



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

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

## Rapport d'enquête de sécurité



**F-2017-08-I**

**Date de l'évènement**

**22 mai 2017**

**Lieu**

**Le Lamentin (Martinique)**

**Type d'appareil**

**AS 355 F2**

**Organisme**

**Direction générale des douanes et des droits indirects**

**BEA-É**

## AVERTISSEMENT

### COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'évènement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'évènement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes retenues. Enfin, des recommandations de sécurité sont proposées dans le dernier chapitre. Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure du fuseau de la Martinique.

### 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.

---

## CRÉDITS

	Direction générale des douanes et des droits indirects	Page de garde
Figure 1	<i>Google Earth</i> /BEA-É	8
Figure 2	BEA-É	8
Figure 3	SIA	13
Figures 4 à 5	BEA-É	14
Figure 6	DGA EP	19
Figure 7	BEA-É	20
Figures 8 à 9	DGA EP	21
Figures 10 à 12	BEA-É	22 à 23

## TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT	2
CRÉDITS	2
TABLE DES MATIÈRES	3
GLOSSAIRE	4
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	9
1.5. Renseignements sur l'équipage	9
1.6. Renseignements sur l'aéronef	11
1.7. Conditions météorologiques	12
1.8. Aides à la navigation	12
1.9. Télécommunications	12
1.10. Renseignements sur l'aéroport	12
1.11. Enregistreur de bord	13
1.12. Constatations sur l'aéronef	13
1.13. Renseignements médicaux de l'équipage	15
1.14. Incendie	16
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	16
1.16. Essais et recherches	16
1.17. Renseignements sur l'organisme	16
2. Analyse	19
2.1. Expertises techniques	19
2.2. Séquence de l'évènement	22
2.3. Recherche des causes de l'évènement	24
3. Conclusion	31
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement	31
3.2. Causes de l'évènement	31
4. Recommandations de sécurité	33
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement	33
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'évènement	34
ANNEXES	36
ANNEXE 1 ORGANIGRAMME DES SERVICES CENTRAUX ET NATIONAUX DE LA DGDDI	37
ANNEXE 2 DISPOSITIF DE SURVEILLANCE MARITIME ET AÉRIENNE DE LA DOUANE AU	
31 DECEMBRE 2016	38

## GLOSSAIRE

APRS	approbation pour remise en service
BCMA	base centrale de maintenance aéronautique
BSAM	brigade de surveillance aéromaritime
BSAT	brigade de surveillance aéroterrestre
CEMPN	centre d'expertise médicale du personnel navigant
CIHD	cellule instruction des hélicoptères de la douane
DCSSA	direction centrale du service de santé des armées
DGA EP	direction générale de l'armement essais propulseurs
DGDDI	direction générale des douanes et des droits indirects
DRGC AG	direction régionale de garde-côtes Antilles-Guyane
ft	<i>foot/feet</i> : pied(s)
kt	<i>knot</i> (nœud)
OE	organisme d'entretien
PNT	personnel navigant technique
PNNT	personnel non navigant technique
QT	qualification de type
SIA	service de l'information aéronautique
SSLIA	service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs

## SYNOPSIS

Date de l'évènement : 22 mai 2017

Lieu de l'évènement : Lamentin (972)

Organisme : direction générale des douanes et droits indirects (DGDDI)

Direction: direction régionale des garde-côtes Antilles-Guyane (DRGC AG)

Unité : brigade de surveillance aéro-maritime (BSAM) du Lamentin

Aéronef : AS 355 F2

Immatriculation : F-ZBEL

Nature du vol : vol d'instruction

Nombre de personnes à bord : 4

### Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Au cours d'une séance d'instruction, et alors que l'aéronef s'éloigne de l'aéroport Aimé Césaire, l'équipage perçoit une odeur de brûlé accompagnée d'une fumée claire. Immédiatement après, le voyant « FEU MOTEUR GAUCHE » s'allume.

Le commandant de bord coupe le moteur gauche au coupe-feu pendant que le pilote effectue un demi-tour en lançant un message « PAN PAN » à l'attention de la tour de contrôle de l'aéroport.

L'utilisation des deux extincteurs intégrés au compartiment moteur ne permet pas d'éteindre le feu.

L'équipage pose l'hélicoptère sur l'aéroport Aimé Césaire puis évacue l'appareil.

Les pompiers procèdent à l'extinction du feu.

L'appareil est endommagé ; l'équipage est indemne.

### 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<sup>1</sup> (BEA-É) ;
- un expert technique du BEA-É ;
- un pilote ayant une expertise sur AS 355 F2 ;
- un mécanicien ayant une expertise sur AS 355 F2 ;
- un médecin breveté de médecine aéronautique.

### Autres experts consultés

- direction générale de l'armement – essais propulseurs (DGA EP) ;
- Météo-France ;
- *Airbus Helicopters* ;
- *Rolls-Royce*.

---

<sup>1</sup> Selon les termes du décret n°2018-346 du 9 mai 2018, le nom du BEAD-air a été modifié.

Le bureau s'appelle désormais Bureau Enquêtes Accidents pour la sécurité de l'aéronautique d'État ou BEA-É.

PAS DE TEXTE

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1. Déroulement du vol

#### 1.1.1. Mission

Type de vol : VFR<sup>2</sup>

Type de mission : vol d'instruction

Dernier point de départ : aéroport de Martinique Aimé Césaire (TFFF)

Heure de départ : 14h30

Point d'atterrissage prévu : aéroport de Martinique Aimé Césaire (TFFF)

#### 1.1.2. Déroulement

##### 1.1.2.1. Contexte du vol

Le vol s'inscrit dans le cadre de l'instruction des quatre pilotes nouvellement affectés à la BSAM du Lamentin. Ceux-ci sont titulaires d'une qualification de type (QT) AS 355 et doivent suivre une formation complémentaire délivrée par un instructeur de la cellule instruction des hélicoptères de la douane (CIHD) pour être qualifiés sur cet hélicoptère et les missions de la BSAM.

Le vol d'instruction consiste à effectuer une mise en route, deux tours de piste et une reconnaissance comprenant un survol maritime. L'équipage se compose d'un instructeur en place avant gauche et d'un pilote à l'instruction en place avant droite.

Deux personnels navigants techniques<sup>3</sup> (PNT) de la BSAM sont également présents à bord. Il s'agit du deuxième vol en Martinique pour le pilote.

##### 1.1.2.2. Reconstitution de la partie significative du vol

La mise en route et les deux tours de piste se déroulent normalement. A l'issue du deuxième tour de piste, l'hélicoptère s'éloigne de l'aéroport par le sud.

À environ trois nautiques du terrain, l'équipage perçoit une odeur de brûlé accompagnée d'une fumée claire. Le voyant « FEU MOTEUR GAUCHE » s'allume. Le commandant de bord coupe le moteur gauche au coupe-feu pendant que le pilote effectue un demi-tour en adressant un message « PAN PAN » à la tour de l'aéroport de Fort-de-France.

L'utilisation des extincteurs ne permet pas d'éteindre le feu.

L'équipage, alors en étape de base main droite de la piste 10, décide d'atterrir sur la bande en herbe habituellement utilisée par les hélicoptères de la douane pour les entraînements et lors des poser d'urgence. Cette bande est parallèle à la piste principale.

Au sol, le commandant de bord coupe le moteur droit au moyen de la manette de débit puis l'équipage évacue l'aéronef.

Les pompiers du service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs (SSLIA) procèdent à l'extinction du feu.

---

<sup>2</sup> VFR : *visual flight rules* (règles de vol à vue).

<sup>3</sup> Dans la douane, les PNT correspondent à des mécaniciens de bord.

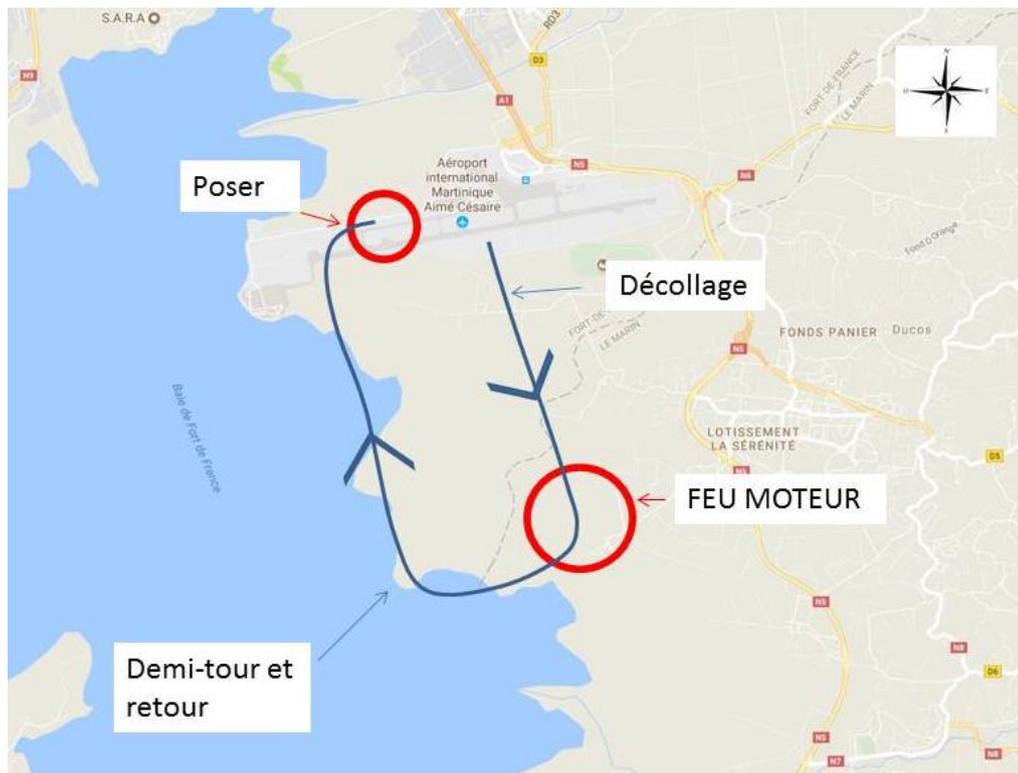


Figure 1 : trajectoire de l'hélicoptère



Figure 2 : zone de poser de l'hélicoptère

### 1.1.3. Localisation

- Lieu :
  - pays : France
  - département : Martinique
  - commune : Ducos
  - coordonnées géographiques à l'allumage du voyant « FEU »
    - N 14°33'58''
    - O 60°59'40''
  - altitude du lieu de l'évènement : 500 ft
- Moment : jour

### 1.2. Dommages corporels

Néant.

### 1.3. Dommages à l'aéronef

L'aéronef est endommagé.

### 1.4. Autres dommages

Néant.

### 1.5. Renseignements sur l'équipage

#### 1.5.1. Membres d'équipage de conduite

##### 1.5.1.1. Commandant de bord

- Âge : 46 ans
- Unité d'affectation : CIHD du Luc en Provence
- Fonction dans l'unité : instructeur
- Formation :
  - qualification : TRI<sup>4</sup> AS 355
  - école de spécialisation : aviation légère de l'armée de terre (ALAT)
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur type	tout dont AS 355	sur type	tout dont AS 355	sur type	tout dont AS 355
Total (h)	6 640	3 170	113	59	30	13

- Date du précédent vol : 9 mai 2017 sur AS 355

---

<sup>4</sup> TRI : *type rating instructor* (Instructeur de qualification de type).

### 1.5.1.2. Pilote

- Âge : 46 ans
- Unité d'affectation : BSAM du Lamentin
- Fonction dans l'unité : pilote
- Formation :
  - qualification : CPL/IR<sup>5</sup>- ATPL(H)<sup>6</sup>
  - QT AS 355
  - école de spécialisation : école de spécialisation sur hélicoptères embarqués de l'aéronautique navale
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé			Dans les 30 derniers jours		
	sur type	tout dont AS 355	sur type	tout	dont AS 355	sur type	tout	dont AS 355
Total (h)	5 014	7	16		7	2		2

- Date du précédent vol : 15 avril 2017 sur AS 355

### 1.5.2. Autres membres d'équipage

#### 1.5.2.1. Personnel navigant technique (arrière gauche)

- Âge : 55 ans
- Unité d'affectation : BSAM du Lamentin
- Fonction dans l'unité : PNT
- Formation :
  - qualification : PNT/HHO<sup>7</sup>/AS 355 F2
  - école de spécialisation : centre école de l'aéronautique navale de Rochefort
- Heures de vol :

	Total		Dans le semestre écoulé			Dans les 30 derniers jours		
	sur type	tout dont AS 355	sur type	tout	dont AS 355	sur type	tout	dont AS 355
Total (h)	3 000	2 522	70		70	11		11

#### 1.5.2.2. Personnel navigant technique (arrière droit)

- Âge : 45 ans
- Unité d'affectation : BSAM du Lamentin
- Fonction dans l'unité : PNT
- Formation :
  - qualifications : PNT/HHO/AS 355 F2
  - école de spécialisation : centre école de l'aéronautique navale de Rochefort

<sup>5</sup> CPL/IR : *commercial pilot licence/instrument rating* (licence de pilote commercial/qualification de vol aux instruments).

<sup>6</sup> ATPL(H) : *airline transport pilot licence (helicopter)* (licence de pilote de ligne hélicoptères).

<sup>7</sup> HHO : *helicopter hoist operation* (qualification de treuilliste).

– Heures de vol :

	Total		Dans le semestre écoulé			Dans les 30 derniers jours		
	sur type	tout dont AS 355	sur type	tout dont AS 355	sur type	tout dont AS 355		
Total (h)	4 535	579	54	51	16	12		

## 1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : DGDDI
- Commandement d'appartenance : DRGC AG
- Aérodrome de stationnement : Martinique Aimé Césaire
- Unité d'affectation : BSAM du Lamentin
- Type d'aéronef : AS 355 F2

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis 1 200 heures – 48 mois <sup>8</sup>	Heure de vol depuis le dernier dépannage <sup>9</sup>
Cellule	AS 355 F2	5299	7 641	23	0,6
Moteur 1	250C20F Allison	840042	13 519	23	0,6
Moteur 2	250C20F Allison	822837	9 016	23	0,6

### 1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme à la réglementation.

Les derniers dépannages consistaient au changement du filtre antiparasite de la radio ainsi qu'à l'échange d'un joint de la génératrice démarreur dans le compartiment du moteur gauche.

### 1.6.2. Performances

L'hélicoptère a été utilisé dans son domaine de vol et de performances pendant toute la durée du vol.

La masse et le centrage sont dans les normes d'utilisation.

### 1.6.3. Carburant

- Type de carburant utilisé : F-34
- Quantité de carburant au décollage : 78% (soit 569 litres).

<sup>8</sup> 1 200 heures – 48 mois effectuée du 06 décembre 2016 au 16 mai 2017. Dossier de travail 2016-187-5299.

<sup>9</sup> Dernier dépannage effectué le 20 mai 2017. Dossier de travail 208-017-3.

### **1.7. Conditions météorologiques**

Les conditions météorologiques à 15h00 sont les suivantes :

- le vent vient de l'est pour environ 14 kt ;
- il existe une brume de sable affectant la visibilité qui reste toutefois supérieure à 10 kilomètres.

Les conditions météorologiques sont favorables à la pratique de l'aviation légère sur la zone.

### **1.8. Aides à la navigation**

Sans objet.

### **1.9. Télécommunications**

L'équipage est en contact radio avec la tour de contrôle de l'aérodrome.

### **1.10. Renseignements sur l'aéroport**

La BSAM du Lamentin se situe sur l'ancienne emprise de l'armée de l'air au sud-ouest du terrain. Une bande en herbe a été aménagée à la demande de la douane pour l'entraînement à certaines pannes. Cette bande se situe entre le taxiway L et la clôture, sur la partie ouest de l'aéroport.

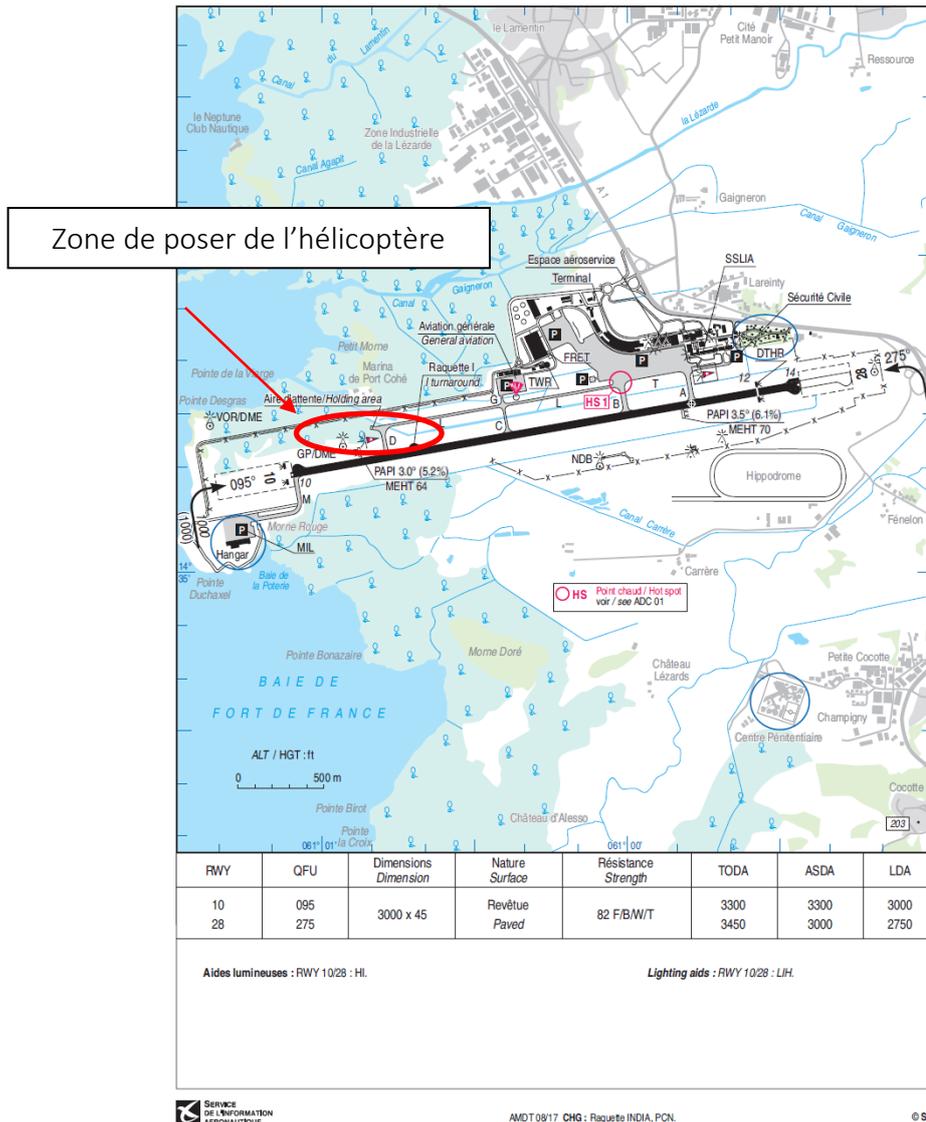


Figure 3 : carte de l'aéroport AIME CESAIRE

### 1.11. Enregistreur de bord

L'aéronef n'est pas équipé d'enregistreur de données d'accidents.

### 1.12. Constatations sur l'aéronef

L'équipage a posé l'hélicoptère sur une bande en herbe aménagée servant à l'entraînement aux procédures de pannes des équipages de la BSAM. L'atterrissage s'est fait en douceur par un léger glissement.

Le compartiment moteur gauche est fortement endommagé par l'incendie.



Figure 4 : compartiment moteur gauche

Une perforation d'une tuyauterie carburant a été identifiée.



Perforation d'une tuyauterie carburant

Figure 5 : détail de la canalisation carburant du moteur gauche

## 1.13. Renseignements médicaux de l'équipage<sup>10</sup>

### 1.13.1. Équipage de conduite

#### 1.13.1.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
  - type : centre d'expertises médicales du personnel navigant (CEMPN) de Toulon.
  - date : 6 octobre 2016
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués
- Blessures : néant

#### 1.13.1.2. Pilote

- Dernier examen médical :
  - type : CEMPN de Toulon
  - date : 3 avril 2017
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués
- Blessures : néant

### 1.13.2. Autres membres d'équipage

#### 1.13.2.1. PNT (arrière gauche)

- Dernier examen médical :
  - type : CEMPN de Guadeloupe
  - date : 21 avril 2017
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués
- Blessures : néant

#### 1.13.2.2. PNT (arrière droit)

- Dernier examen médical :
  - type : CEMPN de Guadeloupe
  - date : 18 mai 2016
  - résultat : apte
- Examens biologiques : non effectués
- Blessures : néant

---

<sup>10</sup> Textes relatifs à la gestion de l'aptitude médicale des personnels navigants de la DGDDI :

- l'arrêté du 27 janvier 2005 modifié relatif à l'aptitude physique et mentale du personnel navigant technique professionnel de l'aéronautique civile (FCL 3) ;
- protocole entre la direction centrale du service de santé des armées (DCSSA) et la DGDDI du 19 décembre 2005.

#### **1.14. Incendie**

Le feu dans le compartiment moteur de l'AS 355 est signalé par l'allumage du voyant « FEU » correspondant.

Lorsque ce voyant s'est déclenché, concomitamment à la présence de fumée dans la cabine, l'équipage a appliqué la procédure en actionnant le robinet coupe-feu afin de couper le moteur gauche.

Le voyant « FEU » restant allumé, le commandant de bord a percuté le premier extincteur, ce qui a éteint momentanément le voyant.

Celui-ci se rallumant, le deuxième extincteur a été percuté.

Comme le feu ne s'éteignait pas, et alors que l'hélicoptère se trouvait en étape de base, l'équipage a décidé de se poser sur l'aéroport Aimé Césaire de la Martinique.

Les pompiers du SSLIA étaient présents lors de l'atterrissage de l'hélicoptère. Ils ont éteint le feu en utilisant des extincteurs à CO<sub>2</sub> puis la lance à mousse.

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

L'aéronef s'est posé sans difficulté particulière.

L'équipage a évacué l'aéronef après coupure du second moteur.

#### **1.16. Essais et recherches**

DGA EP a réalisé les expertises techniques (moteurs, câble électrique, fluides, robinet coupe-feu, tuyauteries, filtre antiparasite, dépôts divers).

*Airbus Helicopters* a apporté son expertise pour la cellule et *Rolls-Royce* pour les moteurs.

#### **1.17. Renseignements sur l'organisme**

La douane française est composée d'une direction générale basée à Montreuil (93) et de douze directions interrégionales. Quarante-deux directions régionales complètent le maillage territorial ainsi que quatre directions régionales de garde-côtes (DRGC).

Pour remplir ses missions, la douane dispose notamment de moyens aériens (avions et hélicoptères) répartis sur plusieurs brigades en France métropolitaine et outre-mer.

Le bureau B2, appartenant à la sous-direction B (programmation, budget et moyens) de la DGDDI, est l'autorité organique des moyens aériens et maritimes de la douane (cf. annexe 1). Il est en charge de la doctrine, de la mise en place et de la coordination des moyens.

Les moyens aériens (avions et hélicoptères) sont répartis au sein de cinq brigades de surveillance aéro-maritimes (BSAM) et d'une brigade de surveillance aéro-terrestre (BSAT) (cf. annexe 2).

Les BSAM sont placées sous l'autorité des directions régionales des garde-côtes (DRGC) et la BSAT sous l'autorité de la direction des services opérationnels (DSO).

Le centre d'instruction des hélicoptères de la douane (CIHD) est installé au Luc en Provence (83) et est animé par deux instructeurs pilotes et un instructeur personnel non navigant technique (PNNT).

La BSAM du Lamentin est employée par la DRGC Antilles-Guyane qui élabore son programme d'activité.

Elle est dirigée par un chef d'unité secondé de deux adjoints « opérations » (hélicoptère et avion). Ce chef d'unité n'a pas autorité sur les personnels en charge de la maintenance.

Un officier aérien interrégional, pilote d'hélicoptère, est en poste à la direction régionale des garde-côtes Antilles-Guyane (DRGC AG). Référent aérien du directeur de la DRGC AG, il coordonne l'activité aérienne avec les autres services de la douane et veille à l'emploi de la BSAM dans le respect des règlements en vigueur.

La base centrale de maintenance aéronautique (BCMA), située à Mérignac, est l'organisme d'entretien (OE) des moyens aériens de la douane. Cet organisme supervise la maintenance des avions, réalisée à Mérignac, et celle des hélicoptères, assurée à Hyères.

PAS DE TEXTE

## 2. ANALYSE

L'analyse qui suit présente les résultats des expertises techniques, décrit la séquence de l'évènement et s'attache à identifier les causes de l'incident.

### 2.1. Expertises techniques

Les investigations techniques menées par le centre d'expertise de DGA EP confirment les éléments suivants :

- une fuite de carburant a eu lieu dans le compartiment moteur ;
- cette fuite est due à la perforation d'une canalisation de carburant par des arcs électriques en provenance du câble électrique installé entre la génératrice et le filtre antiparasite ;
- l'inflammation du carburant a ensuite été provoquée par les arcs électriques et par le contact avec les parties chaudes.

#### 2.1.1. Endommagement du câble électrique

Le câble électrique présente une déformation à l'endroit où il a été tordu pour être branché sur le filtre antiparasite.

Les arcs électriques ont été générés à partir de cette portion du câble dont l'isolant est endommagé et les brins sectionnés. Ces brins ont vraisemblablement été sectionnés avant l'apparition des arcs électriques.



Figure 6 : brins sectionnés du câble

**Les brins ont été vraisemblablement sectionnés par des pliages successifs du câble réalisés dans le but de le brancher sur le filtre antiparasite.**

#### 2.1.2. Interférence du câble avec les canalisations de carburant

Un drain carburant, se trouvant à proximité de la canalisation percée, a été retrouvé endommagé. Le marquage montre que l'usure résulte d'une interférence avec une autre pièce. Les investigations indiquent que ce marquage est dû au câble électrique ayant interféré avec la tuyauterie carburant.

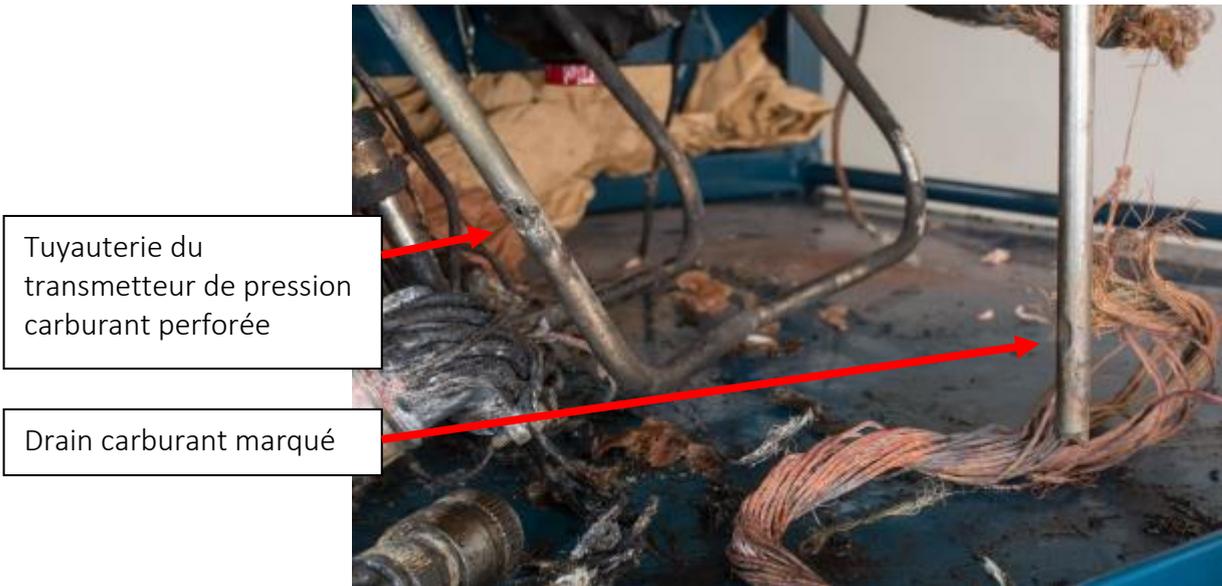


Figure 7 : tuyauterie et drain

Le câble électrique était posé de telle manière que des frottements ont pu provoquer l'usure de la tuyauterie de carburant.

**Le câble électrique a provoqué des marquages sur le drain carburant par des frottements. Le câble électrique était donc en contact avec les canalisations de carburant.**

#### 2.1.3. Gaine isolante

Les frottements qui existaient entre la tuyauterie et le câble électrique ont provoqué des endommagements réciproques : le câble a endommagé le drain (cf. 2.1.2) mais la gaine isolante qui entourait le câble électrique a aussi été détériorée par le frottement du câble sur la tuyauterie carburant.

**La gaine isolante qui protégeait le câble électrique a été détériorée par le frottement du câble contre les canalisations de carburant.**

#### 2.1.4. Perforation d'une tuyauterie carburant

La tuyauterie du transmetteur de pression carburant a été retrouvée perforée. C'est par cet orifice qu'a pu se propager le carburant dans le compartiment moteur.



Figure 8 : perforation de la canalisation carburant

La présence de boules de fusion et de projections métalliques sur les bords de la zone endommagée indique que cette zone a été détériorée par électroérosion.

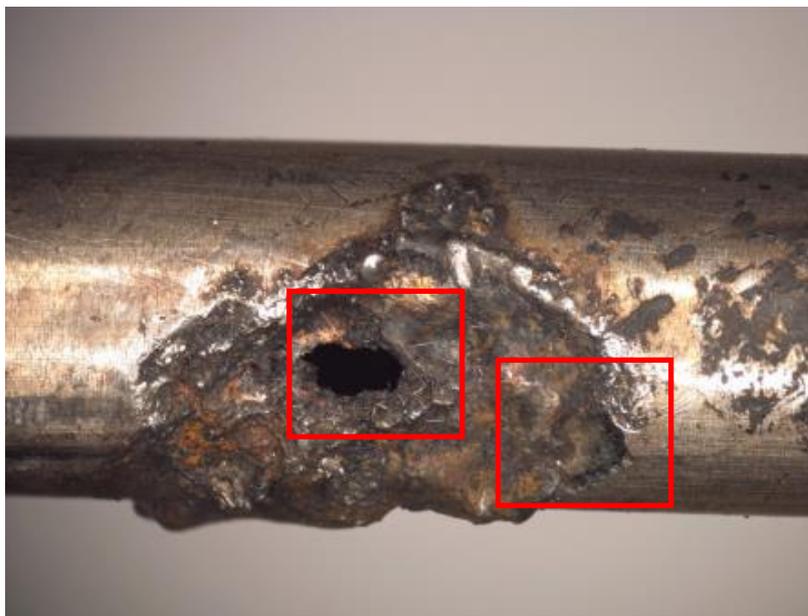


Figure 9 : phénomènes d'électroérosion

L'apparition d'arcs électriques entre le câble électrique et la tuyauterie d'alimentation a provoqué le percement de la tuyauterie.

### 2.1.5. Inflammation du carburant

En s'échappant du transmetteur de pression, le carburant a été immédiatement en contact avec les arcs électriques et les parties chaudes du moteur.

L'inflammation du carburant a été déclenchée par des arcs électriques et par le contact du carburant avec les parties chaudes.

### 2.2. Séquence de l'évènement

Le câble électrique reliant la génératrice au filtre antiparasite est en contact direct avec la tuyauterie carburant.

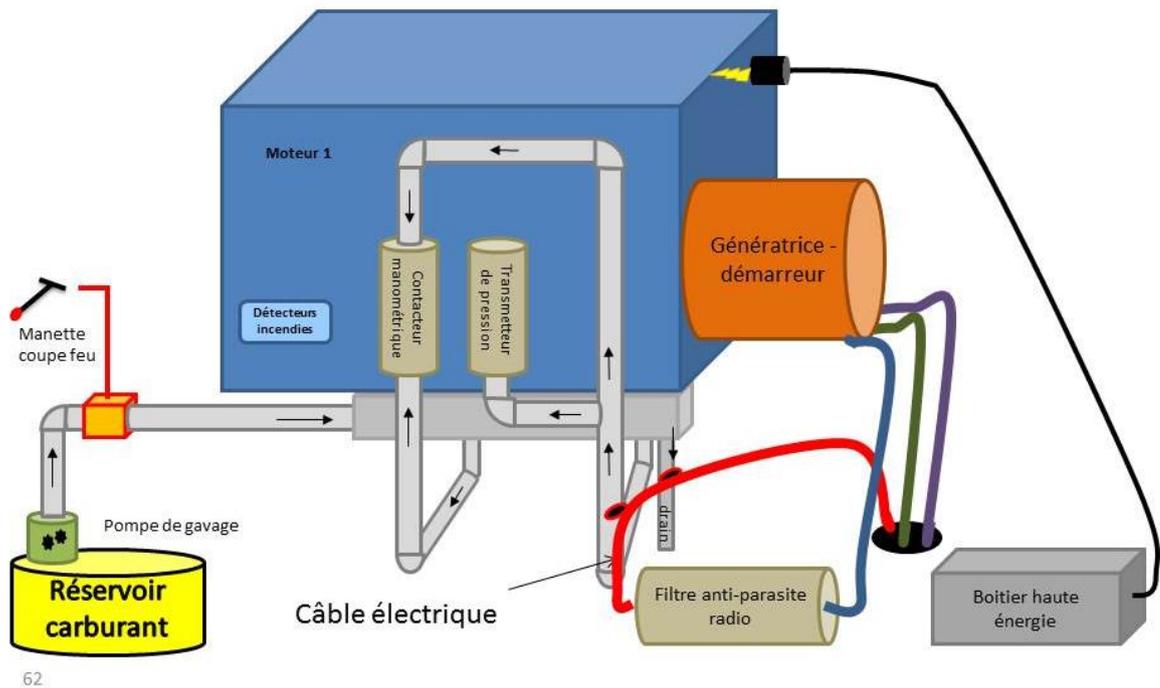


Figure 10 : compartiment moteur gauche

Le câble a été déformé afin de pouvoir le brancher sur le filtre antiparasite. Cette déformation a entraîné le sectionnement de certains brins et les frottements mécaniques du câble l'ont dénudé. Des arcs électriques ont alors provoqué la perforation de la tuyauterie de carburant.

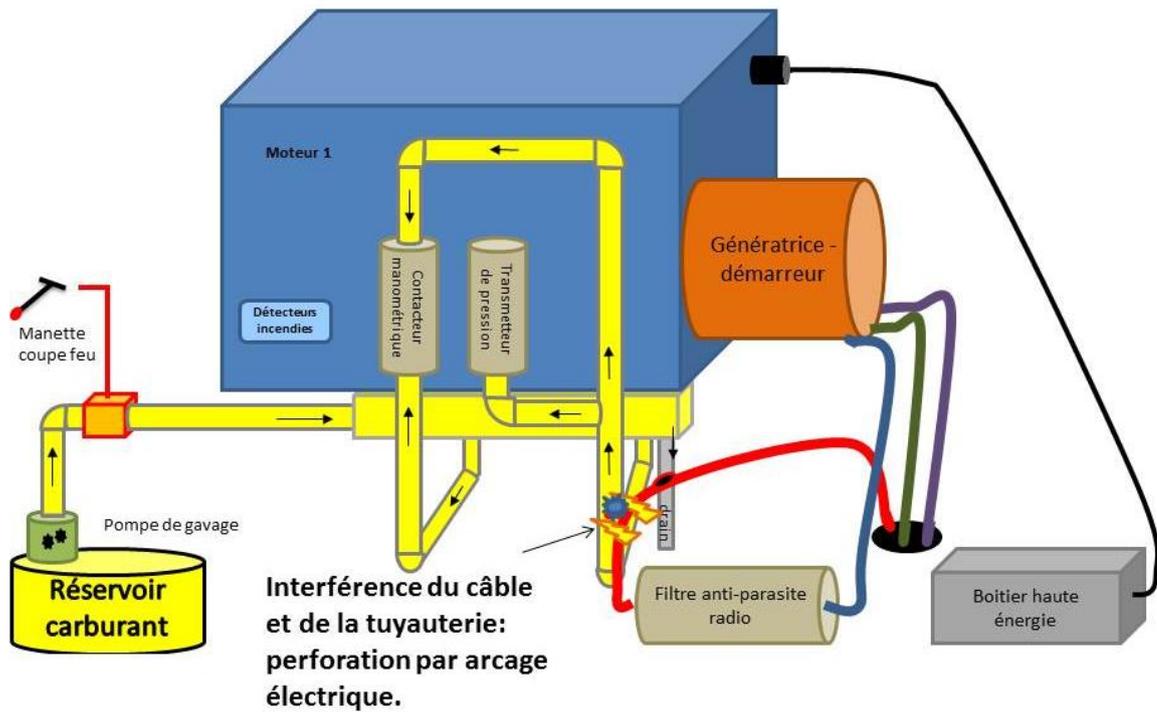


Figure 11 : perforation de la tuyauterie

Le carburant a été pulvérisé dans le compartiment du moteur gauche. Les arcs électriques et le contact avec les parties chaudes du moteur ont provoqué l'inflammation du carburant.

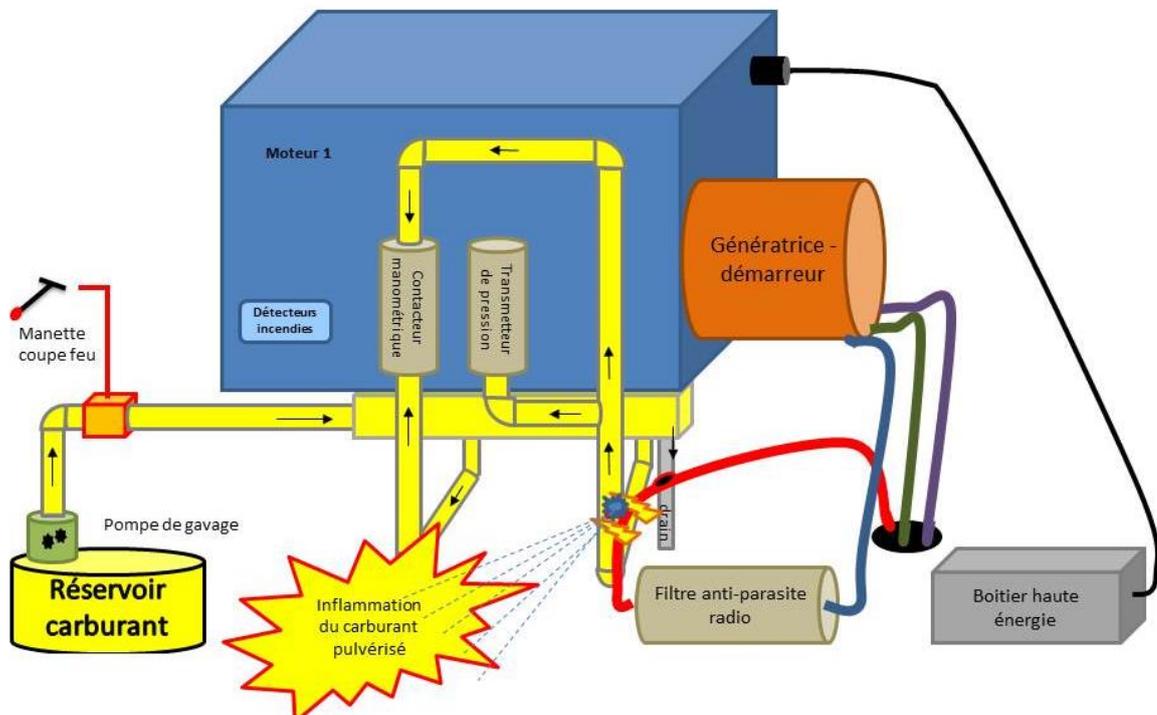


Figure 12 : incendie

## 2.3. Recherche des causes de l'évènement

### 2.3.1. Causes techniques

La déformation du câble visant à le brancher sur le filtre antiparasite et le contact de ce câble avec les canalisations de carburant constituent les causes techniques de l'évènement.

L'enquête vise à rechercher d'une part les raisons qui ont abouti à une telle pose du câble et d'autre part les raisons pour lesquelles ces faits n'ont pas été détectés.

### 2.3.2. Causes relevant des facteurs organisationnels et humains

L'enquête a permis de mettre en évidence des failles de sécurité organisationnelles concernant la maintenance qui ont contribué à la survenue de l'évènement.

#### 2.3.2.1. Pose inadaptée du câble

La documentation de travail relative à la pose du câble électrique en sortie du filtre antiparasite ne spécifie pas précisément que le câble :

- ne doit pas être en contact direct avec d'autres canalisations de carburant ;
- ne doit pas être tordu pour pouvoir être branché plus facilement.

Toutefois, dans le cadre des opérations de maintenance, il est fait appel aux connaissances de base du personnel de maintenance. Ces connaissances de base peuvent être aussi appelées « règles de l'art » ou « règles techniques de base ». Ces règles sont acquises au cours des différentes formations que doivent suivre les personnels. Elles se rattachent à la notion de métier de maintenance. Ces règles ne sont pas rappelées systématiquement dans les cartes de travail ou, plus généralement, dans la documentation technique, comme le rappelle le bulletin d'information de la direction de la sécurité de l'aviation civile (DSAC) en date du 2 avril 2014 et relatif aux « données d'entretien et règles de l'art ». Par exemple, une documentation technique ne reprendra pas le détail d'une méthode de freinage.

**Un acte de maintenance inadapté est à l'origine de l'évènement.**

#### 2.3.2.2. Non détection du mauvais positionnement du câble lors de la maintenance

L'incident aérien a eu lieu le lundi 22 mai 2017 lors du premier vol de la journée. Le précédent vol remontait au vendredi 19 mai 2017. Un problème technique avait été constaté lors de ce vol, nécessitant notamment l'échange du filtre antiparasite. Dans le cadre de cette maintenance le câble électrique du filtre antiparasite (qui frottait sur la tuyauterie carburant lors de l'évènement) a été manipulé à plusieurs reprises.

Une semaine d'instruction au profit des pilotes nouvellement affectés devait commencer le lundi 22 mai 2017. Un instructeur avait été projeté en Martinique depuis la métropole pour réaliser cette formation qui imposait que l'appareil soit apte au vol dès le lundi. L'autre hélicoptère de la brigade était en maintenance depuis le mois de mars 2017 et toujours indisponible.

Au regard de cette contrainte, deux PNNT ont décidé de revenir sur leur temps de repos le samedi pour effectuer cette maintenance. Sur les deux PNNT présents, un seul est habilité à remettre l'appareil en service (qualifié APRS<sup>11</sup>).

Si le filtre antiparasite a été changé conformément à l'attendu, aucun des deux PNNT n'a remarqué le contact entre la tuyauterie carburant et le câble électrique.

**La non-détection du contact entre le câble électrique et la tuyauterie de carburant est un facteur contributif à l'évènement.**

#### 2.3.2.3. Non détection d'un pliage excessif du câble lors de la maintenance

Afin de brancher plus facilement le câble électrique sur le filtre antiparasite, le câble a été fortement déformé. Or cette torsion a entraîné la rupture de certains brins constituant le câble. Ces brins ont ensuite provoqué des arcs électriques qui ont contribué à la perforation de la tuyauterie de carburant et à l'inflammation du carburant.

**La non-détection du pliage excessif du câble électrique est un facteur contributif à l'évènement.**

#### 2.3.2.4. Pressions opérationnelles sur les PNNT

L'incident est lié à une suite d'actes de maintenance inadaptés. Le contexte opérationnel et organisationnel du travail des PNNT est susceptible de constituer un environnement propice à certains écarts de maintenance.

##### **Pression opérationnelle que les PNNT s'imposent à eux-mêmes**

Le jour de l'évènement, plusieurs vols d'instruction sont programmés au profit des pilotes nouvellement affectés à la BSAM du Lamentin. Titulaires d'une qualification de type sur AS 355, ils doivent finaliser leur formation complémentaire pour être qualifiés et aptes à réaliser les missions de l'unité sur l'aéronef et avec le matériel spécifique de la BSAM. Cette formation est délivrée par un instructeur du CIHD qui s'est déplacé expressément du Luc en Provence pour une durée d'une semaine. L'éloignement de la BSAM du Lamentin par rapport à la métropole crée une pression temporelle sur cette mission. En effet, les quatre pilotes doivent, dans un laps de temps contraint, être formés par l'instructeur avant son retour en métropole. La semaine qui a été choisie pour mener à bien cette instruction ne peut pas être déplacée. De ce fait, la disponibilité de l'aéronef est essentielle pour le bon déroulement de la formation. Possédant une solide culture opérationnelle, les PNNT ont pleinement conscience de leur rôle et des besoins des personnels navigants.

**Dans les jours précédant l'évènement, les opérations de maintenance sont soumises à une pression temporelle du fait que la disponibilité de l'hélicoptère est indispensable à la qualification des nouveaux pilotes, et que la semaine de formation, prévue de longue date, est difficilement reportable à cause de l'éloignement de la BSAM du Lamentin par rapport au CIHD et ses instructeurs. Cette pression est nettement ressentie par les techniciens qui ont à cœur de rendre l'hélicoptère disponible dans les bons délais.**

---

<sup>11</sup> APRS : approbation pour remise en service.

### Pression opérationnelle que les PNNT subissent

Deux hélicoptères sont affectés à la BSAM du Lamentin. L'hélicoptère endommagé sortait d'une longue période de maintenance d'environ 5 mois. Il a été remis en service une semaine avant l'évènement. Le 22 mai 2017, seul cet hélicoptère est disponible, le second étant en maintenance et en partance pour Hyères compte tenu des réparations à effectuer. Ainsi, depuis plusieurs mois, les équipages n'ont qu'un seul hélicoptère disponible.

Malgré cette situation dégradée, la BSAM du Lamentin doit répondre à une forte demande opérationnelle. L'hélicoptère travaille souvent en binôme avec les moyens nautiques de la douane dans une zone où les trafics de produits stupéfiants sont intenses. L'activité opérationnelle est donc soutenue.

Cette situation entraîne une certaine pression psychologique chez les techniciens.

**Au quotidien, les techniciens ressentent une certaine pression. Ces conditions de travail ne favorisent pas un niveau de sécurité optimal pour la maintenance.**

#### 2.3.2.5. Charge de travail

En métropole, la maintenance en ligne<sup>12</sup> des hélicoptères de la douane est à la charge des brigades et la maintenance en base<sup>13</sup> est réalisée à Hyères.

En Martinique, du fait de l'éloignement avec la métropole, la BSAM réalise non seulement la maintenance en ligne, mais aussi la maintenance en base.

L'activité de la maintenance étant corrélée avec l'activité en vol, et la BSAM du Lamentin devant répondre à une forte demande opérationnelle, la charge de travail des PNNT est d'autant plus lourde.

**L'éloignement de la BSAM du Lamentin et sa forte activité opérationnelle sont à l'origine d'une charge de travail importante pour les PNNT qui, en plus des visites en ligne, doivent également réaliser les visites en base normalement faites à Hyères pour les unités de métropole.**

### Effectif au sein de la BSAM du Lamentin

La BSAM du Lamentin met en œuvre deux hélicoptères AS 355 et deux avions F 406.

Sept PNNT sont affectés à la BSAM du Lamentin pour assurer la maintenance des avions et des hélicoptères. Seulement un PNNT est qualifié APRS Be1<sup>14</sup> sur AS 355 : il est donc le seul habilité à remettre en service les hélicoptères lorsque des opérations de maintenance en ligne impliquant la structure, le moteur et les systèmes mécaniques et électriques de l'aéronef sont effectuées.

La charge et l'organisation du travail conduisent souvent le technicien qualifié APRS Be1 à rester travailler au-delà de l'horaire prévu et à revenir travailler lors de ses jours de repos hebdomadaires ou lors de ses congés.

<sup>12</sup> Maintenance en ligne : maintenance de premier niveau réalisée pour l'entretien courant d'un aéronef.

<sup>13</sup> Maintenance en base : maintenance de deuxième niveau plus complexe que la maintenance en ligne.

<sup>14</sup> Be1 : travaux d'entretien effectués sur la structure, la motorisation et les systèmes mécaniques et électriques de l'aéronef ; travaux sur les systèmes avioniques n'exigeant que des tests simples pour démontrer leur bon fonctionnement et ne nécessitant pas de recherche des pannes.

Par ailleurs, les PNT sont en mesure de soutenir les PNNT titulaires d'une APRS Be1 ou Be2<sup>15</sup> dans leurs opérations de maintenance mais ils ne participent pas tous à ce renfort.

La pression opérationnelle ressentie par les PNNT conduit inévitablement à une fatigue chronique du personnel, aux plans physique et psychologique.

**La charge de travail des PNNT est particulièrement élevée. Cette situation entraîne une fatigue chronique physique et psychologique chez ces derniers. Ces conditions de travail ne favorisent pas un niveau de sécurité optimal.**

#### **Renforts ponctuels**

Sept PNNT ne suffisant pas à assurer la maintenance en base, il a été décidé, pour compenser ce déficit, de projeter des renforts. Toutefois ce soutien ponctuel ne compense pas pleinement le déficit chronique.

La formation pour l'obtention de la QT AS 355 n'est plus disponible au catalogue de formation d'*Airbus Helicopters*. De ce fait, il est plus difficile de former de nouveaux techniciens à cette QT. Lors d'un pic d'activité au sein de la BSAM du Lamentin, le nombre de personnels qualifiés au sein de la douane ne permet plus d'assurer le renfort par du personnel formé. La douane fait donc appel à des prestataires extérieurs qui possèdent la compétence technique mais sont jugés moins souples d'emploi.

**Les renforts envoyés sont jugés insuffisants et non acculturés aux besoins opérationnels de la douane. Ils ne permettent pas d'assurer une baisse suffisante de la charge de travail des PNNT de la BSAM du Lamentin.**

#### 2.3.2.6. Fonctionnement de la maintenance

##### **Obstacles à la communication au sein de l'organisme d'entretien (OE)**

L'information en provenance des brigades remonte peu à l'autorité hiérarchique. Les informations techniques sont remontées à l'autorité par des fiches techniques d'anomalies (FTA). Cependant, les informations relevant de l'organisation et de l'activité globale sur les brigades remontent difficilement jusqu'à l'autorité hiérarchique de l'OE.

Les personnels de la BSAM du Lamentin partagent le sentiment que les contraintes opérationnelles, les particularités du milieu aéronautique et les implications dans le domaine des ressources humaines (RH) ont du mal à être justement évaluées par les autorités non aéronautiques de la DGDDI.

---

<sup>15</sup> Be2 : travaux d'entretien effectués sur les systèmes avioniques et électriques, et tâches électriques et avioniques dans les systèmes de motorisation et mécaniques n'exigeant que des tests simples pour démontrer leur bon fonctionnement ; opérations d'entretien en ligne programmées mineures et rectifications de défauts simples.

Cela entraîne un manque de confiance de la base vis-à-vis de sa hiérarchie « parisienne » pour comprendre et résoudre les différents problèmes des unités aériennes en général et de la BSAM en particulier. Ainsi, la crainte d'une sanction consécutive à une action ou une initiative qui serait mal comprise de la hiérarchie est assez fortement ancrée au sein de la douane. Cette crainte ne facilite pas la remontée de l'information.

**Les communications au sein de l'OE sont entravées par une différence de culture et par un manque de confiance des unités aéronautiques envers la hiérarchie.**

#### **Recrutement des PNNT**

En 2017, dans le cadre de sa demande d'obtention de l'agrément FRA 145<sup>16</sup>, la BSAM du Lamentin a été audité par la direction de la sécurité de l'aéronautique d'État (DSAÉ)<sup>17</sup>. Cet audit a soulevé la problématique des effectifs insuffisants de PNNT.

Suite à cet audit, des recrutements ont été initiés. Cependant, au moment de l'évènement ces recrutements n'avaient pas encore abouti.

Actuellement, les processus de recrutement sont longs; il faut en moyenne deux ans pour que le technicien recruté soit opérationnel. Dans une telle situation, le déficit de personnel peut être critique et peut ne pas être résorbé avant plusieurs années.

**Les autorités de l'OE ont connaissance des problèmes d'effectif de PNNT au sein de la BSAM du Lamentin. Des actions correctrices ont été décidées, qui n'avaient pas encore pleinement abouti lors de l'évènement.**

#### 2.3.2.7. Défaut de communication entre les responsables PNNT et le chef de la BSAM

La hiérarchie des PNNT est localisée à Mérignac, à la BCMA, et celle des PN/PNT est localisée au Lamentin en la personne du chef de brigade.

Pourtant, l'activité des deux catégories de personnels est fortement interdépendante et une étroite communication est nécessaire entre ces deux entités.

Le responsable technique a réalisé au cours de l'année quatre visites en Martinique et le chef de la BCMA, responsable hiérarchique, en a réalisé une.

**La communication épisodique entre le chef de la BSAM et les responsables PNNT, dont les activités sont fortement dépendantes, nuit à l'identification des problèmes et à la mise en place de mesures correctives.**

<sup>16</sup> FRA 145 : les FRA désignent la réglementation spécifique développée par l'aviation militaire visant à assurer le suivi, le contrôle et le maintien de navigabilité des aéronefs étatiques, en s'inspirant des règles appliquées en Europe pour l'aéronautique civile. La FRA 145 est la partie de cette réglementation relative à la maintenance.

<sup>17</sup> La DSAÉ est l'autorité de régulation et de surveillance des aéronefs d'État. Elle délivre les agréments de navigabilité.

#### 2.3.2.8. Une perte de compétence

Les PNNT ayant une QT AS 355 sont de plus en plus rares au sein de la douane. Le renfort par des prestataires extérieurs est nécessaire pour assurer la maintenance de ce type d'aéronef. Au sein de la douane, il n'y a plus que treize personnels détenteurs de la QT AS 355 dont deux sont présents sur la BSAM du Lamentin. Le faible effectif au sein de cette institution et plus particulièrement au sein de la BSAM du Lamentin ne facilite pas le développement d'un référentiel commun d'expérience. L'expérience sur AS 355 est de moins en moins capitalisée au sein de la douane.

Cette situation est accentuée par l'éloignement de la BSAM du Lamentin. Cet isolement géographique a un effet direct sur le partage des connaissances en limitant le contact des techniciens de la Martinique avec ceux de la métropole.

Le faible renouvellement de ce personnel conduit à une perte progressive de l'expérience qui n'est plus transmise.

**Le faible effectif et l'absence de renouvellement de personnels détenteurs de la QT AS 355 sont à l'origine d'une perte d'expérience et de compétence au sein de la douane susceptible de nuire à court terme à la sécurité des vols.**

PAS DE TEXTE

### 3. CONCLUSION

L'évènement est un incendie en vol dans le compartiment du moteur gauche suite à une fuite de carburant.

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

Un équipage composé d'un instructeur, d'un pilote et de deux personnels navigants techniques décolle de l'aéroport Aimé Césaire pour une séance d'instruction.

Après une série de tours de piste, l'aéronef s'éloigne de l'aéroport pour entamer une reconnaissance au profit du pilote nouvellement affecté.

Ayant détecté un incendie sur le moteur gauche, l'équipage coupe ce moteur, tente sans succès d'éteindre le feu au moyen des extincteurs de bord et rentre se poser sur l'aéroport.

L'équipage évacue l'aéronef et l'incendie est maîtrisé par les pompiers.

#### 3.2. Causes de l'évènement

L'incendie a été provoqué par l'inflammation du carburant s'échappant d'une canalisation percée par des arcs électriques en provenance du câble électrique en sortie du filtre antiparasite, en contact avec des parties chaudes du moteur.

Le carburant provenait d'une fuite de la tuyauterie du transmetteur de pression, provoquée par deux phénomènes concomitants : un phénomène d'électroérosion en provenance du câble électrique en sortie du filtre antiparasite et une usure de la tuyauterie par frottement du même câble.

L'usure du câble a deux origines :

- sa déformation lors de son montage sur le filtre antiparasite induisant une contrainte en torsion générant la rupture des brins le composant ;
- sa mise en contact direct avec la tuyauterie carburant induisant une usure de son isolant.

Le cheminement du câble et la méthode de branchement sur le filtre antiparasite ne respectent pas les exigences du manuel des techniques courantes (MTC). Le pliage excessif du câble et le contact direct de celui-ci avec les canalisations de carburant n'ont pas été détectés lors des opérations de maintenance précédant l'évènement.

La pression opérationnelle de la BSAM, aggravée par le sous-effectif de personnels de maintenance, et une documentation insuffisamment précise, ont favorisé les erreurs de maintenance.

Les défauts de communication existant entre les différentes catégories de personnels et au sein de la chaîne hiérarchique ont empêché la mise en place d'un dialogue susceptible d'améliorer la maintenance et de prévenir ce type d'incident aérien.

PAS DE TEXTE

## 4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

#### 4.1.1. Torsion du câble électrique

Le câble électrique a été déformé à l'excès afin de le brancher sur le filtre antiparasite. Les torsions exercées ont provoqué le sectionnement de plusieurs brins composant le câble. À la pose, le contact entre le câble et les tuyauteries de carburant n'a pas été détecté. Les opérations de maintenance effectuées avant l'incident n'ont pas permis de corriger cette anomalie.

En conséquence, le BEA-É recommande:

**à la DGDDI de mettre en œuvre un plan de formation visant à rappeler à l'ensemble des personnels de maintenance les exigences de contrôle des systèmes de câblages électriques et connectiques (EWIS<sup>18</sup>).**

**R1 – [F-2017-08-I]**

#### 4.1.2. Documentation

Le câble électrique a été positionné au contact direct des canalisations de carburant, ce qui a provoqué une usure des tuyauteries. La documentation du constructeur ne précise pas suffisamment le cheminement du câble et les spécificités (torsions acceptables) du câble.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à Airbus Helicopters de compléter la documentation relative au câble électrique et de préciser son cheminement en sortie de filtre antiparasite.**

**R2 – [F-2017-08-I]**

#### 4.1.3. Effectifs

Les effectifs dédiés à la maintenance des aéronefs de la BSAM du Lamentin ainsi que le nombre de PNNT en mesure d'autoriser un aéronef à être remis en service (APRS) semblent trop limités, au regard du nombre des aéronefs de l'unité.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGDDI d'étudier la possibilité d'augmenter les effectifs dédiés à la maintenance des aéronefs au sein la BSAM du Lamentin.**

**R3 – [F-2017-08-I]**

---

<sup>18</sup> EWIS : *electrical wiring interconnection system* (systèmes de câblages électriques et connectiques).

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

### 4.2.1. Direction fonctionnelle aéronautique

Les services centraux de la douane intègrent une sous-direction qui gère, entre autre, les moyens. Au sein de cette sous-direction, un bureau est plus particulièrement en charge de la coordination aéromaritime et des moyens d'intervention des services.

Il n'existe aucune structure fonctionnelle aéronautique clairement identifiée. Cela provoque notamment une rupture managériale entre les brigades opérationnelles d'une part et l'échelon central d'autre part.

Par ailleurs, les brigades dépendent organiquement de l'échelon régional qui dispose d'un officier aérien, pilote avion ou hélicoptère, en charge, notamment, de la planification et de la coordination. Le seul correspondant de l'échelon central est donc la direction régionale. L'échelon central n'a pas de lien organique avec les brigades, ce qui peut induire des difficultés de communication et de compréhension entre les différents niveaux.

De plus, l'échelon central de la douane est de facto dirigé par des managers issus d'un cursus généraliste. Les spécialistes aéronautiques affectés en échelon central assurent un rôle d'expert technique et de conseil.

Sur le territoire métropolitain et outre-mer, les brigades sont armées par des pilotes, des PNT et des PNNT qui possèdent tous une expertise aéronautique.

La différence de culture qui existe entre les services centraux et les brigades rend le dialogue et la compréhension mutuelle problématiques.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGDDI d'étudier la création d'un échelon hiérarchique décentralisé en charge de la gouvernance aéronautique.**

**R4 – [F-2017-08-I]**

### 4.2.2. Organisation managériale des brigades

Les brigades sont organisées de telle façon que la structure opérationnelle est séparée de celle de la maintenance. Le chef de base est donc limité dans son rôle managérial.

Par ailleurs, le fait que les brigades soient coupées de Paris et de Mérignac renforce les difficultés de communication.

En conséquence, le BEA-É recommande :

**à la DGDDI d'étudier la possibilité de réorganiser le fonctionnement de ses brigades et les prérogatives de ses chefs.**

**R5 – [F-2017-08-I]**

#### 4.2.3. Système d'incendie

Lorsque le feu s'est déclaré à bord, l'équipage a correctement appliqué la procédure. Cependant, l'utilisation des deux extincteurs n'a pas permis d'éteindre l'incendie.

En conséquence, le BEA-É recommande :

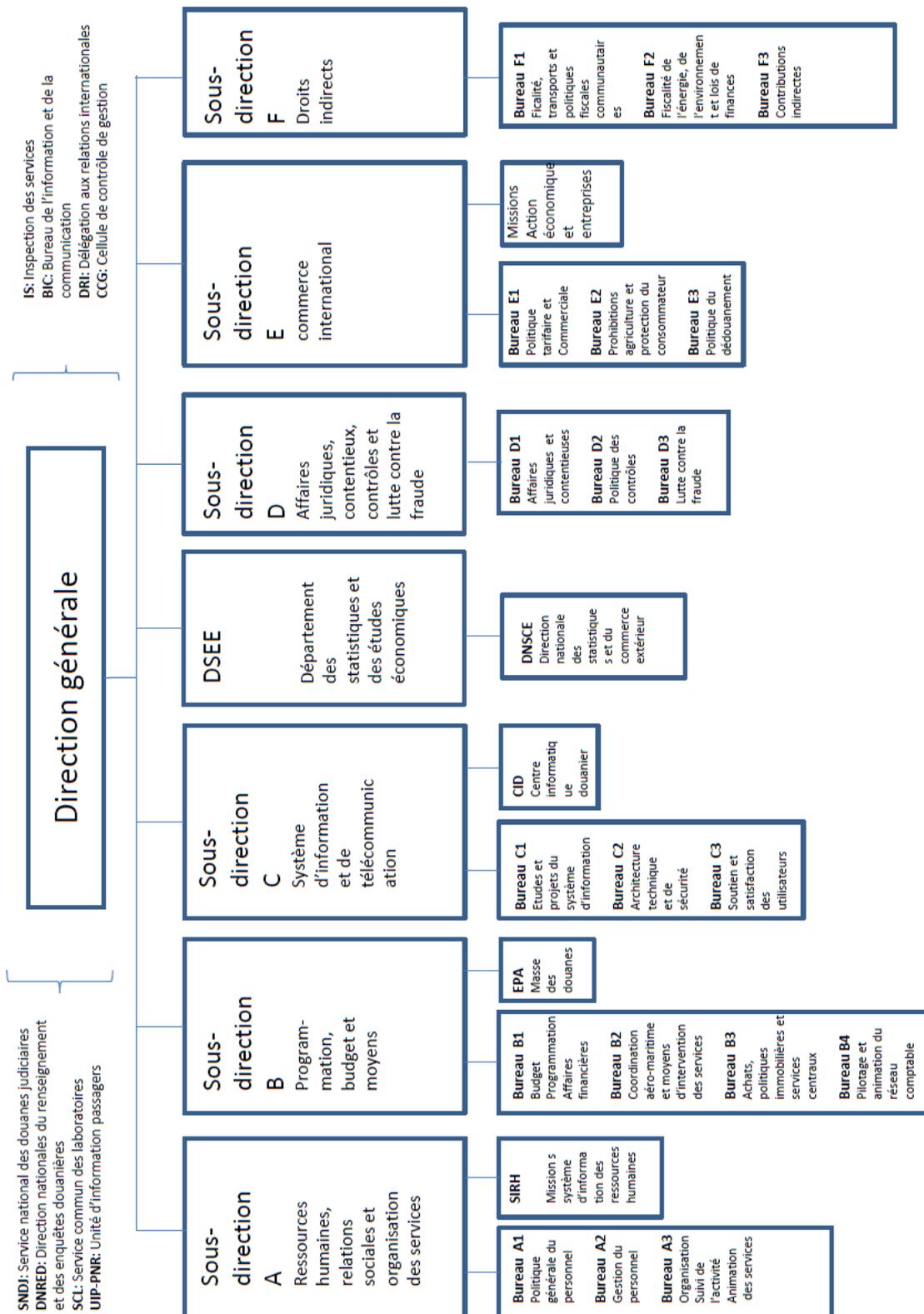
**à Airbus Helicopters de conduire une analyse concernant le dispositif anti-incendie de l'AS 355 afin de garantir que les extincteurs à bord permettent effectivement d'éteindre tout feu moteur.**

**R6 – [F-2017-08-I]**

## ANNEXES

ANNEXE 1 ORGANIGRAMME DES SERVICES CENTRAUX ET NATIONAUX DE LA DGDDI .....	37
ANNEXE 2 DISPOSITIF DE SURVEILLANCE MARITIME ET AÉRIENNE DE LA DOUANE AU 31 DECEMBRE 2016.....	38

**ANNEXE 1**  
**ORGANIGRAMME DES SERVICES CENTRAUX ET NATIONAUX DE LA DGDDI**



**ANNEXE 2**  
**DISPOSITIF DE SURVEILLANCE MARITIME ET AÉRIENNE DE LA DOUANE AU 31 DECEMBRE 2016**

