonnées géographiques : N 45°48’3’’ – E 006°16’56,5’’
  - altitude du lieu de l’évènement : 1 500 mètres
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l’évènement : aéroport d’Annecy Haute-Savoie Mont-Blanc (LFLP)

1.2 Dommages corporels

Néant.

1.3 Dommages à l’aéronef

Le DRAGON 74 est endommagé au niveau du rotor principal.

1.4 Renseignements sur l’équipage

1.4.1 Membres d’équipages de conduite

Pilote commandant de bord

- Âge : 54 ans
- Unité d’affectation : BH74
- Fonction dans l’unité : pilote opérationnel sur EC 145 et pilote instructeur
- Formation : école de l’aviation légère de l’armée de terre
  - qualification : haute-montagne à Chamonix
  - école de spécialisation : centre de formation du GHSC de Nîmes
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	EC 145	sur tout type	EC 145	sur tout type	EC 145
Total (h)	8 662	4 220	125	125	20	20

- Date du précédent vol : le jour même

1.4.1.1 MOB

- Âge : 40 ans
- Unité d’affectation : BH74
- Fonction dans l’unité : MOB
- Formation : MOB EC 145 à Nîmes
  - qualification : formation spécialisée montagne à Chamonix
- Heures de vol comme MOB :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	EC 145	sur tout type	EC 145	sur tout type	EC 145
Total (h)	2 720	786	132	132	14	14

- Date du précédent vol : le jour même

1.4.2 Autres membres d'équipage

1.4.2.1 Secouriste gendarme

- Âge : 42 ans
- Unité d'affectation : PGHM d'Annecy
- Fonction dans l'unité : secouriste
- Qualification :
  - chef de caravane de secours
  - guide de haute montagne

1.4.2.2 Secouriste pompier

- Âge : 49 ans
- Unité d'affectation : GMSP 74
- Fonction dans l'unité : secouriste
- Qualification :
  - chef de caravane de secours
  - guide de haute montagne

1.5 Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : DGSCGC – GMA – groupement d'hélicoptères de la sécurité civile
- Aérodrome de stationnement : aéroport d'Annecy Haute-Savoie Mont-Blanc (LFLP)
- Unité d'affectation : BH74
- Type d'aéronef : BK117/EC 145
- Configuration :
  - version montagne (skis) ;
  - treuil à gauche.

	Type-série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	EC 145	9 016	7 882 h	VP[3] : 707
Moteur 1	ARRIEL 1 E2	18 876	4 033 h	VP : 710
Moteur 2	ARRIEL 1 E2	18 069	7 232 h	VP : 700

1.5.1 Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme au programme de maintenance en vigueur. L'aéronef est navigable.

1.5.2 Performance

Les performances de l'aéronef dans les conditions du jour sont compatibles avec la mission.

1.5.3 Masse et centrage

La masse au décollage d'Annecy est de 3 050 kg pour une masse maximale de 3 585 kg suivant le manuel de vol. La masse estimée au moment de l'évènement est de 2 810 kg. Le centrage est dans les normes.
Aucun dépassement de performances n'a été relevé.

1.5.4 Carburant

- Type de carburant utilisé : F-34
- Quantité de carburant au décollage : 350 kg
- Quantité de carburant estimée au moment de l'évènement : 310 kg

[3] Visite périodique.

1.6 Conditions météorologiques

1.6.1 Prévisions

Pour estimer les conditions météorologiques sur le lieu de la mission de secours, l'équipage se réfère aux données de l'aéroport d'Annecy. Bien qu'en situation orageuse au sud de la pointe de la Beccaz, la journée est annoncée très belle, bien dégagée avec peu de vent.

1.6.2 Observations

La météo est conforme aux prévisions : vent de nord-ouest moyen faible de 5 à 10 kt jusqu'à 15 kt en rafale avec une visibilité de plus de 10 kilomètres.

1.7 Aide à la navigation

Le pilote a utilisé le système de navigation de l'hélicoptère pour localiser les randonneurs dans le Goulet du Pontet à partir des coordonnées GPS transmises par le CODIS.

1.8 Télécommunications

DRAGON 74 est équipé de radiocommunications aéronautiques VHF. Il est en contact avec la tour d'Annecy au décollage et au retour de la mission. Pendant la suite du vol, il est en auto-information sur la fréquence montagne. DRAGON 74 reste en contact avec le CODIS via le système Antares[4]. Une radio tactique autonome assure les communications avec les secouristes au sol.
Tous les équipements de télécommunication à bord de l'appareil fonctionnent correctement.

1.9 Enregistreurs de bord

L'EC 145 est équipé :
- d'un enregistreur de voix et de données de vol de marque Honeywell ;
- d'un enregistreur de données de maintenance, le système HUMS[5] (*health, usage and monitoring system*).

Toutes les données ont été récupérées et sont exploitables.

1.10 Constatations sur l'aéronef et sur la zone de l'incident

1.10.1 Examen de l'aéronef

Des traces de végétation sont observées sur les quatre pales du rotor principal.

Figure 3 : traces de végétation sur bord d'attaque

[4] Antares est un réseau de télécommunications numérique dédié aux missions de sécurité civile.
[5] Le système HUMS assure la surveillance de l'état du système en temps réel, et permet le suivi des paramètres de maintenance et le vieillissement de l'aéronef.

Un impact pénétrant est visible sur la pale jaune.

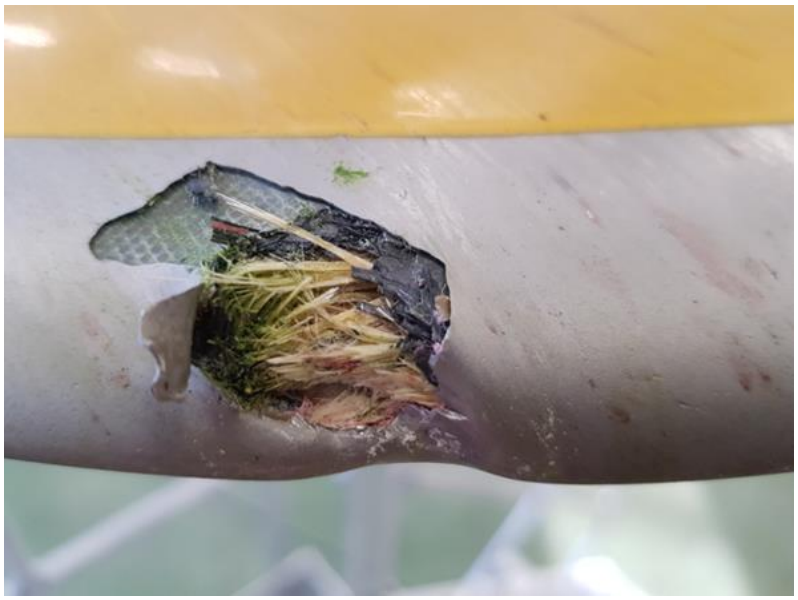


Figure 4 : impact sur l'extrados de la pale jaune

1.10.2 Examen de la zone de l'incident

Le lieu de l'incident se situe au sud de la pointe de la Beccaz, dans le Goulet du Pontet, sur une zone herbeuse en dévers de 45° à flanc de muraille. La zone est longue d'une quinzaine de mètres. Deux arbustes de plus de deux mètres se trouvent sur la partie haute de la zone. Sur le sol, on trouve de nombreuses branches coupées bien sèches.

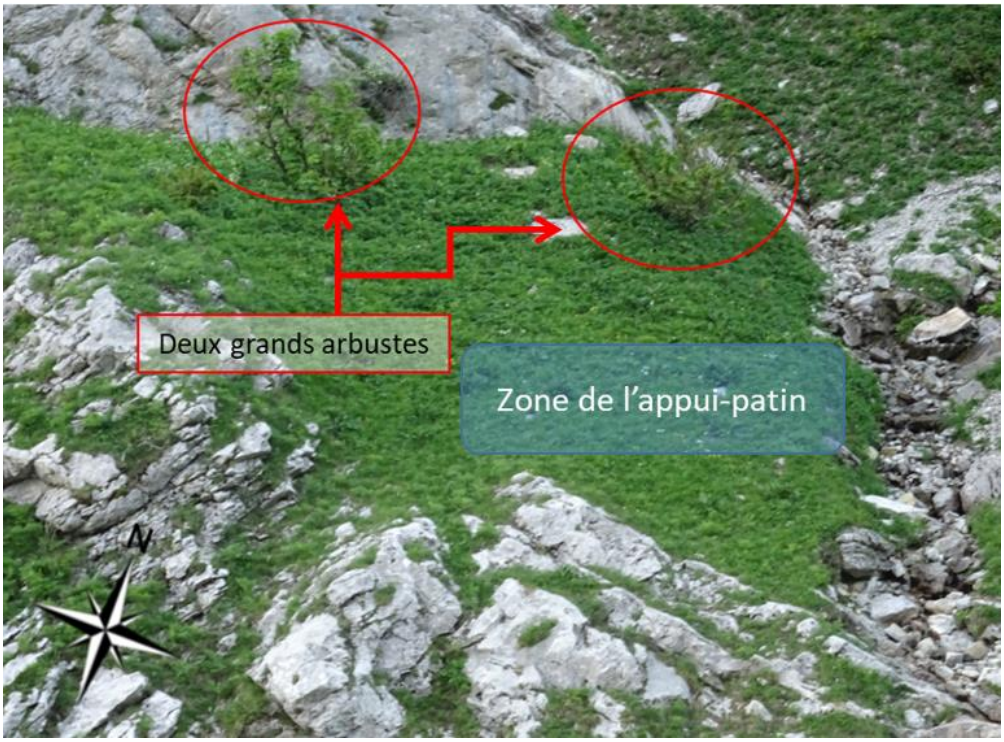


Figure 5 : zone de l'incident

Figure 6 : clichés des arbustes

L'examen des arbustes n'a pas mis en évidence de branche coupée. Toutefois, de nombreuses branches arrachées et grignotées sont présentes dans toute la zone de végétation.

1.11 Renseignements médicaux

1.11.1 Pilote commandant de bord

- Dernier examen médical : 16 mai 2019 au centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN) de Toulon
  - type : Classe 1 pilote hélicoptère monopilote
  - résultat : apte 6 mois
- Examens biologiques : non effectués
- Blessure : aucune

1.11.2 MOB

- Dernier examen médical : 22 mai 2019 au CEMPN de Toulon
  - type : personnel navigant commercial
  - résultat : apte 24 mois
- Examens biologiques : non effectués
- Blessure : aucune

1.12 Essais et recherches

L'exploitation des données de l'enregistreur de vol a été réalisée par le service RESEDA de DGA EP.
Une analyse des facteurs organisationnels et humains a été réalisée par le BEA-É.
L'expertise de la pale percée par l'impact a été réalisée par DGA TA.

1.13 Renseignements sur les organismes

Les aéronefs de la sécurité civile sont regroupés au sein du groupement des moyens aériens de la sécurité civile. Celui-ci se compose :
- d'un échelon central de direction et de coordination ;
- du groupement d'avions de la sécurité civile ;
- du GHSC.

Le GHSC comprend un échelon central qui assure la coordination et la mise en condition des moyens alloués aux bases d'hélicoptères. Son autorité s'exerce sur 23 bases (sites permanents) et cinq détachements saisonniers.
Le GHSC met en œuvre 35 hélicoptères de type EC 145. L'appareil est employé au sein de la sécurité civile depuis 2002. La BH74 est basée à l'aéroport d'Annecy depuis le 1er avril 1964. L'unité est composée de onze membres d'équipage à l'année : cinq pilotes et six mécaniciens qui appartiennent à la sécurité civile. Elle dispose de deux hélicoptères qui interviennent pour tout type d'accident, opérations de secours en milieu périlleux, évacuations sanitaires d'urgence, reconnaissance. La caravane de secours est pourvue par du personnel extérieur appelé équipier ou partenaire. La médicalisation de l'hélicoptère est assurée par des médecins urgentistes et des infirmiers placés sous la responsabilité du service d'aide médicale urgente de Haute-Savoie. Les sauveteurs spécialisés sont issus du SDIS 74 et du PGHM (Chamonix et Annecy). La BH74 tient l'alerte à Chamonix en alternance avec la section aérienne de gendarmerie de Chamonix.

2 Analyse

2.1 Expertises

2.1.1 Expertise de l'enregistrement de paramètres

D'après les témoignages des membres de l'équipage de DRAGON 74, aucun problème technique n'a été identifié avant l'incident. L'exploitation de l'enregistreur de paramètres confirme le fonctionnement nominal de la machine. Au moment du heurt, le régime rotor est resté constant autour de 102 %. La seule variation du régime, inférieure à 1 %, est imputable à la régulation moteur/rotor et est visible durant toute la partie du vol stationnaire.
Après l'échange des pales du rotor et les vérifications préconisées par le constructeur dans de telles circonstances, l'aéronef a été remis en ligne de vol sans rencontrer de problème particulier.

Aucun problème technique n'est à l'origine de l'incident.

2.1.2 Expertise de la pale impactée du rotor principal

La pale jaune du rotor principal de DRAGON 74 a été envoyée à DGA TA pour expertise. Deux échantillons ont été prélevés sur sa surface ; un résidu de couleur verte et un éclat dans l'orifice. Les résultats des analyses spectrographiques ont conclu que le dépôt vert est d'origine végétale et que l'éclat est un morceau en composite de la pale, constitué de résine époxy et de fibres de verre. L'impact a donc mis à nu la fibre de verre qui compose le matériau de la pale. Les traces vertes présentes autour et dans l'impact sont d'origine végétale, riches en chlorophylle. Le heurt par un élément de nature végétale est bien confirmé.
Le paragraphe 1.10.2 précise que l'examen de la zone de l'incident a permis d'identifier de nombreuses branches cassées dans les arbustes et des branches mortes sur le sol.

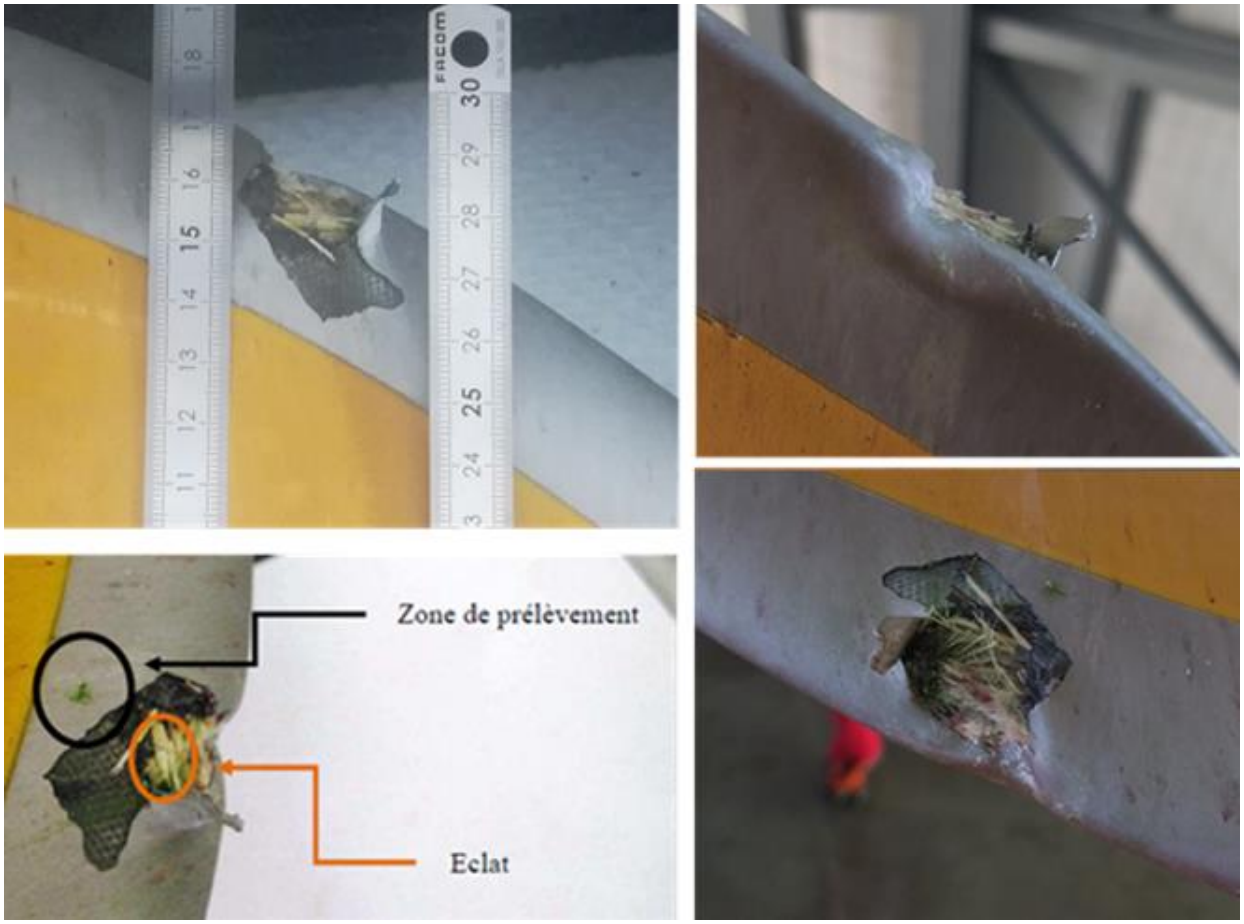


Figure 7 : intrados et extrados de la pale

L'impact sur la pale jaune est pénétrant et traverse plusieurs drapages en composite sur quelques millimètres de profondeur au niveau de l'extrados[6]. Il mesure un centimètre de large et deux centimètres de long sur le bord d'attaque à quinze centimètres de l'extrémité de la pale. La partie intrados[7] ne présente pas d'impact et elle est bien déformée.

Une branche a heurté le rotor principal sur l'extrados de la pale jaune.

2.1.3 Expertise du lieu de l'incident

La zone d'appui-patin est une pente herbeuse de 45° en flanc de montagne. Cette zone est suffisamment large pour la réalisation d'un appui-patin d'un EC 145. Les deux grands arbustes présents sur la zone sont situés sur sa partie supérieure. La reconstitution de l'évolution de DRAGON 74, qui s'appuie sur les témoignages de l'équipage et le relevé GPS du système de navigation, a mis en évidence que la distance entre les pales du rotor principal et les arbustes est d'environ un mètre. Durant l'intervention, le MOB se trouvait sur le côté gauche. Il avait une vue dégagée sur le site et pouvait parfaitement juger des distances et assurer la sécurité.
Par ailleurs, l'examen des arbustes n'a pas mis en évidence de branche coupée nette notamment en périphérie des plantes.
Ces éléments confirment que le rotor principal n'a pas directement touché les arbustes du site.

Figure 8 : zone de l'incident avec un EC 145 à l'échelle

L'hypothèse d'un heurt direct d'arbuste n'est pas retenue.

Lors du survol de repérage du site par l'équipe d'enquête, le souffle du rotor a secoué fortement les arbustes. Par ailleurs, de nombreuses branches cassées et sèches ont été retrouvées sur le sol, recouvertes par la végétation. Ces branches sèches n'ont pas été déplacées par le souffle du rotor. L'examen des arbustes a mis

[6] Extrados : surface supérieure d'une aile d'avion ou d'une pale d'un hélicoptère.
[7] Intrados : surface inférieure d'une aile d'avion ou d'une pale d'un hélicoptère.

en évidence de nombreuses branches partiellement cassées et grignotées. Durant l'entretien, le chef de caravane de l'équipage a expliqué que les avalanches tardives de la semaine précédant l'incident ont fragilisé les branches des arbustes et que le grignotage est l'œuvre d'animaux qui se nourrissent de l'écorce des branches.
Au cours de la reconnaissance sur le site, l'équipe d'investigation n'a pas trouvé de branche feuillue cassée, reposant sur le sol. Cependant, le souffle de l'hélicoptère très important a probablement fait voler les éventuelles branches feuillues encore présentes sur site.

Sur le site, au moment de l'incident, des branches feuillues étaient fragilisées voire cassées à proximité des arbustes.

2.1.4 Expertise de l'enregistreur de voix.

Un impact du rotor avec la végétation est identifiable durant l'écoute de l'enregistreur de voix, au moment précis de l'évènement, à 19h08'55''. Une plage de son de 350 ms est représentée par son spectre sonore sur la figure 9. On y distingue parfaitement six impacts dont l'intensité sonore est proportionnelle à l'énergie du choc.
Le régime du rotor principal était au moment de l'impact à 102,6%, soit 380 tours par minute, un tour en 158 ms ou un passage de pale toutes les 39,4 ms. L'analyse du spectre sonore permet d'identifier un impact toutes les 40 ms, excepté après le troisième et le cinquième contact. Cela indique que pour ces deux cas, une pale n'a pas été touchée par la branche.

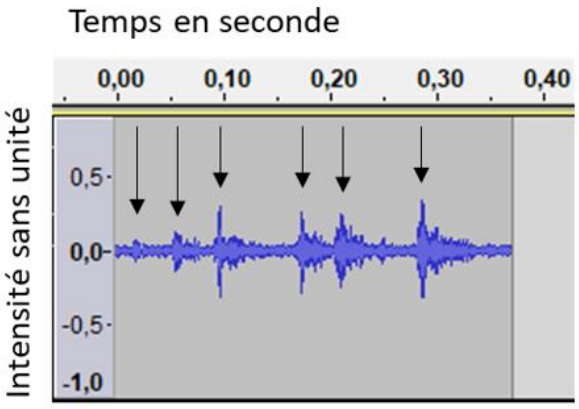


Figure 9 : spectre sonore du heurt

Le heurt de végétation a été bref : durant ces 350 ms, DRAGON 74 était en vol quasi stationnaire et presque immobile, à quelques centimètres de l'appui-patin. Les différents chocs semblent indiquer des rebonds sur les pales. Un seul impact pénétrant, un temps bref et de faibles dégâts constatés sur le rotor principal confirment l'hypothèse d'un heurt par une unique branche.
Ainsi, en s'appuyant sur le constat du paragraphe précédent (aucune pale n'a heurté directement un arbuste), cet enregistrement permet de conclure qu'une branche libre a rebondi sur le rotor principal plusieurs fois, pendant un temps très court.

Une branche a rebondi sur le rotor principal.

2.1.5 Tourbillons en bouts de pale

Le rotor principal de l'hélicoptère produit la poussée nécessaire à la portance de l'hélicoptère en créant d'importants mouvements d'air. Ces flux d'air, représentés sur les deux figures ci-dessous, génèrent en bout des pales des tourbillons d'air (vortex) qui restent présents malgré leur diminution due à l'effet de sol.
Lorsque DRAGON 74 se présente pour récupérer les randonneurs, les arbustes dont la distance avec l'extrémité des pales est estimée à environ un mètre se trouvent dans le flux de ce vortex.
La localisation de l'impact sur la pale jaune (extrados à quinze centimètres du bord) consolide le scénario d'aspiration d'une branche feuillue.

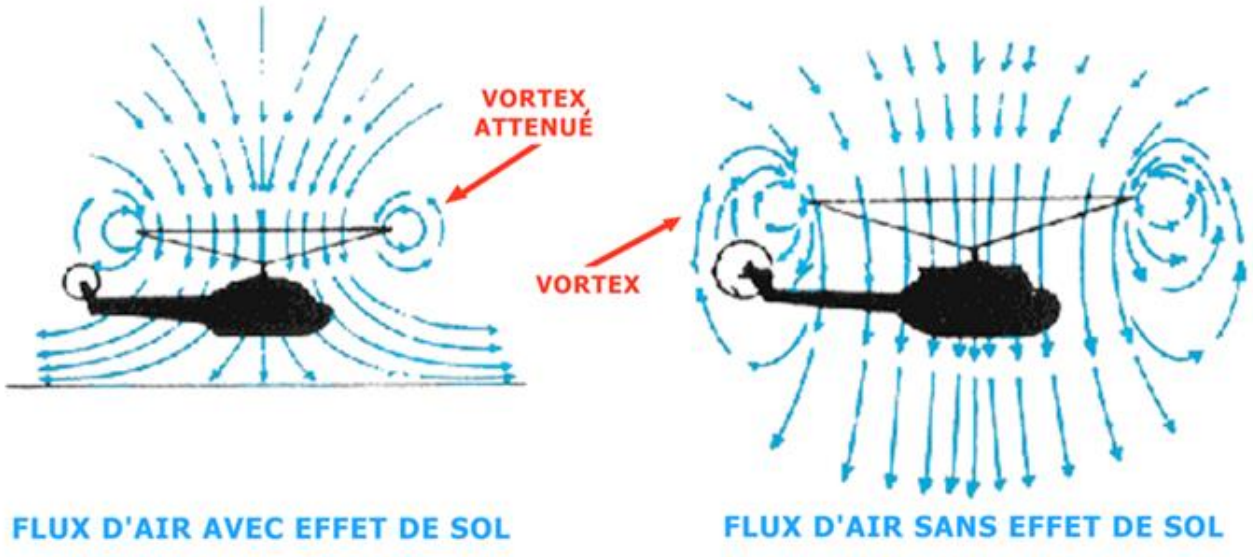
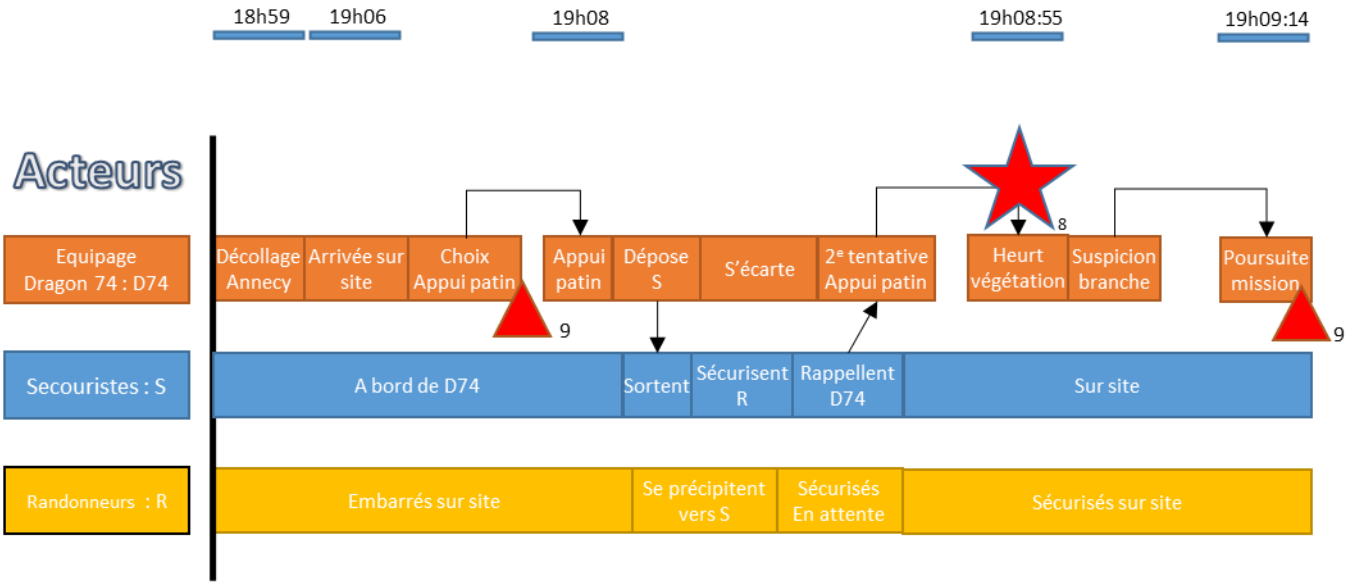
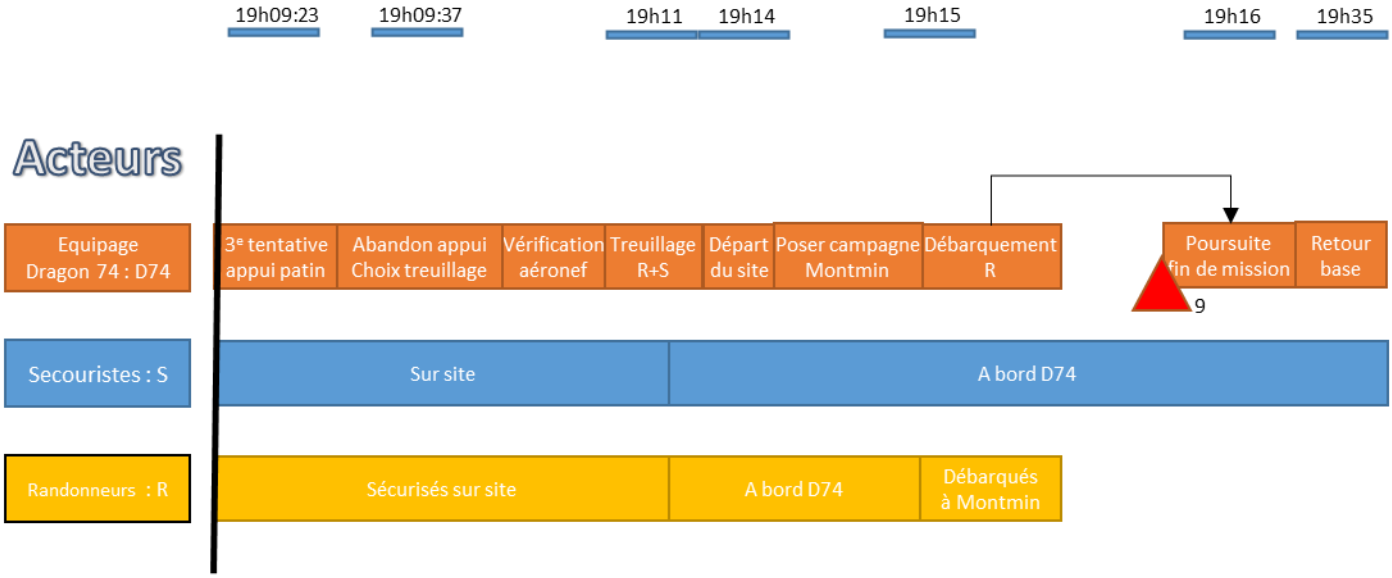


Figure 10 : schémas des vortex

Une branche feuillue a certainement été aspirée par le vortex en extrémité de pale et a été projetée sur le rotor principal.

2.2 Séquence de l'évènement





L'analyse de la séquence de l'incident met en évidence trois évènements de sécurité :

- le choix de la procédure « appui-patin » ;
- la décision de poursuivre la mission de secours ;
- la décision de rentrer à la base.

[8] ★ Incident aérien.

[9] ▲ Évènement de sécurité : évènement lié à l'utilisation d'un aéronef qui potentiellement compromet la sécurité de l'exploitation.

2.3 Recherche des causes de l'évènement

Les causes sont recherchées dans le domaine des facteurs organisationnels et humains suite aux résultats des expertises qui n'ont retenu aucune cause ni technique ni du domaine environnemental.

2.3.1 Contexte du vol

2.3.1.1 Nature du vol

À 18h48, une mission de secours est déclenchée pour récupérer deux randonneurs embarrés dans le Goulet du Pontet. Ces deux personnes ne peuvent plus progresser par leurs propres moyens sans se mettre en danger. Il n'y a pas d'urgence vitale, leur état de santé est bon et l'équipage décide de ne pas embarquer le médecin. À 18h55, l'équipage décolle. Malgré un décollage en moins de sept minutes, aucune urgence n'est ressentie par l'équipage. Ce type de secours est fréquent durant cette saison et l'équipage connait bien la zone. Il est déjà intervenu à plusieurs reprises pour des secours du même type.

Il s'agit d'une mission de secours routinière dans une zone connue de l'équipage.
Il n'y a aucune urgence vitale.

2.3.1.2 Profil de l'équipage

Le pilote commandant de bord a une expérience de plus de 8 600 heures de vol sur tout type d'appareil, dont près de la moitié sur EC 145. C'est un pilote particulièrement chevronné, en poste au sein de la sécurité civile depuis dix-sept ans et travaillant à la BH74 depuis 2004. Le MOB totalise 2 720 heures de vol sur tout type d'aéronef, dont 789 heures de vol sur EC 145. Il est MOB au sein de la sécurité civile depuis trois ans. Les deux secouristes sont qualifiés guides de haute montagne. Le jour de l'évènement, le chef de caravane est le militaire du PGHM. Il a quinze ans d'expérience en montagne, dont quatre ans à Annecy.

La composition et le profil de l'équipage sont en adéquation avec la mission. L'expérience de l'équipage est significative.

2.3.1.3 Fatigue de l'équipage

Dans les jours précédents l'évènement, l'équipage n'a pas connu une période d'alerte très dense. Le jour de l'incident, il a déjà réalisé trois secours, ce qui est standard pour une journée du mois de juin.

L'hypothèse qu'une charge de travail élevée soit à l'origine d'une fatigue de l'équipage n'est pas retenue.

2.3.1.4 Perception des caractéristiques environnementales

Les analyses ont montré qu'une branche feuillue a été aspirée par le souffle du rotor avant de retomber sur les pales. L'environnement où est effectué l'appui-patin est recouvert d'herbes denses, de feuilles et de petits bouts de bois. Dans une telle situation, le contraste de la branche avec son environnement est quasiment nul ; il est très difficile de détecter une branche cassée au sol recouverte de feuilles, ou pendante sur un arbuste.

Compte tenu des caractéristiques environnementales de la zone, la perception d'une branche cassée au sol ou sur un arbuste est très difficile.

2.3.2 Choix de la procédure « appui-patin »

L'évènement survient au cours de la quatrième mission de secours de la journée. Lors des trois précédentes missions, l'équipage a alterné les procédures de treuillage ou d'appui-patin en fonction des conditions rencontrées.
Lors de l'évènement, l'équipage décide d'effectuer un appui-patin au lieu d'un treuillage afin de :

- gagner en efficacité. En effet, la procédure appui-patin est une procédure standard très répandue dans le milieu des équipages de montagne car elle permet de gagner du temps pour le secours et assure une plus grande stabilité de l'aéronef ;
- réduire le temps d'exposition aux risques. En effet, les caractéristiques environnementales de la zone sont propices au souffle de pierre lors d'un treuillage qui prend plus de temps qu'un appui-patin ;
- limiter la demande de puissance. En effet, l'appui-patin permet de préserver la réserve de puissance. En réalisant un appui au sol, la puissance nécessaire est alors plus faible.

Les dimensions de la zone permettent la réalisation de la procédure appui-patin, qui est une procédure courante pour les équipages de montagne. Cette procédure fait partie des techniques du vol en montagne, maitrisées par les pilotes au même titre que le treuillage en altitude. Les échanges avec les pilotes de la BH74 montrent que cette procédure est préférée au treuillage quand la situation le permet. Au cours d'une année, les pilotes d'Annecy déclarent réaliser beaucoup plus d'appuis-patin que de treuillages.
L'appui-patin est détaillé dans le catalogue de techniques de travail en montagne dédié aux équipages et sert de référence à la formation des équipiers. Il n'y a pas d'instruction spécifique dans la documentation des équipiers[10].
La présence d'une végétation fragilisée, et donc d'éléments légers susceptibles de s'envoler avec le souffle du rotor, n'a pas été perçue ni prise en compte.
Le phénomène de vortex en bout de pale est connu des pilotes, mais rarement pris en compte dans leur choix. La documentation de la sécurité civile n'y fait pas référence.
La présence des arbustes dans les flux des tourbillons n'est pas un élément retenu dans le processus de choix de la procédure appui-patin. Pendant la première approche où la proximité des pales avec les arbustes est évidente, l'équipage ne prend pas conscience des risques liés à ce phénomène et ne subit aucune conséquence du vortex de bout de pale.

La décision de l'équipage d'effectuer un appui-patin plutôt qu'un treuillage correspond à une routine largement répandue dans le milieu des équipages de montagne. Faute d'avoir perçu la présence d'une végétation fragilisée ni considéré le phénomène de vortex en extrémité de pale, cette décision a été prise sans disposer de tous les éléments nécessaires et s'est trouvée confortée par l'absence de tout phénomène imprévu durant la première tentative.

2.3.3 Focalisation de l'attention et excès de confiance de l'équipage

2.3.3.1 Attention du MOB portée sur les personnes au sol

L'évènement survient lors de la phase de récupération. Le MOB doit diriger le pilote afin de poser l'hélicoptère au plus près des personnes au sol. Son attention est alors pleinement focalisée vers ces derniers. Le MOB ne peut donc pas assurer une surveillance totale de son environnement en même temps qu'il guide le pilote pour un atterrissage le plus précis possible. Compte tenu du faible contraste de la branche avec son environnement et de la focalisation d'attention du MOB sur les personnes au sol, il est très difficile pour lui de détecter la branche au sol ou sur les arbustes.

Lors du second appui-patin, le MOB a son attention focalisée sur les personnes au sol. Il n'effectue pas de surveillance fine de l'environnement.

[10] Les équipiers désignent spécifiquement les partenaires de la sécurité civile amenés à participer aux missions en hélicoptère : les secouristes et le personnel médical.

2.3.3.2 Excès de confiance de l'équipage

Ce type de mission est routinier pour les équipages de la sécurité civile d'Annecy. Par ailleurs, ce lieu est connu par l'équipage qui a déjà été amené à effectuer des secours à cet endroit.
Cette situation peut entraîner un sentiment de confiance voire d'excès de confiance pour un équipage expérimenté qui connait bien la zone. L'évènement survient lors de la phase de récupération, alors que l'équipage a déjà effectué un premier appui-patin au même endroit sans incident. En effet, une fois les secouristes déposés sur la montagne, les randonneurs sont venus jusqu'à eux. Les secouristes n'ont donc pas bougé de l'endroit où ils ont été déposés quelques instants auparavant. Ainsi, l'attention dirigée sur les personnes au sol lors du second appui-patin a entraîné une surveillance de l'environnement plus succincte de la part de l'équipage.

Le sentiment de confiance de l'équipage est à l'origine d'un report d'attention sur les personnes au sol au détriment du contrôle de leur environnement. Cet excès de confiance, même léger, renforcé par l'absence de tout phénomène parasite lors premier appui-patin, est un facteur contributif de l'évènement.

2.3.4 Vérification de la zone de poser par les secouristes

Les secouristes sont déposés sur zone et sécurisent les randonneurs en moins de 20 secondes. Immédiatement, le chef de caravane rappelle DRAGON 74. L'hélicoptère ayant déjà réalisé un appui-patin sur le site, les secouristes ne pensent pas à examiner la zone de secours pendant ce court instant. L'idée que l'environnement d'une aire de poser puisse être modifié entre deux phases de poser très rapprochées dans le temps (notamment par l'effet du souffle du rotor lors de la précédente approche) leur est totalement étrangère.
Or, le guide des procédures d'emploi de l'EC 145 à l'usage des équipiers du GHSC[11] rappelle que l'aire de poser ne doit pas présenter d'objet susceptible de s'envoler.

Au regard de la rapidité de la manœuvre, les secouristes de l'équipage n'ont pas vérifié la zone de poser avant de rappeler DRAGON 74.

2.3.5 Poursuite de la mission

2.3.5.1 Représentation erronée de la situation

L'enregistreur de voix met en évidence une réaction immédiate du pilote lorsqu'il entend un bruit anormal venant du rotor. Il décide d'interrompre l'appui-patin et se remet en stationnaire à distance des personnes à récupérer. Après quelques échanges, l'équipage conclut à un heurt de végétation avec les arbustes plus haut sans réelle certitude. Le bruit bref entendu rappelle au pilote une ancienne expérience où une couverture de survie avait volé dans les pales entraînant un bruit similaire et n'occasionnant quasiment aucun dégât sur les pales. Il est donc probable que, pour le pilote, cet incident ne remet pas en question la sécurité du vol. Il poursuit donc sa mission et se représente pour un nouvel appui-patin. Le MOB, probablement perturbé par l'incident, sans être capable de le verbaliser, rencontre alors des difficultés pour bien guider l'aéronef dans cette phase finale. Le pilote annule la procédure et bascule l'EC 145 en stationnaire.
Quelques instants sont nécessaires à l'analyse de la situation, les paramètres de vol sont cohérents. L'équipage ne constate aucune vibration particulière et décide de continuer la mission. Il récupère par treuillage l'ensemble des personnes au sol.
Les procédures établies par la sécurité civile dans les Consignes permanentes de sécurité aérienne du GHSC du 1er août 2013 précisent que : « Dès qu'un commandant de bord a un doute sur l'état de son hélicoptère (choc perçu en vol, dégradation des qualités de vol, collision aviaire, mauvaises indications instrumentales, etc.), il est tenu de se poser sur le terrain approprié le plus proche, voire de procéder à un poser en campagne et d'effectuer une inspection minutieuse de son appareil ».

[11] Édition V0.07 du 1er janvier 2018.

La zone de dépose utilisée par l'équipage pour débarquer les randonneurs se trouve à trente secondes de vol du site de l'incident, et la base d'Annecy à cinq minutes. À trois reprises, le pilote a continué la mission au lieu de procéder à la vérification de son hélicoptère, ou même de rentrer à la base. En outre, sur le trajet retour, l'équipage aperçoit une personne potentiellement en danger. Il envisage d'abord d'effectuer ce secours avant de renoncer par manque de matériel adéquat. Il contacte ensuite le CODIS pour les informer et se renseigner sur un éventuel secours déclenché. Alors qu'ils ont été victimes d'un évènement en vol, l'équipage envisage d'effectuer une deuxième mission.

L'équipage n'a jamais envisagé d'écourter le vol. Une représentation erronée de la situation en sous évaluant les dégâts éventuels sur le rotor a contribué à des prises de décisions qui ont augmenté le niveau de risque encouru d'abord par l'ensemble des passagers, puis par les quatre membres d'équipage entre le village de Montmin et Annecy.

2.3.5.2 Influence de la logistique sur la sécurité aérienne

Une fois treuillés, les randonneurs sont déposés au village de Montmin et l'équipage redécolle en direction de la base d'Annecy. Alors que DRAGON 74 était posé sur une zone dégagée du village, l'équipage prend la décision de redécoller sans couper les moteurs. À aucun moment, l'équipage n'a envisagé de réaliser l'inspection de l'EC 145. Ce sujet n'est même pas évoqué durant le vol de retour.
Le raisonnement est le suivant : si l'hélicoptère s'avère être endommagé, l'équipage devrait abandonner l'appareil sur place et rentrer par un autre moyen sur Annecy. Le dépannage d'un hélicoptère sur un terrain sommaire pose des contraintes logistiques que l'équipage refuse d'envisager. Le village de Montmin se trouve à quarante-cinq minutes par voie routière de la BH74 et la récupération du DRAGON 74 nécessiterait un transport spécifique.

Contrairement aux directives des Consignes permanentes de sécurité aérienne du GHSC, des arguments logistiques ont pu conduire le pilote à ne pas vérifier l'hélicoptère dès le premier poser à Montmin et à rentrer à la BH74.

2.4 Éléments n'ayant pas un lien direct avec l'incident

2.4.1 Documentation des équipages

L'enquête a révélé que la base d'Annecy n'utilise pas de manuel d'exploitation pour ses EC 145 contrairement à ce que préconise la réglementation européenne et que les consignes sont dispersées dans les différents documents suivants : Consignes permanentes de sécurité aérienne du GHSC, Consignes permanentes d'opération, Catalogue des techniques de travail en montagne EC 145, Consignes opérationnelles de l'EC 145. Cette dispersion de l'information nuit à la maitrise des normes d'exploitation par les équipages de la sécurité civile. Cette situation n'est pas propre à la BH74 mais concerne l'ensemble des bases d'hélicoptères.

La dispersion des consignes du GHSC dans plusieurs documents nuit à la maitrise des normes d'exploitation.

2.4.2 Documentation des équipiers

Le guide des procédures d'emploi de l'EC 145 à l'usage des équipiers du GHSC réserve un chapitre complet sur les procédures d'embarquement/débarquement. L'appui-patin n'est pas une procédure décrite dans ce guide.

La procédure appui-patin n'est pas décrite dans les procédures dédiées aux équipiers.

PAS DE TEXTE

3 Conclusion

L'évènement est un heurt de pale par une branche d'arbuste soulevée par le souffle du rotor principal.

3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement

Au cours d'une opération de secours en montagne, l'équipage d'un EC 145 de la base d'hélicoptère d'Annecy de la sécurité civile réalise un appui-patin pour récupérer deux randonneurs embarrés dans le Goulet du Pontet à une altitude de 1 500 mètres. La visibilité est très bonne et les conditions météorologiques sont favorables à l'exécution de la mission. Durant la seconde approche, le souffle important généré par le rotor principal fait s'envoler une branche d'arbuste qui retombe sur l'hélicoptère et endommage une pale. En raison d'une sous-évaluation des risques, l'équipage décide de poursuivre la mission et récupère par hélitreuillage les personnes sur zone. Il dépose ensuite les randonneurs sur le lieu-dit Montmin sans couper les moteurs, puis retourne à sa base.

3.2 Causes de l'évènement

Les causes de cet évènement relèvent du domaine des facteurs organisationnels et humains :

- la décision de l'équipage d'effectuer un appui-patin plutôt qu'un treuillage qui correspond à une routine largement répandue dans le milieu des équipages de montagne ; cette décision a été prise sans disposer de tous les éléments spécifiques au lieu choisi ;
- les caractéristiques environnementales de la zone qui n'ont pas permis à l'équipage de percevoir la présence d'une végétation fragilisée lors des manœuvres d'approche ;
- l'absence de prise en compte du phénomène de vortex d'extrémité de pale du rotor principal ;
- l'absence de vérification du bon dégagement de l'aire de poser par les secouristes lors du retour demandé à l'hélicoptère ;
- un défaut de surveillance de l'environnement lié à un 1er appui-patin réalisé sans encombre, situation générant un excès de confiance favorisant un report d'attention sur les personnes au sol sans autre vérification.

3.3 Poursuite de la mission

L'équipage n'a jamais envisagé d'écourter le vol ni de vérifier l'hélicoptère après le débarquement des randonneurs à Montmin. La sous-évaluation du risque et l'influence des arguments logistiques sur la sécurité aérienne ont conduit le pilote à poursuivre sa mission, augmentant le niveau d'exposition au danger pour l'équipage de bout en bout, pour les équipiers opérant en confiance et pour les randonneurs sur une très courte durée.

PAS DE TEXTE

4 Recommandations de sécurité

4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement

4.1.1 Phénomène de tourbillon en extrémité de pales

La branche à l'origine de l'incident a été mise en mouvement par les tourbillons d'extrémité des pales du rotor principal. La configuration particulière de la zone d'appui, en particulier la présence d'arbustes dans les vortex sont des éléments qui doivent être pris en compte dans le choix de la procédure de récupération des passagers. La procédure d'appui-patin comme celle du treuillage en montagne restent des opérations délicates et le choix final du commandant de bord relève d'une analyse globale des risques qui peut s'enrichir de garde-fous complémentaires.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à toutes les autorités d'emploi de sensibiliser leurs équipages d'hélicoptères, sur la base de ce rapport, aux risques que représentent les tourbillons en extrémité de pales à proximité des obstacles et à leur prise en compte dans les choix entre les différents modes d'action.

R1 - [S-2019-07-I] *Destinataires: DGSCGC-CEMAA-CEMAT-DGA EV-DGGN-CEMM*

à la DGSCGC de mettre à jour sa documentation pour rajouter le phénomène des tourbillons en extrémité de pales et détailler sa prise en compte dans les choix entre les modes d'action.

R2 - [S-2019-07-I] *Destinataire : DGSCGC*

4.1.2 Examen de la zone de poser

Durant l'opération de sauvetage, les secouristes qui étaient sur zone n'ont pas imaginé devoir vérifier l'environnement avant de rappeler l'hélicoptère.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à la DGSCGC d'insérer dans les procédures dédiées aux équipiers l'obligation de vérifier les abords de la zone de poser avant toute approche d'un hélicoptère, ou avant toute ré-approche, même rapide, y compris si une première approche s'est effectuée sans incident.

R3 - [S-2019-07-I] *Destinataire : DGSCGC*

Une recommandation sur le même thème a déjà été formulée par le BEA-É dans son rapport S-2017-10-I (R5).

4.1.3 Guide de procédure d'emploi de l'EC 145

La procédure d'appui-patin et les règles d'embarquement et de débarquement associées ne sont pas définies dans le guide des procédures d'emploi de l'EC 145 à l'usage des équipiers du GHSC.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à la DGSCGC de mettre à jour le guide des procédures d'emploi de l'EC 145 destiné aux équipiers pour y décrire la procédure d'appui-patin.

R4 - [S-2019-07-I] *Destinataire : DGSCGC*

4.2 Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement

4.2.1 Procédures d'urgence

L'équipage a décidé de poursuivre sa mission bien qu'il ait entendu un heurt dans le rotor. Cette volonté de se soustraire aux contraintes logistiques qu'implique un poser en campagne au détriment de la sécurité aérienne est un comportement récurrent au sein de la sécurité civile, alors qu'il constitue une source certaine d'accroissement des risques encourus.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à la DGSCGC de rappeler à ses équipages d'hélicoptère la nécessité de rejoindre sans délai le terrain le plus proche ou de se poser en campagne après toute collision avec un obstacle ou tout choc perçu en vol, en soulignant que l'évaluation exhaustive des dégâts réels est impossible en vol et que les conséquences d'un tel choc sont potentiellement catastrophiques.

R5 - [S-2019-07-I] *Destinataire : DGSCGC*

Une recommandation analogue a déjà été formulée par le BEA-É dans les rapports S-2019-04-I (R9), G-2009-01-I et S-2015-010-I (R7).

4.2.2 Documentation

L'enquête a mis en évidence une dispersion documentaire qui nuit à la maîtrise des normes d'exploitation des équipages du GHSC. Le règlement (UE) 2018/1139 du Parlement européen et du Conseil du 4 juillet 2018 et le règlement (UE) n° 965/2012 du 5 octobre 2012 imposent un manuel d'exploitation aux opérateurs aériens, notamment dans le cadre de services médicaux d'urgence par hélicoptère, d'opérations avec système d'imagerie nocturne ou d'opérations d'hélitreuillage. L'ensemble de l'aéronautique d'État s'est inspiré de cette réglementation pour se doter de manuels d'exploitation.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à la DGSCGC de mettre à disposition des équipages du GHSC un document de type manuel d'exploitation, comme il existe dans l'ensemble des flottes de l'aéronautique d'État.

R6 - [S-2019-07-I] *Destinataire : DGSCGC*