

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

Rapport d'enquête de sécurité



S-2019-04-I

Date de l'évènement

3 avril 2019

Lieu

Fond Bellemare (Martinique)

Type d'appareil

EC 145

Organisme

Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises

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 locale de la Martinique.

CRÉDITS

Figure 1	Alexandre Dubath vidéo de Marcel Vila	Page de garde 8 et 9
Figures 2 à 7	BEA-É	12 à 14
Figure 8	EDF-SEI	14
Figure 9	Google	15
Figure 10	CROSS AG	17
Figures 11 et 12	DGA TA/MTI	19
Figures 13 à 15	DGA EP/RESEDA	20 et 21
Figures 16 à 18	BEA-É	22 à 24
Figure 19	DGSCGC	26
Figure 20	IGN	27
Figures 21 à 23	DGSCGC	28 et 29
Figure 24	DGA EP/RESEDA et Google	30
Figure 25	DGSCGC	34

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. Autres dommages	10
1.5. Renseignements sur l'équipage.....	10
1.6. Renseignements sur l'aéronef.....	10
1.7. Conditions météorologiques	11
1.8. Aide à la navigation	12
1.9. Télécommunications	12
1.10. Enregistreurs de bord.....	12
1.11. Constatations sur l'aéronef et sur la zone de l'incident	12
1.12. Renseignements médicaux.....	15
1.13. Incendie	16
1.14. Questions relatives à la survie des occupants	16
1.15. Essais et recherches	16
1.16. Renseignements sur les organismes.....	16
1.17. Renseignements supplémentaires	17
2. Analyse.....	19
2.1. Expertises techniques.....	19
2.2. Séquence de l'évènement	22
2.3. Recherche des causes dans le domaine des facteurs organisationnels et humains	23
3. Conclusion	35
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement	35
3.2. Causes de l'évènement	35
4. Recommandation de sécurité.....	37
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement	37
4.2. Mesures n'ayant pas trait directement à l'évènement	39

GLOSSAIRE

BH972	Base d'hélicoptères de la sécurité civile de la Martinique
CODIS	Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours
CPSA	Consignes permanentes de sécurité aérienne
CROSS AG	Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage Antilles Guyane
CVFDR	<i>Cockpit voice and flight data recorder</i> – enregistreur de voix et de données de vol
DGA	Direction générale de l'armement
DGSCGC	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
EDF-SEI	Électricité de France - direction des systèmes énergétiques insulaires
ft	<i>Feet</i> – pieds, un pied vaut 30,48 cm
GHSC	Groupement d'hélicoptères de la sécurité civile
GMA	Groupement des moyens aériens de la sécurité civile
HUMS	<i>Health, usage and monitoring system</i> – système de surveillance de l'usage et de la santé d'un aéronef
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
kt	<i>Knots</i> – nœuds, un nœud vaut 1,852 km par heure
MOB	Mécanicien opérateur de bord
NM	<i>Nautical mile</i> – mille nautique, un mille nautique vaut 1,852 km
SDIS	Service départemental d'incendie et de secours
SIA	Service de l'information aéronautique
SH	Sauveteur hélicoptère
VHF	<i>Very high frequency</i> – très haute fréquence
VSAV	Véhicule de secours et d'aide aux victimes

SYNOPSIS

Date et heure de l'évènement : 3 avril 2019 à 15h16

Lieu de l'évènement : crique de Fond Bellemare, commune de Case-Pilote

Organisme : direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC)

Commandement organique : groupement des moyens aériens de la sécurité civile (GMA)

Unité : base d'hélicoptères de la Martinique (BH972)

Aéronef : BK117 « EC 145 » numéro 9372 immatriculé F-ZBQK

Nature du vol : mission de secours en mer

Nombre de personnes à bord : 4

Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Lors d'une mission de secours à une personne en difficulté en mer, l'équipage de l'EC 145 de la BH972 réalise un treuillage. Le pilote de l'hélicoptère décide alors de rejoindre la plage toute proche, et débute une translation avec le naufragé et le sauveteur au bout du câble du treuil.

Lors de la translation, l'EC 145 heurte sur le flanc droit une ligne moyenne tension à trois brins surplombant la crique où a eu lieu le treuillage. Les trois brins de la ligne électrique ainsi que le câble du treuil cèdent. Le naufragé et le sauveteur tombent à l'eau puis rejoignent la plage à la nage. L'hélicoptère rejoint la BH972 sans encombre.

Le naufragé est légèrement blessé et l'hélicoptère 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 du 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 ;
- un enquêteur de première information.

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)/département d'investigations suite à accident ou incident (MTI) ;
- électricité de France (EDF) - direction des systèmes énergétiques insulaires (SEI).

PAS DE TEXTE

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Indicatif : Dragon 972

Type de vol : circulation aérienne générale - *visual flight rules* - règles de vol à vue (CAG VFR)

Type de mission : secours en mer

Dernier point de départ : aéroport international de Martinique Aimé Césaire (Fort-de-France - Le Lamentin)

Heure de départ : 15h07

Point d'atterrissage prévu : aéroport international de Martinique Aimé Césaire

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Contexte

Le jour de l'incident, le pilote est de retour d'une période de congés de deux semaines. Le matin, il réalise avec le mécanicien opérateur de bord (MOB) un exercice de treuillage en mer pendant lequel 45 minutes de vol et six treuillages sont effectués.

De retour à la base, le MOB rince l'hélicoptère conformément aux préconisations après un survol maritime. En préparation de la période d'astreinte qui suit l'exercice, le MOB installe la civière dans l'aéronef, car en Martinique à cette période la majorité des sorties sont des interventions de secours en milieu terrestre.

L'équipage de garde est composé d'un pilote, d'un MOB et d'un sauveteur héliporté (SH). Le centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage Antilles Guyane (CROSS AG) déclenche à 15h03 une mission de secours à un nageur en difficulté à quelques centaines de mètres du rivage de la commune de Case-Pilote.

1.1.2.2. Préparation du vol

Lors de sa période de garde, l'équipage réalise des bilans météorologiques réguliers et a donc une connaissance à jour des conditions lors du départ pour la mission de secours.

L'hélicoptère est déjà sorti du hangar, l'avitaillement déjà réalisé. Le MOB effectue une visite pré-vol puis installe la bâche de soute étanche¹ par-dessus la civière, sans retirer celle-ci.

Le SH prépare son matériel et monte dans l'aéronef à la demande de l'équipage de conduite. Il termine d'enfiler sa combinaison à bord lors du départ de l'hélicoptère.

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

L'hélicoptère décolle à 15h07 de l'aéroport Aimé Césaire. Un premier passage sur la zone d'intervention à hauteur de la commune de Case-Pilote ne permet pas de détecter le naufragé. L'équipage reçoit alors par radio VHF les coordonnées géographiques transmises par le CROSS AG, qui précise ensuite qu'il se trouve près d'un bateau blanc au mouillage à côté d'un bateau jaune. L'hélicoptère fait demi-tour et repère le naufragé à 15h11. Celui-ci se trouve à 260 mètres du rivage.

1.1.2.4. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

À 15h13, l'équipage informe par radio VHF le CROSS AG du début de treuillage. Le pilote positionne l'hélicoptère en stationnaire à environ une centaine de pieds au-dessus du naufragé en raison du mât du bateau au mouillage à côté duquel il se trouve.

Le MOB descend le SH dans l'eau avec le treuil. Celui-ci installe la brassière au naufragé et fait signe au MOB de débiter la remontée. Lorsque le MOB informe le pilote que le SH et le naufragé sont déjaugés et qu'il peut prendre de la hauteur, le pilote indique qu'il va les déposer sur la plage. Le MOB stoppe alors leur remontée et les laisse au bout du câble du treuil, 5 à 7 mètres en dessous de l'hélicoptère.

Le pilote débute une translation lente (vitesse inférieure à 20 kt) vers la partie Est de la plage, puis décide finalement de déposer le SH et le naufragé sur la partie Ouest, en raison de la présence de plusieurs personnes au restaurant à proximité du point initialement choisi. Il effectue alors un mouvement de lacet à gauche pour changer de cap. C'est à ce moment que l'hélicoptère heurte les trois brins de la ligne électrique, à faible vitesse

¹ La bâche doit normalement être installée sur le plancher de la cabine de l'hélicoptère pour les missions de secours maritime. Elle permet de protéger l'aéronef du ruissellement d'eau de mer provenant des personnes secourues, et ainsi de prévenir la corrosion. Son installation nécessite la dépose de la civière.

et sur la partie supérieure du flanc droit. Aucune manœuvre d'évitement n'est effectuée car les membres d'équipage n'ont pas détecté la présence des câbles avant la collision.

Le nez de l'appareil heurte un premier câble. Lorsque le deuxième câble touche à son tour le nez de l'aéronef, un arc électrique se produit. Immédiatement après, un deuxième arc apparaît au niveau de la potence du treuil, où se trouve maintenant le premier câble électrique. Un troisième arc se produit ensuite au niveau de la partie supérieure de la cellule, et le câble du treuil se rompt.

Le SH et le naufragé tombent dans l'eau, d'une hauteur estimée entre 15 et 20 mètres. Le pilote de l'hélicoptère réduit immédiatement la puissance et perd de l'altitude. Il observe que le SH et le naufragé semblent être en mesure de regagner la plage par leurs propres moyens, puis quitte les lieux en direction du stade de football de la commune de Schœlcher, répertorié comme zone de poser d'urgence. Constatant que les paramètres de vol et le comportement de l'hélicoptère sont normaux, l'équipage décide finalement de rejoindre la BH972 et se pose sans encombre vers 15h30.

Deux vidéos prises par des témoins permettent de reconstituer ci-dessous le heurt de ligne :



Contact avec le premier câble.
Pas d'arc électrique.



Contact avec le deuxième câble.
Arc électrique sur le nez de l'appareil.



Apparition d'un deuxième arc électrique au niveau de la potence de treuil.



Apparition d'un troisième arc électrique sur la partie supérieure de la cellule.

Figure 1 : images extraites des vidéos prises par les témoins

1.1.3. Localisation

– Lieu :

- pays : France
- département : Martinique (972)
- commune : Case-Pilote
- coordonnées géographiques : 14°37'44.7"N/061°07'13.5"O
- hauteur ou altitude du lieu de l'évènement : 85 ft

– Moment : jour

– Aérodrome le plus proche au moment de l'évènement : aéroport international de Martinique Aimé Césaire

1.2. Dommages corporels

Le naufragé est légèrement blessé ; les trois membres d'équipage sont indemnes.

1.3. Dommages à l'aéronef

L'EC 145 n° 9372 immatriculé F-ZBQK est endommagé.

1.4. Autres dommages

Les trois brins de la ligne électrique moyenne tension (20 000 V) sont sectionnés.

1.5. Renseignements sur l'équipage

1.5.1. Pilote commandant de bord

- Âge : 52 ans
- Unité d'affectation : BH972
- Formation :
 - qualification : pilote opérationnel sur EC 145 (Nîmes, 2003)
 - école de spécialisation : centre d'instruction des équipages d'hélicoptères (CIEH) de Toulouse-Francazal
 - année de sortie d'école : 1992
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont EC 145	sur tout type	dont EC 145	sur tout type	dont EC 145
Total (h)	8 640	3 419	117	117	29	29
Treillages		4 500	148	148	15	15

- Date du précédent vol sur l'aéronef : 3 avril 2019
- Date du précédent treillage : 3 avril 2019
- Carte de circulation aérienne :
 - type : CPL(H)²
 - date d'expiration : 30 novembre 2019

1.5.2. Mécanicien opérateur de bord

- Âge : 44 ans
- Unité d'affectation : BH972
- Formation :
 - qualification : mécanicien opérateur de bord (MOB) sur EC 145
 - école de spécialisation : centre technique du groupement d'hélicoptères (Nîmes)
 - année de sortie d'école : 2014
- Heures de vol comme MOB :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont EC 145	sur tout type	dont EC 145	sur tout type	dont EC 145
Total (h)	880	880	76	76	12	12
Treillages	1 107	1 107	103	103	27	27

- Date du précédent vol sur l'aéronef : 3 avril 2019
- Date du précédent treillage : 3 avril 2019

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : DGSCGC
- Commandement d'appartenance : GMA
- Aérodrome de stationnement : aéroport international de Martinique Aimé Césaire
- Unité d'affectation : BH972
- Type d'aéronef : BK117/EC 145

² CPL(H) : *commercial pilot license (helicopter)* – licence de pilote professionnel (hélicoptère).

- Configuration :
 - version mer (train long équipé de flottabilités)
 - treuil à droite, banquette cargo à gauche

	Type-série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	EC 145	9 372	4 059	VP ³ : 474
Moteur 1	ARRIEL 1 E2	18 700	5 131	VP : 474
Moteur 2	ARRIEL 1 E2	47 452	1 328	VP : 474

Il n’y a pas de révision générale sur le moteur Arriel 1 qui est un moteur modulaire et dont les cinq modules sont suivis indépendamment. Il n’y a pas non plus de révision générale prévue au programme de maintenance de l’EC 145.

1.6.1. Maintenance

L’examen de la documentation technique témoigne d’un entretien conforme au programme de maintenance en vigueur.

Seul le radar météo est hors service, mais le vol est autorisé sans cet équipement, qui n’est pas requis pour la mission effectuée.

L’aéronef est navigable.

1.6.2. Performance

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

1.6.3. Masse et centrage

La masse au décollage de Fort-de-France est de 3 152 kg pour une masse maximale de 3 585 kg. La masse estimée au moment de l’évènement est de 3 210 kg (avec le naufragé).

Le centrage est dans les normes.

1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : JET A-1
- Quantité de carburant au décollage : 403 kg
- Quantité de carburant au moment de l’évènement : 375 kg

1.7. Conditions météorologiques

Afin d’estimer les conditions météorologiques sur le lieu de la mission de secours, l’équipage se réfère aux données de l’aéroport de Fort-de-France situé à 13 km de la zone d’intervention.

1.7.1. Prévisions

Les prévisions indiquaient la possibilité d’observer des rafales de vent du 100° à 30 kt.

1.7.2. Observations

À 15h00 locales, les conditions suivantes sont observées sur l’aéroport de Fort-de-France : vent 17 kt du 110° sans rafale, visibilité supérieure à 10 km, nuages morcelés à 3 600 ft et à 4 700 ft, température 29 °C, une pression au niveau de la mer de 1 016 hPa⁴.

Les observations effectuées par l’équipage sur le site de la mission de secours sont sensiblement identiques.

³ VP : Visite périodique. Les deux visites périodiques moteurs et cellule ont été effectuées simultanément lors de la dernière visite 800 h.

⁴ HPa : hectoPascals.

1.8. Aide à la navigation

Le pilote a utilisé le système de gestion de vol⁵ de l'hélicoptère pour localiser le naufragé à l'aide des coordonnées transmises par le CROSS AG lors du transit entre l'aéroport de Fort-de-France et la commune de Case-Pilote.

1.9. Télécommunications

Lors de la phase de treuillage, l'équipage était en contact avec le CROSS AG sur la fréquence radio VHF dédiée.

1.10. Enregistreurs de bord

L'EC 145 est équipé :

- d'un *cockpit voice and flight data recorder* (CVFDR) - enregistreur de voix et de données de vol de marque Honeywell ;
- d'un enregistreur de données de maintenance provenant du système de surveillance de l'usage et de la santé de l'aéronef⁶.

Toutes les données ont été récupérées et sont exploitables.

1.11. Constatations sur l'aéronef et sur la zone de l'incident

1.11.1. Examen de l'aéronef

L'hélicoptère présente sur le côté droit diverses traces d'impacts électriques (haut de la cellule, pied du coupe-câble, radôme de nez, potence de treuil) et mécanique (dérive, pales, verrière). Le câble du treuil est sectionné, l'âme du câble est fondue.



Figure 2 : partie supérieure de la cellule côté droit



Figure 3 : verrière

⁵ FMS : flight management system.

⁶ HUMS : health, usage and monitoring system.



Figure 4 : radôme de nez



Figure 5 : potence de treuil



Figure 6 : dérive



Figure 7 : pales

1.11.2. Examen de la zone de l'incident

L'incident s'est produit dans la crique de Fond Bellemare, située sur la commune de Case-Pilote.

La plage de cette crique est séparée en deux parties Est et Ouest par un remblai artificiel qui sert de parking et qui s'avance dans l'eau. La partie Est accueille un restaurant très fréquenté.

Deux voiliers sont au mouillage à environ 300 mètres du rivage.

Une ligne moyenne tension (20 000 V) à trois brins surplombe la crique. La portée est d'environ 400 mètres et la flèche est importante : les câbles sont à environ 90 ft au-dessus de l'eau en milieu de portée. Après l'incident, les extrémités des câbles reposent dans l'eau.



Figure 8 : carte du réseau électrique de Fond Bellemare

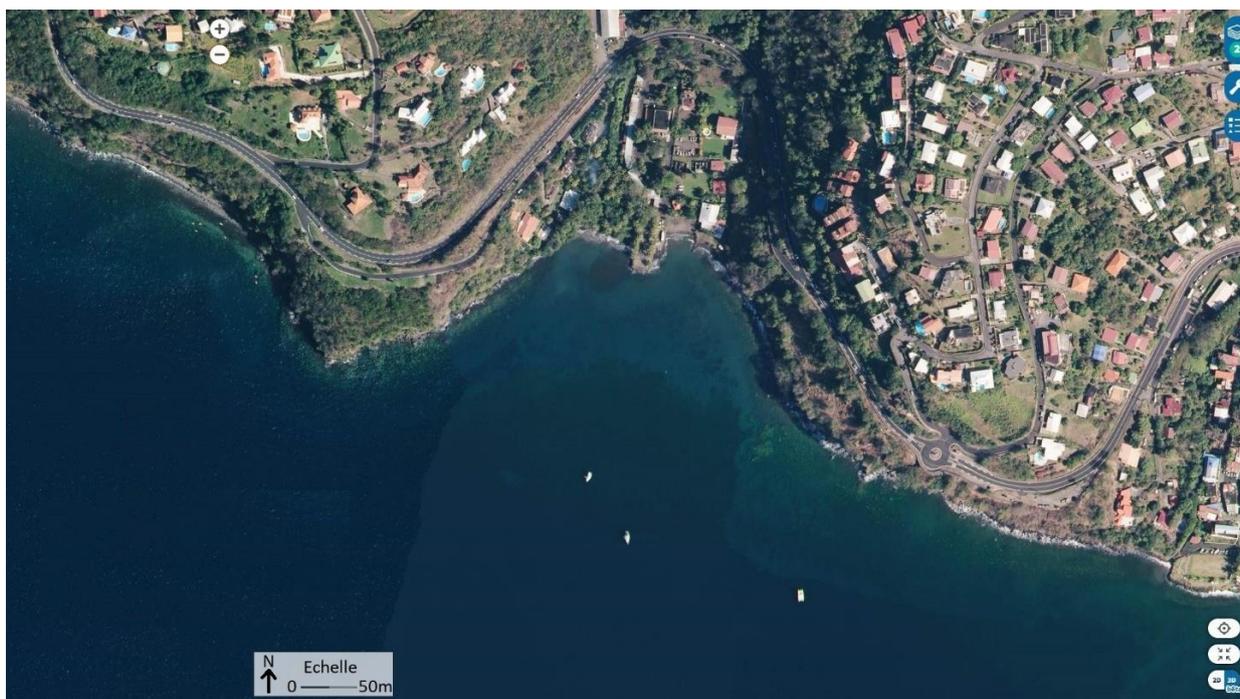


Figure 9 : vue satellite de Fond Bellemare

1.12. Renseignements médicaux

1.12.1. Membres d'équipage

1.12.1.1. Pilote commandant de bord

- Dernier examen médical⁷ :
 - type : Classe 1, centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN) Antilles Guyane du 29 août 2018
 - résultat : apte (limitation VML⁸) jusqu'au 30 septembre 2019
- Examens biologiques : non effectués
- Blessure : aucune

1.12.1.2. MOB

- Dernier examen médical :
 - type : Classe 1, CEMPN Antilles Guyane du 14 décembre 2018
 - résultat : apte (limitation VDL⁹) jusqu'au 31 décembre 2019
- Examens biologiques : non effectués
- Blessure : aucune

1.12.1.3. SH

- Dernier examen médical :
 - type : visite médicale du travail du 16 octobre 2018
 - résultat : apte jusqu'au 16 octobre 2019
- Examens biologiques : non effectués
- Blessure : aucune

⁷ Conforme à la Part-MED du règlement européen (UE) n° 1178/2011 du 3 novembre 2011 déterminant les exigences techniques et les procédures administratives applicables au personnel navigant de l'aviation civile conformément au règlement (CE) n° 216/2008 du Parlement européen et du Conseil.

⁸ VML : Obligation du port d'un moyen de correction optique adapté en vol pour corriger la vision de près.

⁹ VDL : Obligation du port d'un moyen de correction optique adapté en vol pour corriger la vision de loin.

1.12.2. Naufragé

- Dernier examen médical : non concerné
- Examens biologiques : non effectués
- Blessures : légères

1.13. Incendie

Néant.

1.14. Questions relatives à la survie des occupants

1.14.1. Chute du SH et du naufragé

La rupture du câble du treuil provoque la chute dans l'eau du SH et du naufragé, d'une hauteur estimée entre 15 et 20 mètres. Ils regagnent ensuite le rivage à la nage par leurs propres moyens. La chute occasionne des blessures légères au naufragé, probablement en raison d'un choc avec le crochet du treuil.

1.14.2. Organisation des secours

L'équipage rend immédiatement compte au CROSS AG du heurt de ligne, puis passe sur la fréquence de l'aéroport de Fort-de-France pour le retour et informe le contrôle de la situation.

Le CROSS AG contacte le centre opérationnel départemental d'incendie et de secours (CODIS) par téléphone à 15h20 pour demander l'engagement d'un véhicule de secours et d'aide aux victimes (VSAV) afin de récupérer le naufragé. Le véhicule arrive au restaurant vers 16h10, retardé par les câbles électriques sectionnés qui provoquent des embouteillages importants en bloquant des deux côtés la route d'accès à la crique de Fond Bellemare.

Le naufragé est évacué vers l'hôpital en VSAV ; le SH rentre un peu plus tard grâce à un autre véhicule du CODIS.

1.15. Essais et recherches

L'exploitation des données de l'enregistreur de vol est réalisée par DGA EP/RESEDA.

Une analyse des facteurs organisationnels et humains est réalisée par le BEA-É.

L'expertise du treuil et des extrémités de câbles sectionnés est réalisée par DGA TA/MTI.

1.16. Renseignements sur les organismes

1.16.1. BH972

Les aéronefs de la sécurité civile sont regroupés au sein du GMA. Celui-ci se compose :

- d'un échelon central de direction et de coordination à Paris ;
- du groupement d'avions de la sécurité civile (GASC) à Nîmes ;
- du groupement hélicoptères de la sécurité civile (GHSC) à Nîmes.

Le GHSC comprend un échelon central, qui assure le commandement, la coordination et la mise en condition des moyens alloués aux bases d'hélicoptères. Son commandement s'exerce sur vingt-trois bases (sites permanents) et cinq détachements saisonniers.

La BH972 a été créée fin 2012. Elle met en œuvre un EC 145, le n° 9372 immatriculé F-ZBQK. Quatre pilotes dont le chef de base et quatre MOB dont le chef mécanicien y sont affectés.

Un accord avec le service départemental d'incendie et de secours (SDIS) permet qu'un SH soit de garde à la BH972 tous les jours de 7h à 19h, avec un pilote et un MOB de la sécurité civile. Ainsi, une vingtaine de SH se relaient pour assurer ces gardes. Ils sont formés par la sécurité civile au secours hélicoptéré.

La BH972 réalise environ 800 interventions par an, dont l'essentiel sur l'île de la Martinique et dans les eaux avoisinantes. Beaucoup d'interventions sont des missions de secours primaire¹⁰.

¹⁰ Une intervention de secours primaire consiste à prendre en charge la victime directement sur les lieux de l'accident.

1.16.2. CROSS AG

La mission principale du CROSS AG est la coordination de la recherche et du sauvetage en mer. Ses autres missions sont :

- la surveillance de la navigation maritime ;
- la surveillance des pollutions marines ;
- la coordination des opérations de police des pêches en mer ;
- la surveillance du milieu marin ;
- la diffusion des renseignements de sécurité maritime.

Pour conduire ses missions, il dispose de moyens aériens fournis par la France (sécurité civile, gendarmerie, marine, douanes, armée de l'air) et par des partenaires étrangers, ainsi que de moyens nautiques.

La zone de responsabilité du CROSS AG est la suivante :

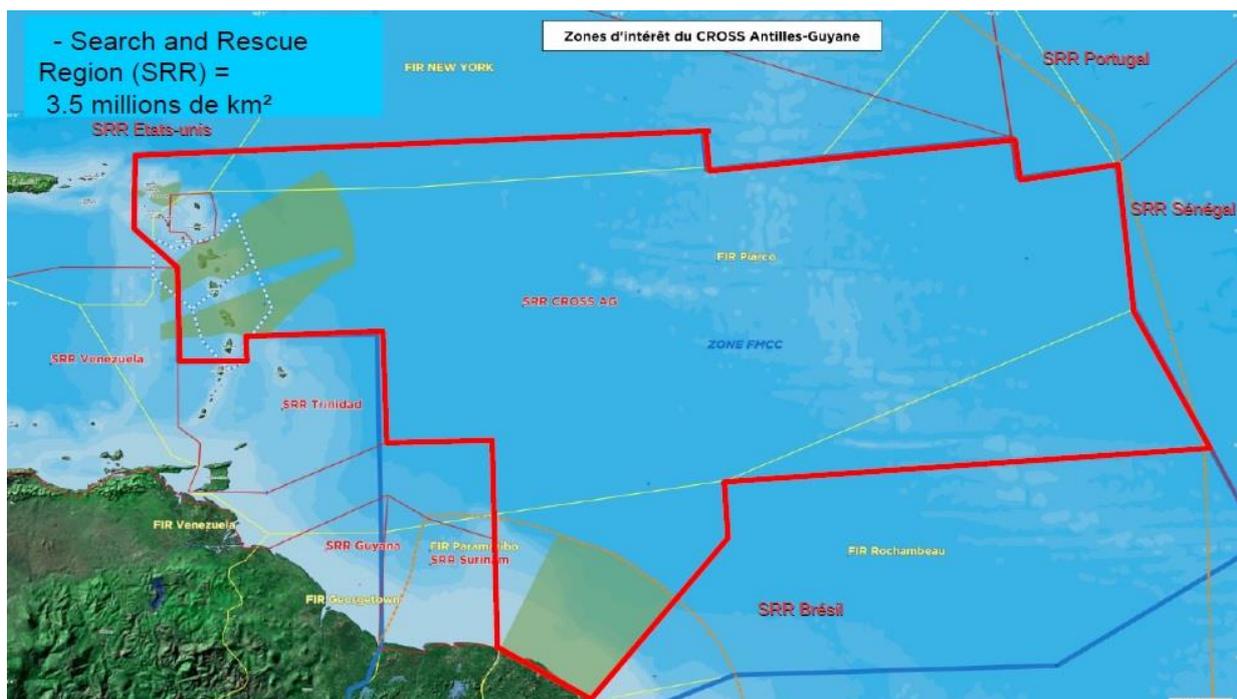


Figure 10 : région de recherche et sauvetage (SRR) du CROSS AG

64% des opérations ont lieu dans les eaux territoriales françaises, 11% dans les eaux territoriales étrangères et 10% en haute mer (plus de 12 NM des côtes).

Le CROSS AG est placé sous l'autorité opérationnelle du préfet de la Martinique, délégué du gouvernement pour l'action de l'État en mer. Son personnel est composé de civils et de militaires :

- 4 officiers – administrateurs des affaires maritimes ;
- 16 officiers mariners ;
- 4 personnels civils (3 techniciens et 1 secrétaire/comptable).

1.17. Renseignements supplémentaires

1.17.1. Vidéos

Trois vidéos amateurs ont été exploitées par le groupe d'enquête :

- une vidéo prise depuis la route d'accès qui surplombe la crique de Fond Bellemare côté Est ;
- une vidéo prise d'une maison située derrière le restaurant (le heurt de ligne se produit lorsque l'hélicoptère est masqué par la végétation) ;
- une vidéo prise par un témoin sur la plage. D'une excellente qualité, elle a permis d'extraire le plus d'informations pertinentes.

1.17.2. Fonctionnement de la chaîne d'alerte

En France, le secours en mer est géré par les SDIS lorsque la victime se trouve à moins de 300 mètres des côtes et que les moyens municipaux sont suffisants pour porter secours à la personne en détresse. Lorsque ce n'est pas le cas, cette mission est assurée par les CROSS. Pour joindre le CODIS il faut appeler le 112 depuis un téléphone portable, et le 196 pour le CROSS. Dans la pratique, les témoins connaissent rarement le 196 et composent le plus souvent le 112, et le CODIS transmet l'appel au CROSS lorsque c'est nécessaire.

Dans le cas présent, un employé du restaurant de Fond Bellemare a entendu les cris du naufragé et a aperçu les gestes qu'il faisait avec ses bras. Comprenant qu'il était en difficulté, il a composé le 112. Après avoir pris les premiers éléments, le CODIS a transmis l'appel au CROSS AG car le témoin décrivait une personne en difficulté à la mer à plus de 300 mètres du rivage.

Le CROSS AG a d'abord sollicité la société nationale de sauvetage en mer (SNSM), qui a indiqué un délai de 30 minutes pour appareiller avec une embarcation de secours, plus le délai pour se rendre sur la zone. Au regard du risque estimé pour le naufragé, le CROSS AG a décidé d'engager l'hélicoptère de la BH972 et a appelé sur le téléphone d'astreinte de la base. Les appels depuis et vers le CODIS et le CROSS AG sont normalement systématiquement enregistrés, mais bien que figurant sur le journal d'appels, l'enregistrement du contenu de cette conversation a disparu.

1.17.3. Témoignage du primo-appelant

L'employé du restaurant qui a donné l'alerte indique avoir été rappelé par le CROSS AG lorsque l'hélicoptère était en vol et recherchait la personne à secourir. Il affirme avoir mentionné la présence de la ligne électrique lorsque l'opérateur du CROSS AG lui a demandé des précisions sur la position du naufragé.

Les entretiens menés au CROSS AG se sont avérés contradictoires avec cette version. L'enregistrement du contenu de cette seconde conversation a également disparu.

L'hélicoptère n'a pas reçu d'avertissement au sujet de la présence de la ligne sur la fréquence VHF avec laquelle il était en contact permanent avec le CROSS AG.

Seules les deux conversations utiles à la compréhension de l'évènement ont disparu.

2. ANALYSE

L'analyse qui suit s'appuie sur les témoignages de l'équipage et des témoins, les vidéos disponibles, les données du CVFDR et le résultat des expertises techniques. Elle est structurée en trois parties. La première présente les résultats des expertises. La deuxième décrit la séquence probable de l'évènement et la dernière en identifie les causes.

2.1. Expertises techniques

2.1.1. Le câble du treuil

L'expertise du câble du treuil a été menée par DGA TA afin de déterminer les raisons de sa rupture. En effet, celle-ci est à l'origine de la chute du SH et du naufragé dans l'eau et des blessures de ce dernier.

DGA TA a mené des examens macrographiques, à la loupe binoculaire et au microscope électronique à balayage (MEB) des deux morceaux de câble prélevés en amont et en aval de la rupture.

Les examens à la loupe binoculaire ont révélé des traces de brûlures au niveau de la rupture et ceux menés au MEB ont permis d'observer un point de fusion à 6 centimètres en amont de la rupture. Au niveau de la rupture, les fils d'un même toron sont soudés entre eux. Aucun signe de rupture mécanique (fatigue ou statique) n'a été observé.



Figure 11 : câble du treuil en amont de la rupture

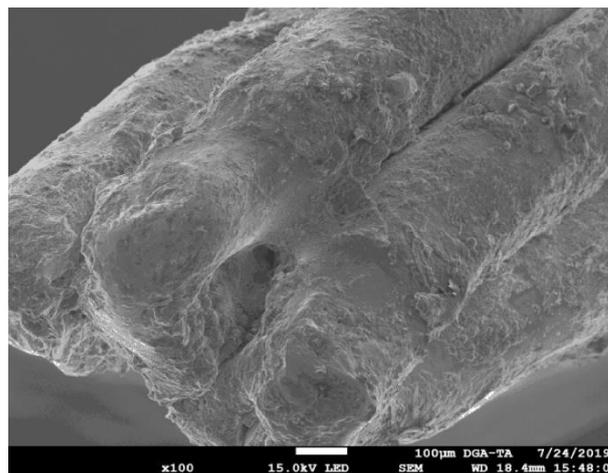


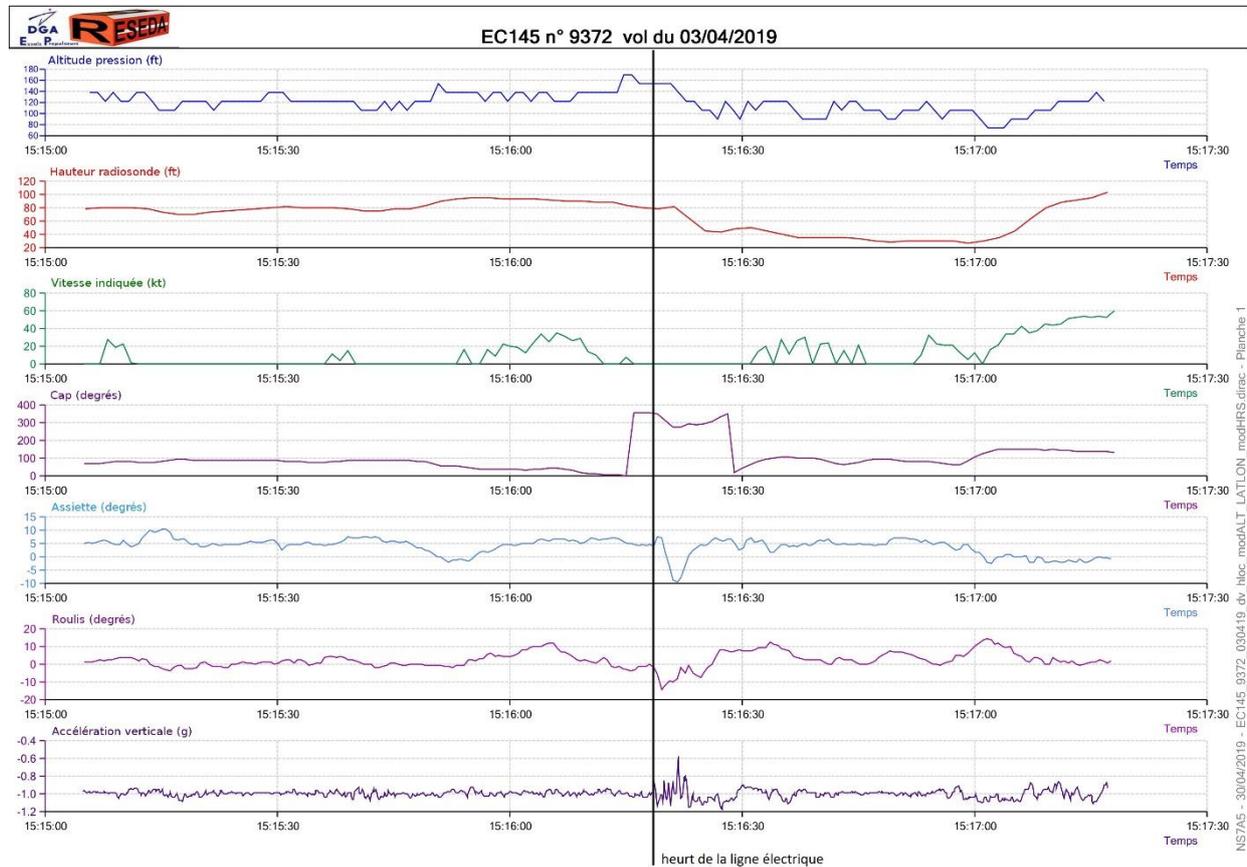
Figure 12 : brins d'un même toron soudés entre eux (loupe binoculaire et MEB)

La rupture du câble du treuil est due à une fusion consécutive à un contact avec la ligne électrique. Le câble n'était pas endommagé avant l'incident.

2.1.2. L'enregistreur de voix et de données de vol

L'extraction et l'exploitation des données de l'enregistreur de voix et de données de vol ont été menées en collaboration avec DGA EP/RESEDA.

La figure suivante montre l'évolution de la hauteur, de la vitesse et de l'attitude de l'hélicoptère au moment de l'évènement (15h16).



Le heurt de la ligne électrique s'est produit à une hauteur de 85 ft et à une vitesse indiquée trop faible pour être enregistrée (inférieure à 20 kt). À ce moment, l'hélicoptère avait une inclinaison très faible à gauche, une assiette horizontale et un cap au 348°.

La figure suivante montre l'évolution des positions des commandes au moment de l'impact.

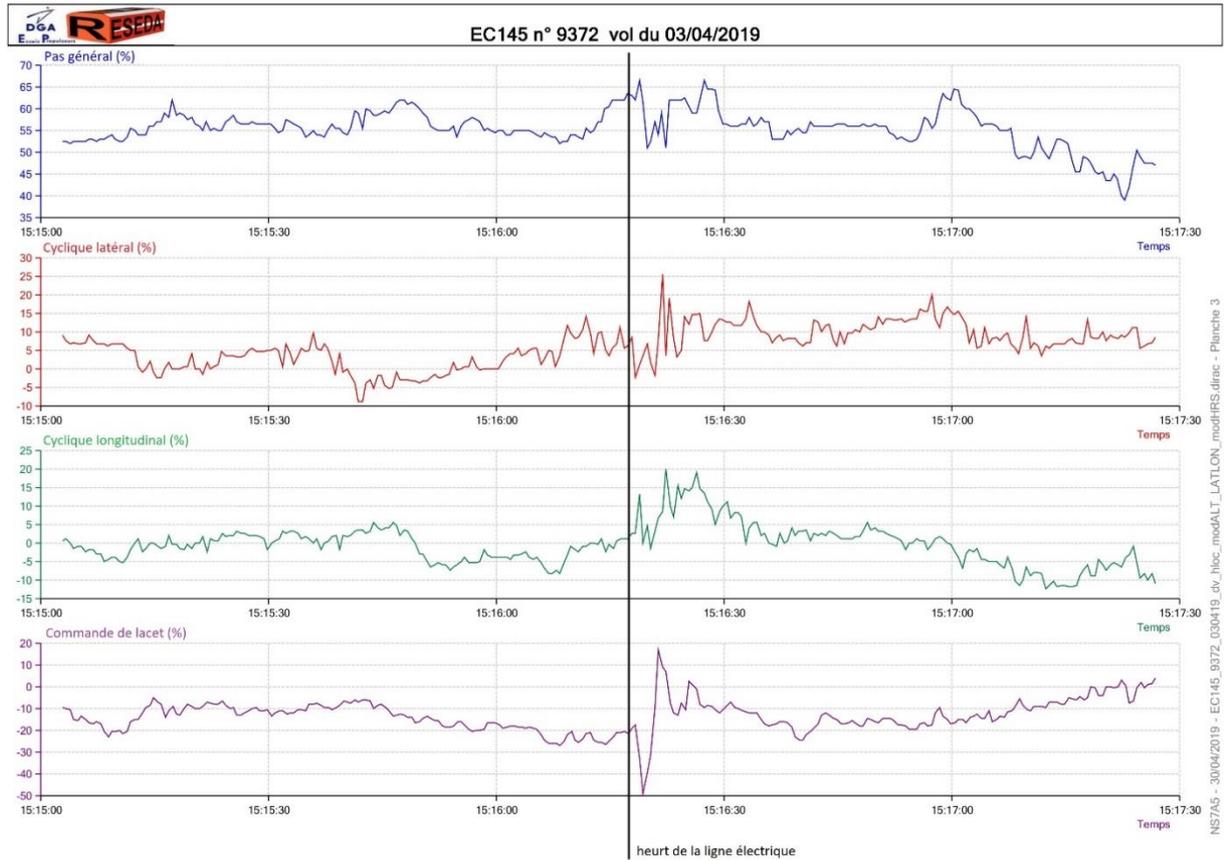


Figure 14 : extrait du CVFDR au moment de l'incident

À partir des vidéos et des données du CVFDR, la reconstitution suivante montre les paramètres moteur, la position des commandes et l'attitude de l'hélicoptère au moment de l'impact.

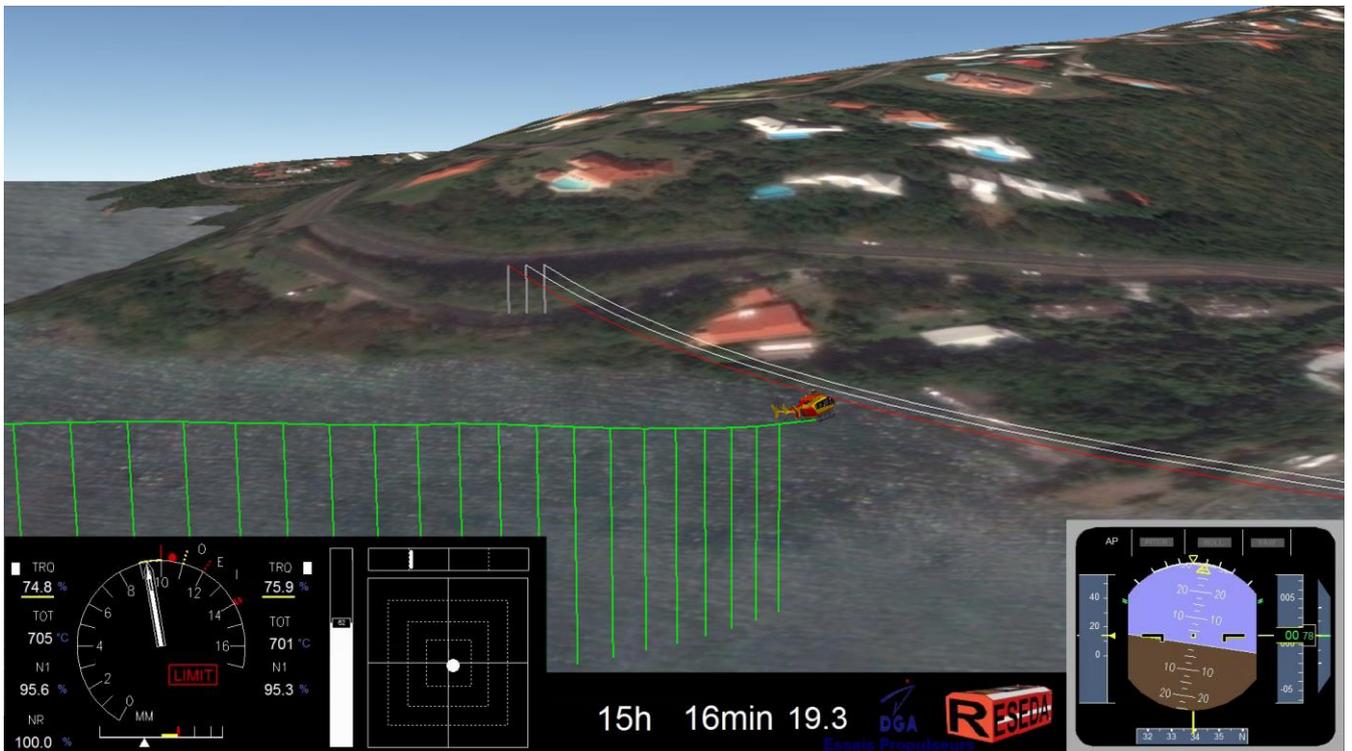
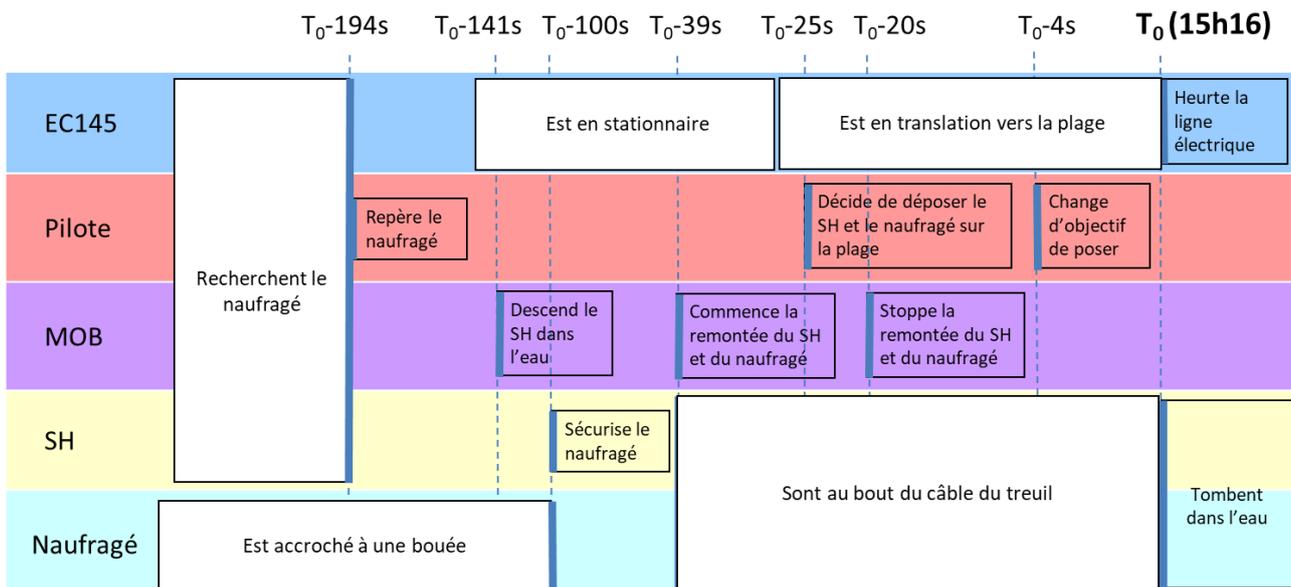
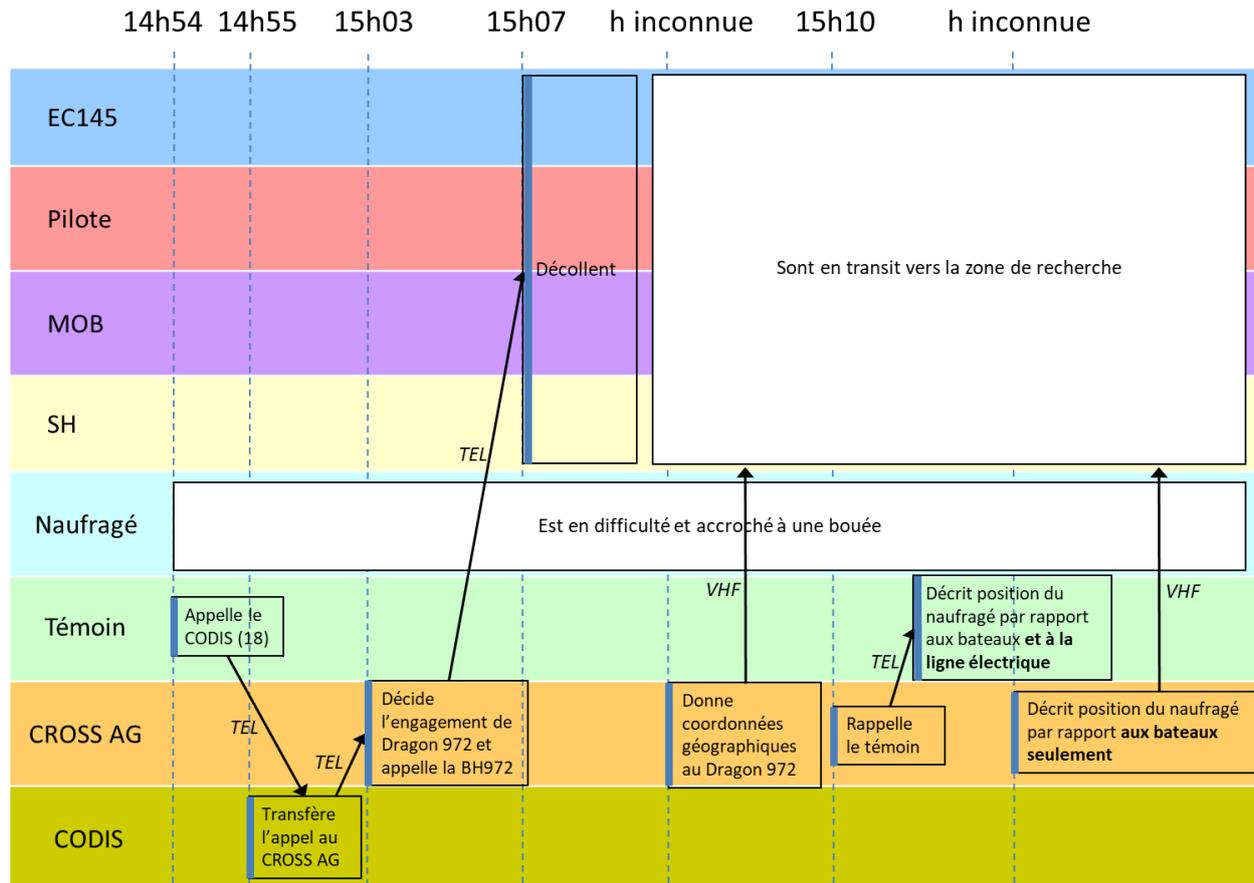


Figure 15 : paramètres et position des commandes au moment du heurt de la ligne électrique

La réaction du pilote au moment du heurt de la ligne électrique a été de diminuer le pas général et de mettre du palonnier à gauche pour soulager la puissance en vue d'un amerrissage immédiat.

2.2. Séquence de l'évènement

La séquence de l'évènement est présentée ci-après. L'échelle de temps n'est pas linéaire et est exprimée en heure locale dans la première partie puis par rapport à l'instant du heurt de la ligne électrique ($T_0 = 15h16min19s$) dans la deuxième partie.



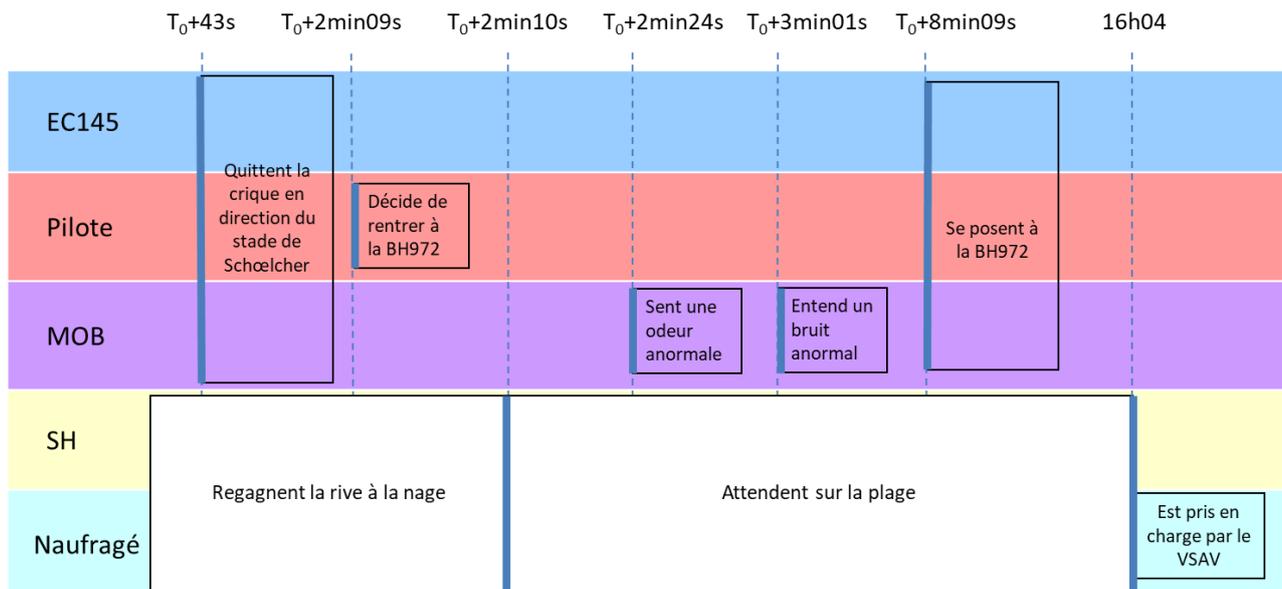


Figure 16 : séquence de l'évènement

2.3. Recherche des causes dans le domaine des facteurs organisationnels et humains

L'enquête a mis en évidence que les causes de l'évènement relèvent du domaine des facteurs organisationnels et humains.

2.3.1. Perception de la ligne électrique

Les câbles heurtés ont un diamètre de 7,82 mm et sont de couleur sombre. Selon l'axe et la hauteur d'arrivée de l'hélicoptère, ils présentent très peu de contraste par rapport au paysage. En effet, l'arrière-plan est constitué d'un relief couvert de végétation, de couleur sombre à cette période en raison de la sécheresse. De plus, cette ligne électrique n'est pas balisée (absence de boules haute visibilité).



Figure 17 : vue aérienne de la crique de Fond Bellemare après l'incident

Même à faible vitesse, les caractéristiques des câbles et leur environnement font de cette ligne électrique un obstacle très difficile à détecter selon l'axe et la hauteur d'arrivée de l'hélicoptère.

Cependant, les dimensions des six poteaux soutenant les câbles (trois de chaque côté de la crique), rendent ces derniers visibles depuis la hauteur et la trajectoire d'arrivée de l'hélicoptère.



Figure 18 : visibilité des poteaux depuis la trajectoire d'arrivée de l'hélicoptère

Une recherche active des poteaux et/ou une reconnaissance préalable de la crique auraient pu permettre d'en détecter la présence et de déduire un risque de présence de câbles.

2.3.2. Nature du vol

Conformément aux consignes permanentes des opérations du 20 janvier 2012, les équipages des hélicoptères de la sécurité civile doivent décoller en moins de 30 minutes après avoir été engagés. Ce délai règlementaire reste fixe, quelle que soit l'urgence du secours. Cependant, en pratique et selon les circonstances de la mission, les équipages cherchent à le réduire au maximum.

La pression temporelle subie lors des missions les plus urgentes peut conduire à une altération du jugement et à une focalisation de l'attention sur la victime, au détriment de la prise en compte des risques.

Le vol est une mission de secours à une personne en détresse dans la crique de Fond Bellemare, avec une suspicion de début de noyade. Prévenu à 15h03 par le CROSS AG, l'équipage décolle à 15h07 et repère le naufragé à 15h11. L'équipage a compris des informations transmises par le CROSS AG que le naufragé risque la noyade. Conscient que dans ces circonstances la durée de survie d'une personne à la mer est réduite, l'équipage cherche à décoller le plus rapidement possible.

La perception du niveau d'urgence de la mission a entraîné une grande motivation de l'équipage pour décoller au plus vite.

2.3.3. Composition de l'équipage

L'équipage est composé d'un pilote commandant de bord, d'un MOB et d'un pompier SH :

- le pilote totalise 8 640 heures de vol dont 3 419 sur ce type d'hélicoptère et il a réalisé 4 500 treuillages. Il est pilote à la sécurité civile depuis 16 ans et il a passé 10 ans dans un environnement de montagne, à la base d'hélicoptères de Grenoble. Il est arrivé à la BH972 en 2017. Son expérience en milieu maritime est donc plus faible que son expérience en montagne, d'autant plus qu'en Martinique une grande part des interventions sont des missions de secours à terre ;
- le MOB est rentré à la sécurité civile comme technicien de maintenance en 2009 avant de débiter sa formation de MOB en 2014. Il est affecté depuis 2015 sur la BH972. Il totalise 880 heures de vol, toutes sur EC 145, et il a déjà réalisé plus de 1 100 treuillages ;
- le pompier est formé SH depuis 2013 et réalise régulièrement des gardes à la BH972. Il a fait partie des premiers pompiers formés SH par la sécurité civile. C'est un sauveteur expérimenté.

L'ensemble de l'équipage est expérimenté, bien que le pilote le soit principalement en montagne. Les trois membres d'équipage ont tous réalisé un nombre important de treuillages. Aucun des trois membres d'équipage n'avait connaissance de la présence de câbles électriques dans la crique de Fond Bellemare.

2.3.4. Préparation du vol

À cette période de l'année correspondant à la fin de la période touristique, la majorité des interventions de la BH972 sont des missions de secours à terre : accidents de la route, urgences médicales. C'est pourquoi, après une mission en mer, l'hélicoptère est habituellement remis en configuration terrestre, ce qui consiste à installer la civière à l'arrière de la cabine dans les rails prévus à cet effet.

Ceci implique qu'en cas de mission en mer, comme le jour de l'évènement, l'équipage doit retirer la civière pour installer à la place une bâche étanche afin de protéger l'hélicoptère de l'eau de mer apportée par les secours. En effet, la contamination de la cabine par de l'eau de mer implique des actions de maintenance supplémentaires pour éviter la corrosion et diminue donc la disponibilité de l'hélicoptère. Le retrait de la civière et l'installation de la bâche prennent plusieurs minutes.

Le jour de l'évènement, l'urgence de la mission est jugée extrême et l'équipage ne prend donc pas le temps de retirer la civière avant de poser la bâche étanche. Ainsi, la bâche est posée par-dessus la civière, cette configuration non conforme pouvant occasionner une fuite d'eau de mer sur le plancher de la cabine.

La perception du niveau d'urgence de la mission est à l'origine d'une préparation incomplète de l'hélicoptère, pouvant entraîner des actions de maintenance supplémentaires si le naufragé venait à être remonté à bord.

L'analyse des vidéos a mis en évidence que l'équipage ne portait pas de gilets de sauvetage lors de cette mission. Or, les consignes permanentes de sécurité aérienne (CPSA) du GHSC en imposent le port pour tout treuillage en mer. L'empport en cabine des gilets de sauvetage n'est pas suffisant.

Distance d'une côte en minute de vol à la vitesse de croisière	Mission	Obligation du port du gilet de sauvetage	
		Equipage de conduite	Partenaires sans néoprène ou Passagers
≤ 10'	Treuillage	Oui*	Oui* Gilet « Equipage »
	Autres/ Transit	Non	Conseillé
> 10'	Treuillage	Oui	Oui Gilet « Equipage »
	Autres/Transit	Oui	Oui Gilet « Passager »

* Lac et rivière: non obligatoire si moyen de sauvetage nautique à proximité

Figure 19 : extrait des CPSA concernant le port des gilets de sauvetage

La perception du niveau d'urgence de la mission est à l'origine d'une préparation incomplète de l'équipage. L'absence de port des gilets de sauvetage aurait pu avoir des conséquences dramatiques en cas d'amerrissage forcé.

2.3.5. Anticipation de la présence de la ligne électrique

Les deux membres d'équipage de conduite et le SH connaissent cette zone de la Martinique mais ne sont jamais intervenus dans la crique de Fond Bellemare et n'ont pas connaissance de la présence des câbles électriques.

Cette ligne électrique n'est ni indiquée sur la carte de l'institut national de l'information géographique et forestière (IGN), ni sur les cartes aéronautiques disponibles à la BH972 pour la préparation des missions. Sur ces cartes, seules les lignes haute tension et très haute tension présentes à l'intérieur des terres au nord de la crique sont indiquées. La seule carte mentionnant la ligne moyenne tension heurtée est la carte du réseau électrique de Martinique, document interne à EDF-SEI.

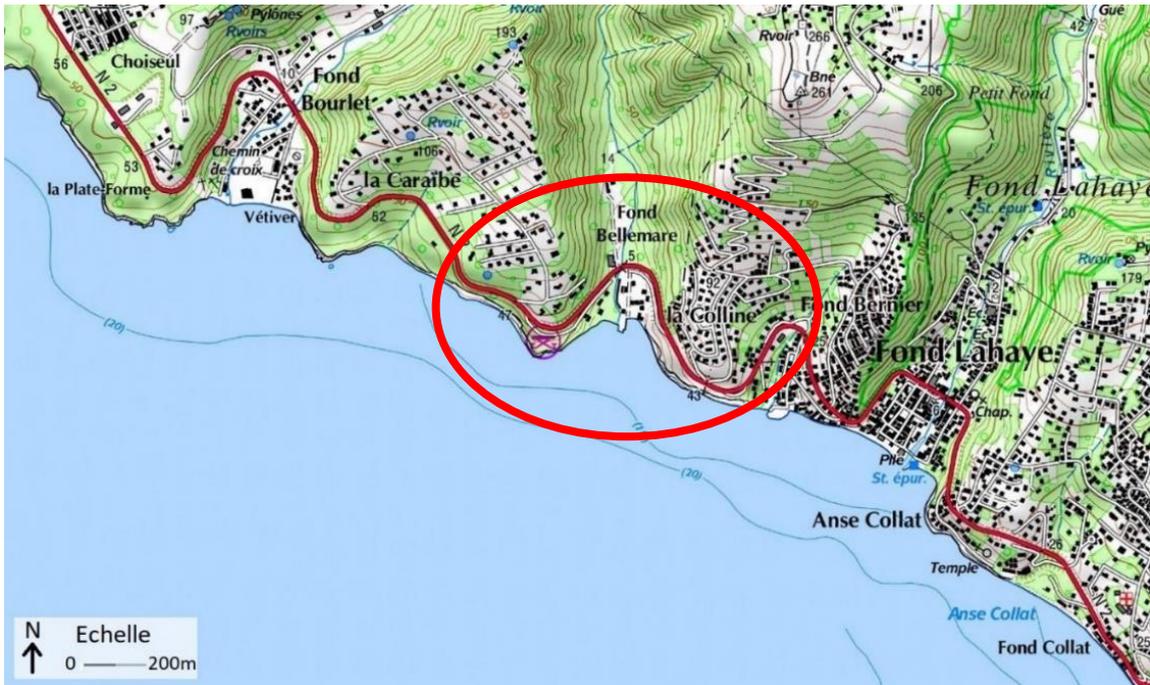


Figure 20 : carte IGN de la crique de Fond Bellemare

Selon EDF-SEI, la configuration de la crique de Fond Bellemare est unique car il s'agit de la seule ligne électrique surplombant la mer en Martinique. Aucun des trois membres d'équipage n'en connaissait la présence.

Sans connaissance préalable de la zone, les cartes disponibles à la BH972 ne permettent pas d'anticiper la présence d'une ligne électrique dans la crique de Fond Bellemare.

2.3.6. Travail en équipage

2.3.6.1. Suivi des procédures

Les procédures de la sécurité civile concernant le treuillage en mer sont documentées dans le « guide mer »¹¹, dans le mémento treuil EC 145 et dans la *check-list* avant treuillage. Les points clés de ces procédures et leur application par l'équipage le jour de l'évènement sont analysés ci-dessous.

¹¹ Guide d'exécution des missions en mer du groupement d'hélicoptères de la sécurité civile, 20 mars 2015.

Un circuit de reconnaissance doit être effectué avant le treuillage, il est décrit dans le mémento treuil EC 145 :

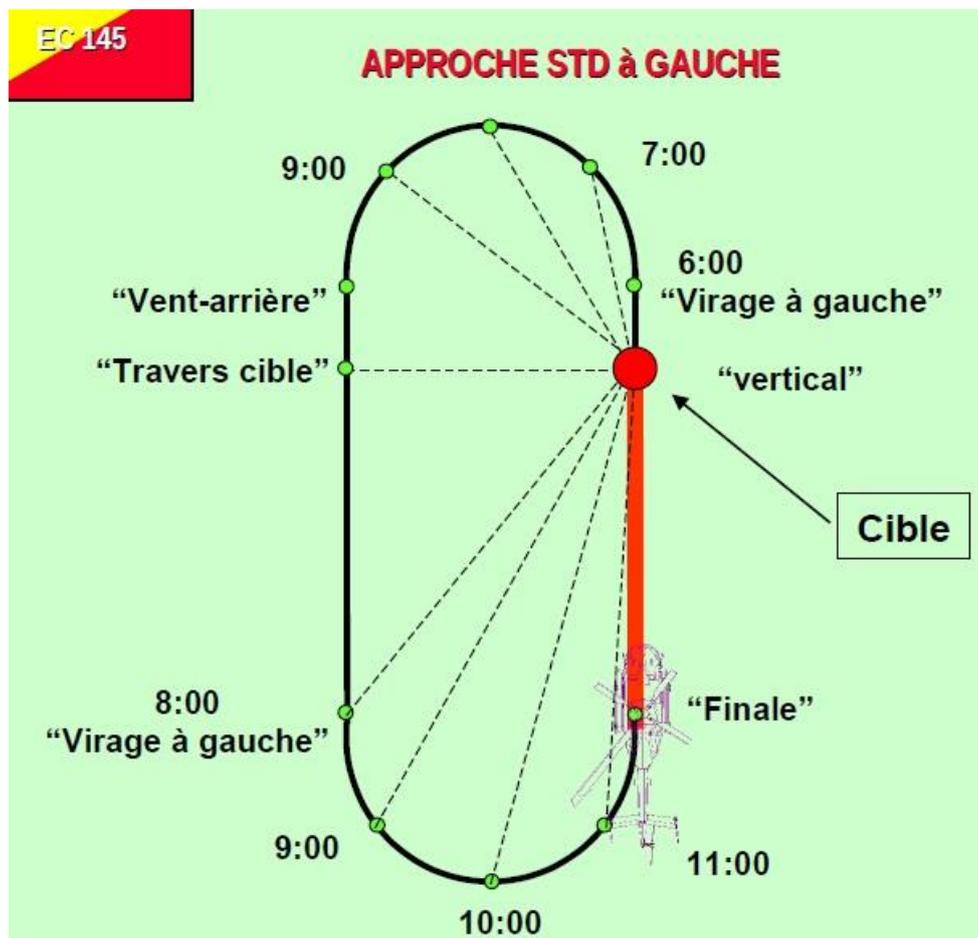


Figure 21 : circuit de reconnaissance avant treuillage

Le premier passage au-dessus de la cible, dit « passage à blanc », doit servir à repérer les obstacles aux alentours. Il est décrit dans le même document de la façon suivante :

PASSAGE A BLANC

- MOB guide le pilote à la verticale de la cible
- Pilote identifie ses repères
- Aux ordres du pilote, l'équipage:
 - ① détermine la **hauteur du treuillage** (*si possible au dessus de la perte de hauteur*),
 - ② repère et identifie les différents **obstacles**,
 - ③ vérifie la **puissance** et le comportement général de l'aéronef,
 - ④ détermine le **dégagement**.

Figure 22 : actions à réaliser pendant le passage à blanc

La *check-list* de treuillage comprend deux parties, l'une effectuée dans le *cockpit* et l'autre effectuée dans le cargo une fois le MOB passé à l'arrière en vue du treuillage :

VERIFICATIONS AVANT TREUILLAGE

COCKPIT	Chauffage	à la demande
	Winch	ON + test
	Flottabilité	armée (Vi<80kt)
	◆ Feux	arrêt
	Alarmes et avertissements	vérifiés
	Masse / Performances	annoncées
	Autonomie / Bingo	annoncées
	Mode VARTOMS	NORM
	Radios	réglées
	Radar	Std-by ou arrêt
CARGO	◆ Phares	à la demande
	◆ Eclairage cabine	ON
	Sécurité cargo / treuilliste	assurées
◆	<i>Items à appliquer uniquement de nuit</i>	

Figure 23 : *check-list* de treuillage

Le guide mer indique que la partie « cargo » de la *check-list* de treuillage doit être effectuée durant l'évolution pour se placer face au vent, juste avant le treuillage. Ceci a pour but de vérifier la sécurisation du MOB et du secouriste au dernier moment avant l'ouverture de la porte. Le guide mer précise également que le pilote doit marquer un stationnaire à la Hauteur de Sécurité Décollage (HSD) si les vérifications ou le *briefing* de treuillage ne sont pas terminés.

Le *briefing* de treuillage doit être annoncé par le pilote et comprend :

- la réactualisation des performances et de la HSD ;
- le choix de la hauteur de stationnaire ;
- la décision en cas de panne ;
- l'autonomie sur zone ;
- le calage de l'alarme de la radiosonde ;
- les vérifications avant treuillage ;
- la chronologie de la séquence de treuillage.

Les flottabilités doivent être armées dès lors que la vitesse indiquée est inférieure à 80 kt, pour préparer l'hélicoptère à un amerrissage forcé.

La trajectoire enregistrée par le CVFDR permet de constater que l'hélicoptère est passé une première fois au-dessus du naufragé sans l'apercevoir, puis est revenu en arrière après avoir reçu les coordonnées géographiques par radio VHF. Une fois le naufragé repéré, la trajectoire décrite avant le treuillage ressemble à un « 8 ».



Figure 24 : trajectoire de l'hélicoptère pendant la recherche du naufragé

Cette trajectoire, qui tend à s'affranchir du circuit de reconnaissance, n'a pas pu constituer le passage « à blanc » tel que documenté car le passage au-dessus du naufragé s'est fait sans avoir conscience d'être à sa verticale.

L'étude des voix enregistrées par le CVFDR met en lumière d'autres écarts par rapport aux procédures de la sécurité civile :

- à la demande du MOB, la *check-list* de treuillage a été réalisée en totalité (*cockpit* et cargo) avant même le repérage du naufragé ;
- le *briefing* de treuillage n'a pas été réalisé ;
- les flottabilités de secours n'ont pas été armées, ni pendant la *check-list* ni avant le treuillage.

Ces écarts semblent être dus principalement à la volonté de gagner du temps pour assurer les meilleures chances de succès à la mission de secours, et probablement à un excès de confiance au sein de l'équipage. En effet, le treuillage est une action réalisée régulièrement par les équipages de la sécurité civile à l'entraînement. D'ailleurs, le matin même de l'évènement l'équipage avait déjà réalisé plusieurs treuillages en mer dans le cadre d'un exercice avec les pompiers. Ceci a pu favoriser un excès de confiance mutuelle.

La *check-list* de treuillage a la particularité de ne pas être identique en mer et en montagne car en montagne les hélicoptères ne sont pas équipés de flottabilité. Compte tenu de la grande expérience du pilote en montagne par rapport à son expérience en mer, celui-ci a pu subir un biais d'habitude. Les automatismes acquis précédemment peuvent lui avoir fait oublier l'armement des flottabilités.

L'analyse des données et des voix du CVFDR a permis de constater plusieurs écarts par rapport aux procédures documentées :

- circuit de reconnaissance non réalisé ;
- *check-list* de treuillage effectuée trop tôt ;
- *briefing* de treuillage non réalisé ;
- flottabilités non armées.

Ces écarts s'expliquent principalement par la volonté de gagner du temps pour le succès de la mission et par un probable excès de confiance de l'équipage.

L'oubli d'armement des flottabilités peut quant à lui s'expliquer par la grande expérience du pilote en montagne, et aurait pu s'avérer problématique en cas d'amerrissage forcé.

2.3.6.2. Représentation de la situation

L'équipage est déclenché pour une mission de secours en mer. La façon de procéder pour ce type de mission est identique quelle que soit la distance par rapport à la côte à laquelle se trouve la personne à secourir. Ainsi, pour l'équipage qui a réalisé le matin même un exercice de secours en mer au large, les schémas mentaux mis en jeu sont les mêmes pour secourir le naufragé qui se trouve à environ 300 mètres de la côte.

Or, une des caractéristiques du secours en mer au large est l'absence de ligne électrique. Les câbles de Fond Bellemare sont d'ailleurs les seuls de toute l'île de la Martinique à traverser une crique au-dessus de l'eau. Avec une telle représentation préétablie, le risque de présence de câbles est donc inexistant dans l'esprit de l'équipage. Dès lors, la détection des câbles au-dessus de l'eau est quasiment impossible car l'équipage ne les recherche pas, persuadé de l'absence d'obstacle au-dessus de l'eau.

La représentation erronée de la situation a conduit l'équipage à se croire à l'abri de tout obstacle au-dessus de l'eau et a contribué à la non-détection des câbles électriques.

2.3.6.3. Focalisation de l'attention de l'équipage

Une fois le naufragé mis en sécurité par le SH et équipé de la brassière, le MOB initie la remontée. Il est alors positionné à la porte cargo portant pleinement son attention sur les personnes treuillées, vers le bas. À cet instant, le pilote annonce qu'il préfère les déposer sur la plage. Le MOB arrête alors l'enroulement du câble et laisse le SH et le naufragé à environ six mètres en dessous de l'aéronef. Il reste alors sur le patin de l'hélicoptère, le regard porté vers le bas afin de les surveiller durant la translation.

Lors du choix de la zone de dépose du SH et du naufragé, le MOB et le pilote portent tous les deux leur attention vers le bas.

La focalisation de l'attention du pilote et du MOB vers le bas a contribué à la non détection des câbles.

2.3.6.4. Prise de décision

Une fois le SH et le naufragé prêts à être remontés, le MOB annonce qu'il débute le treuillage. Il annonce ensuite le déjaugage de la charge et demande au pilote de prendre de la hauteur. Le MOB continue alors à enrouler le câble. Quelques secondes plus tard le pilote annonce qu'il va déposer le SH et le naufragé sur la plage sans les remonter à bord. Le MOB semble alors surpris par cette décision en raison de l'incertitude sur l'état de santé du naufragé. Il commence à faire part de ses doutes au pilote, lorsque celui-ci l'interrompt. Le MOB accepte alors la décision du pilote.

Par la suite, après avoir heurté les câbles électriques, le pilote constate que les paramètres sont normaux et renonce à sa décision initiale de se poser à proximité du lieu de l'incident. Il opte à la place pour un retour à la base. Comme précédemment, le MOB émet des réserves quant à cette décision, car il a entendu des bruits non identifiés et senti une odeur suspecte. Cette remarque n'entraîne pas de remise en question de la part du pilote de sa décision de rentrer à la base. Celui-ci se justifie par la difficulté pour récupérer l'hélicoptère après un atterrissage sur un terrain extérieur. Là encore le MOB, malgré ses premières réticences, finit par accepter la décision du pilote.

Deux des principales décisions ont été prises par le pilote avant et après l'évènement sans tenir compte des réserves émises par le MOB. Le MOB a accepté facilement l'avis contraire du pilote.

2.3.7. Treuillage partiel

2.3.7.1. Protection de l'hélicoptère contre l'eau de mer

La perception du niveau d'urgence de la mission a conduit l'équipage à partir avec une bâche de protection installée de façon non conforme.

Ainsi, à proximité de la plage et en présence d'un naufragé apparemment indemne, la décision de ne pas le remonter à bord a probablement été prise en partie afin de préserver le matériel et assurer la disponibilité de l'hélicoptère en évitant d'avoir à le nettoyer.

La configuration inadaptée de l'hélicoptère a pu favoriser la décision de ne pas remonter le naufragé et le SH à bord.

2.3.7.2. Biais d'habitude du pilote

La pratique consistant à déposer la personne secourue à terre sans la remonter à bord n'est pas décrite dans la documentation de la sécurité civile. Bien qu'elle ne soit pas interdite, elle n'est que peu ou pas utilisée en Martinique. À l'inverse, cette pratique est plus courante en montagne, dans le cas de personnes indemnes mais bloquées dans des zones inaccessibles.

Au moment de l'évènement, le pilote estime que le naufragé n'est ni blessé ni en train de se noyer. Il décide alors de changer son plan d'action initial qui consistait à remonter le naufragé dans l'hélicoptère, pour à la place le déposer à terre à l'aide du treuil.

La grande expérience du pilote en montagne a pu orienter son plan d'action vers une dépose au treuil sur la plage.

2.3.7.3. Choix et reconnaissance de la zone de dépose

Après avoir changé son plan d'action pour une dépose au treuil sur la plage, le pilote s'interroge sur la zone où effectuer cette opération. Il annonce initialement avoir choisi la partie droite de la plage, puis réalise que la présence de personnes attablées au restaurant pourrait constituer un danger. Il annonce alors au MOB qu'il va plutôt effectuer la dépose sur la partie gauche de la plage, plus étroite mais libre. Ces changements successifs de plan d'action ont été favorisés par l'absence de briefing avant le treuillage.

La réflexion sur la zone de dépose s'effectue pendant la translation vers le rivage. Ainsi, aucune reconnaissance préalable n'y a été effectuée. De plus, la charge cognitive induite par cette réflexion et la représentation erronée de la situation concernant l'absence de câble au-dessus de la mer ne conduisent pas l'équipage à rechercher des indices de présence de câbles pendant cette phase.

L'absence de reconnaissance de la zone de dépose a contribué à la non détection des câbles.

2.3.8. Fonctionnement de la chaîne d'alerte

2.3.8.1. Alerte initiale

Après avoir entendu les premiers éléments transmis par le témoin, le CODIS le transfère au CROSS AG car il décrit une personne à plus de 300 mètres du rivage. Lors de cette conversation avec le CROSS AG, le témoin précise que le naufragé est accroché à une bouée et qu'il ne semble pas dériver.

Lorsqu'il appelle le BH972, le CROSS AG transmet les premiers éléments sur la mission. L'équipage en comprend qu'il s'agit d'un homme à la mer en difficulté proche de la noyade. En arrivant sur place l'équipage s'attendait donc à trouver une personne en pleine mer et est surpris de le trouver accroché à un objet flottant. Il s'avère en effet que le naufragé est un pêcheur qui navigue sur un *jet-ski* modifié et qui a coulé. Il est accroché à la pointe avant de cette embarcation de fortune qui dépasse de la surface de l'eau, ce que le témoin a pris de loin pour une bouée.

L'absence d'enregistrement de la conversation téléphonique avec la BH972 ne permet pas de déterminer avec certitude si le CROSS AG a omis de préciser que le naufragé était accroché à un objet flottant. Cette possible omission aurait ainsi rendu la mission extrêmement urgente pour l'équipage.

Dans tous les cas, l'appel du CROSS AG à la BH972 n'a pas permis à l'équipage d'avoir une représentation exacte de la situation, alors que les éléments donnés par le témoin le permettaient.

**L'imprécision de l'appel du CROSS AG à la BH972 ou la transmission incomplète des détails de la situation a participé à induire une perception d'extrême urgence pour l'équipage, facteur contributif de l'évènement.
L'absence d'enregistrement de cette conversation n'a pas permis à l'enquête de sécurité d'analyser cet appel.**

2.3.8.2. Rappel vers le témoin

Lors de sa première communication avec le CROSS AG, le témoin précise que le naufragé est entre les deux bateaux amarrés au large de la crique. Une fois l'hélicoptère sur la zone, le CROSS AG rappelle le témoin pour obtenir des précisions et guider l'équipage.

Lors de cette seconde communication, le témoin déclare avoir précisé la position du naufragé par rapport aux bateaux et par rapport à la ligne électrique. Or, lors du guidage de l'hélicoptère par radio VHF, le CROSS AG n'a pas évoqué la présence de câbles.

Comme l'appel initial à la BH972, l'enregistrement de la seconde communication avec le témoin n'a pas été transmis à l'enquête de sécurité. Le CROSS AG évoque un problème technique d'enregistrement et conteste la version du témoin. Il n'est donc pas possible de confirmer la version du CROSS AG.

Cependant, l'enquête a révélé que l'organisation des communications au sein du CROSS AG le jour de l'évènement a pu favoriser une transmission d'informations incomplètes à l'hélicoptère. En effet, l'opérateur d'abord en communication avec le témoin lors de l'appel initial est ensuite uniquement en communication VHF avec l'équipage. C'est un second opérateur qui rappelle le témoin pour obtenir des précisions. Bien que le premier opérateur entende la deuxième conversation avec le témoin alors sur le haut-parleur, il n'en est pas acteur et réalise d'autres tâches en même temps. Ainsi, il est possible que cet opérateur, occupé à transmettre les coordonnées géographiques à l'équipage, n'ait pas entendu le témoin indiquer la présence de câbles dans la crique.

L'omission par le CROSS AG d'une information essentielle concernant la sécurité des vols (présence de câbles) est un facteur contributif de l'évènement.

2.3.9. Gestion de l'incident

L'enregistrement du CVFDR met en évidence une bonne communication de l'équipage, qui annonce immédiatement avoir heurté des câbles sur la fréquence du CROSS AG.

Dans un premier temps, le pilote pense qu'il va perdre le contrôle de l'hélicoptère et cherche une zone où se poser immédiatement, il songe même à amerrir dans la crique. Pour s'y préparer, il diminue la puissance et descend juste au-dessus de l'eau. Constatant que l'hélicoptère reste pilotable, l'équipage décide d'aller se poser sur le stade de Bellefontaine à Schœlcher, qui est une zone de poser connue. Avant de quitter la crique, l'équipage vérifie que le SH et le naufragé sont en mesure de regagner la plage par leurs propres moyens.

Le *Quick Reactions Handbook* décrit les procédures de la sécurité civile à appliquer sur EC 145 à la suite de diverses pannes et incidents. Le heurt de câble y est répertorié, et un atterrissage « dès que possible » est prévu :



GHSC

EC-145

COUPE CABLE

Procédure après impact avec un câble :

1. Atterrir dès que possible

Note: N'effectuer aucun vol tant qu'une visite / réparation par du personnel qualifié n'a pas été réalisée.

Figure 25 : extrait du Quick Reactions Handbook

Le même document définit également ce que signifie « dès que possible » : « Atterrir sans tarder sur l'emplacement approprié le plus proche (c'est à dire zone dégagée) garantissant une approche et un atterrissage en toute sécurité ». Le stade de Bellefontaine, aire de poser répertoriée, est bien la zone de ce type la plus proche (2,3 km).

Cependant, constatant que les paramètres de l'hélicoptère sont normaux, le pilote décide finalement de retourner se poser à la BH972 pour simplifier la logistique. En effet, si l'hélicoptère se pose sur le stade de Schœlcher, sa récupération aurait nécessité un transport routier complexe. Le MOB émet des réserves sur cette décision en raison des bruits et des odeurs non identifiées.

Or, le chapitre « incidents » des CPSA indique qu'en cas de doute sur l'état de son hélicoptère, le commandant de bord est tenu de se poser sur le terrain approprié le plus proche.

Pour des raisons logistiques, le pilote décide de rentrer à la BH972 au lieu de se poser sur la zone dégagée la plus proche. Cette décision augmente inévitablement le niveau de risque qui a été encouru par l'équipage.

3. CONCLUSION

L'évènement est un heurt de ligne électrique ayant conduit à la rupture du câble du treuil et à la chute des deux personnes treuillées dans l'eau.

3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement

L'équipage de l'EC 145 de la BH972 réalise le treuillage d'une personne en difficulté à la mer dans la crique de Fond Bellemare. Lors de la translation vers la plage pour déposer le SH et le naufragé qui se trouvent au bout du câble du treuil, l'hélicoptère heurte une ligne électrique. Le câble du treuil fond sous l'effet du courant électrique, et provoque la chute des deux personnes dans l'eau.

L'analyse des données et des voix du CVFDR a permis de constater plusieurs écarts par rapport aux procédures de la sécurité civile :

- circuit de reconnaissance non conforme ;
- *check-list* de treuillage effectuée trop tôt ;
- *briefing* de treuillage non réalisé ;
- flottabilités non armées ;
- gilets de sauvetage non portés ;
- retour à la base après l'incident alors qu'une zone d'atterrissage se trouvait à proximité.

De plus, deux des principales décisions de la mission ont été prises par le pilote malgré les réserves émises par le MOB : la dépose du naufragé sur la plage et le retour jusqu'à la BH972 après l'incident.

Par ailleurs, la disparition de deux enregistrements téléphoniques (appel vers la BH972 et rappel vers le témoin), n'a pas permis à l'enquête de sécurité d'analyser dans de bonnes conditions la façon dont ont été transmises les informations à l'équipage.

3.2. Causes de l'évènement

3.2.1. Non détection des câbles

La cause du heurt des câbles électriques est leur non détection par l'équipage. Cette non détection a été favorisée par plusieurs facteurs :

- les caractéristiques de la ligne électrique et son environnement (végétation sèche en arrière-plan) ;
- l'absence de carte permettant d'anticiper la présence de la ligne électrique ;
- la représentation erronée de la situation (absence de ligne au-dessus de l'eau) ;
- la focalisation de l'attention du pilote et du MOB vers le bas ;
- l'absence de reconnaissance de la zone de dépose du naufragé ;
- un probable excès de confiance ;
- l'absence de mention par le CROSS AG de la présence de la ligne électrique.

3.2.2. Gravité de l'incident

La présence du SH et du naufragé au bout du câble du treuil au moment du heurt de la ligne électrique n'est pas une cause directe de l'évènement, mais en a augmenté la gravité. En effet, suite à la rupture du câble du treuil par fusion électrique, les deux personnes sont tombées dans l'eau. Leur chute a occasionné des blessures légères au naufragé. Les facteurs qui ont amené le pilote à décider d'effectuer la dépose par translation des deux personnes sur la plage sont les suivants :

- une configuration inadaptée de l'hélicoptère (installation incomplète de la bâche étanche dans le cargo) entraînant des actions de maintenance supplémentaires pour nettoyer l'eau de mer si le naufragé était remonté à bord ;
- un biais d'habitude du pilote, qui possède une grande expérience en montagne et y a réalisé ce type de manœuvre fréquemment.

Trois autres facteurs ont aggravé les risques, heureusement sans conséquence ce jour-là :

- l'oubli d'armement des flottabilités ;
- l'absence de port de gilets de sauvetage par l'équipage ;
- la décision de retourner à la BH972.

3.2.3. Perception du niveau d'urgence

L'enquête a également mis en évidence que la perception d'une extrême urgence pour cette mission a poussé l'équipage à chercher à gagner du temps. Ceci a contribué à l'évènement en lui-même et à sa gravité en amenant l'équipage à :

- ne pas réaliser de reconnaissance préalable au treuillage ;
- décoller avec la bâche étanche installée de façon non conforme, par-dessus la civière.

En l'absence d'enregistrement de l'appel initial du CROSS AG à la BH972, il n'a pas été possible de déterminer de quelle façon la situation a été décrite, et notamment si l'objet flottant auquel le naufragé était accroché a été mentionné.

4. RECOMMANDATION DE SÉCURITÉ

4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement

4.1.1. Chaîne d'alerte

La disparition de l'enregistrement par le CROSS AG de deux appels téléphoniques sortants, l'un vers la BH972 et l'autre vers le témoin primaire, n'a pas permis à l'enquête de sécurité de travailler dans de bonnes conditions, notamment en présence de deux versions des faits contradictoires.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à la direction des affaires maritimes de veiller à ce que toutes les communications VHF et téléphoniques entrantes et sortantes du CROSS AG soient bien enregistrées et conservées afin de les transmettre au BEA-É le cas échéant.

R1 – [S-2019-04-I] *Destinataire : direction des affaires maritimes du ministère de la transition écologique et solidaire*

Suite à l'appel téléphonique du CROSS AG, l'équipage de l'hélicoptère a perçu la mission comme très urgente, ce qui a entraîné des écarts par rapport aux procédures et une préparation de l'hélicoptère incomplète, facteurs contributifs de l'évènement. De plus, alors que la présence des câbles était vraisemblablement mentionnée par le témoin, cette information n'a pas été transmise à l'équipage, induisant alors une conscience de la situation incomplète, autre facteur contributif de l'évènement.

En conséquence, le BEA-É recommande :

au délégué du gouvernement de s'assurer que le CROSS AG transmette systématiquement aux aéronefs engagés dans des missions de secours toute information utile à la sécurité des vols, ainsi que tous les détails nécessaires à l'évaluation de l'urgence de la mission.

R2 – [S-2019-04-I] *Destinataire : Préfet de la Martinique*

à la direction des affaires maritimes de mettre en place une politique d'acculturation du personnel des CROSS à la sécurité aérienne et aux contraintes propres aux opérations aériennes, quelle que soit leur nature.

R3 – [S-2019-04-I] *Destinataire : direction des affaires maritimes du ministère de la transition écologique et solidaire*

4.1.2. Conscience de la situation

Il est apparu lors de l'enquête que les organismes assurant des missions de secours héliportées en Martinique (gendarmerie nationale, douanes, marine nationale, sécurité civile) ont chacun leur propre connaissance des dangers liés à la navigation aérienne, et qu'il n'existe pas de mécanisme permettant de mutualiser cette connaissance du terrain.

En conséquence, le BEA-É recommande :

aux organismes assurant des missions de secours en Martinique de partager et d'entretenir leur connaissance des obstacles susceptibles de présenter un danger à la navigation aérienne à basse altitude.

R4 – [S-2019-04-I] *Destinataires : DGGN, DGDDI, CEMM, DGSCGC*

4.1.3. Application des procédures

L'enquête a mis en évidence plusieurs écarts aux procédures, qui avaient pour but de gagner du temps et assurer le succès de la mission de secours. Certains de ces écarts ont contribué à l'évènement :

- bâche étanche installée de façon non conforme par-dessus la civière ;
- absence de reconnaissance de la zone de treuillage et de la zone de dépose ;
- absence de *briefing* de treuillage.

D'autres écarts aux procédures n'ont pas contribué à l'évènement mais auraient pu avoir de lourdes conséquences si les dégâts sur l'hélicoptère s'étaient avérés plus importants :

- non armement des flottabilités de l'hélicoptère ;
- retour à la BH972 au lieu d'un poser sur la zone dégagée la plus proche ;
- absence de port des gilets de sauvetage.

Au regard de la nature des missions de la sécurité civile, souvent urgentes, il existe un risque récurrent d'écart aux procédures par volonté d'efficacité, comme cet évènement l'a illustré.

Il appartient à l'échelon de supervision de la sécurité des vols de vérifier l'application globale des procédures. Au GHSC, les cartes PCMCIA du système HUMS des EC 145 sont analysées, mais celles-ci ne contiennent pas les enregistrements vocaux des équipages.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à la DGSCGC de renforcer le contrôle de l'application des procédures au GHSC, en étudiant notamment la possibilité d'analyser de façon anonyme et aléatoire les données vocales des CVFDR.

R5 – [S-2019-04-I] Destinataire : DGSCGC

L'enquête a également mis en évidence que certaines bases d'hélicoptères de la sécurité civile prenaient des initiatives locales pour renforcer les procédures en vigueur au sein du GHSC. Ainsi, une base d'hélicoptères a mis en place un *briefing* appelé « MEMO » qui doit être effectué avant tout décollage en présence de tous les intervenants. Les items qui doivent être abordés lors de ce *briefing* sont les suivants et auraient permis à l'équipage de s'interroger sur les points clés de l'évènement, et notamment sur le port des gilets de sauvetage :

- M = Mission : Où ? Quoi ? Equipe ? -> Quelle est l'urgence réelle de la mission ?
- E = EPI -> Gilets de sauvetage
- M = Matériels spécifiques (secouristes, médecin) -> Civière ? Bâche de protection ?
- O = Obstacles sur zone -> Câbles ?

En conséquence, le BEA-É recommande :

à la DGSCGC d'étudier une adaptation globale du « MEMO » à toutes les bases d'hélicoptères, et de fédérer et harmoniser les pratiques locales visant à améliorer la sécurité des vols.

R6 – [S-2019-04-I] Destinataire : DGSCGC

4.1.4. Dispositifs techniques

Le heurt de câbles par des hélicoptères demeurant une problématique globale et récurrente, il existe de nombreux équipements de détection et d'alerte pour améliorer la conscience de la situation des équipages¹². Ceux-ci sont basés sur divers principes, avec des coûts et des inconvénients différents. On peut notamment citer :

- la détection des champs électromagnétiques émis par les câbles traversés par un courant électrique (ne fonctionne que pour les câbles alimentés)¹³ ;
- le LIDAR¹⁴ (équipements pas encore tout à fait au point et coûteux) ;
- la détection du rapprochement avec des obstacles enregistrés dans une base de données (aucune base de données ne peut être totalement exhaustive).

La sécurité civile étudie actuellement un système d'alerte basé sur ce dernier principe.

¹² CHANDRASEKARAN, R., PAYAN, A., COLLINS, K., MAVRIS, D. *Helicopter wire strike protection and prevention devices : Review, challenges, and recommendations*. Aerospace Science and Technology, janvier 2020, 105665.

¹³ Par exemple le système *Powerline Detector* de la société Safeflight : <https://www.safeflight.com/products/powerline-detection/>.

¹⁴ LIDAR : *Light Detection and Ranging* – télédétection par laser.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à la DGSCGC de poursuivre l'étude menée sur les systèmes d'alerte de présence de câbles et de l'étendre, en collaboration avec la DGA, à d'autres principes de détection, afin de réaliser le meilleur choix technique d'équipement pour ses hélicoptères.

R7 – [S-2019-04-I] Destinataire : DGSCGC

à toutes les autorités d'emploi de se tenir informées des travaux menés par la DGSCGC sur les systèmes d'alerte de câbles, et d'évaluer l'applicabilité des solutions techniques proposées à leurs propres flottes d'hélicoptères.

R8 – [S-2019-04-I] Destinataires : DGGN, DGDDI, CEMM, CEMAT, CEMAA, DGA

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

Après l'incident, l'équipage a décidé de rentrer à la BH972 pour éviter une opération de récupération de l'hélicoptère complexe. Ainsi, les raisons logistiques l'ont emporté sur le risque couru lors du retour en cas de dommage critique sur l'hélicoptère. La décision du pilote s'est basée sur l'observation d'un comportement et de paramètres normaux, alors que les dégâts sont en réalité impossibles à évaluer en vol et que la situation peut se dégrader de manière imprévisible.

Le *Quick Reactions Handbook* de la sécurité civile indique la nécessité d'un atterrissage dès que possible après un heurt de câble mais n'en explique pas la raison, facilitant des écarts à cette règle par incompréhension. Les CPSA, quant à elles, prévoient l'atterrissage dès que possible en cas de doute sur l'état de l'hélicoptère. La détection d'odeurs et de bruits anormaux par le MOB trois minutes après l'évènement montre que l'équipage se trouvait dans ce cas.

En conséquence, le BEA-É recommande :

à la DGSCGC de rappeler à ses équipages d'hélicoptères la nécessité de se poser dès que possible après toute collision avec un obstacle, en expliquant que l'évaluation des dégâts et de leurs conséquences est impossible en vol.

R9 – [S-2019-04-I] Destinataire : DGSCGC

PAS DE TEXTE