



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

# BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

## RAPPORT D'ENQUÊTE TECHNIQUE



### BEAD-air-T-2009-009-A

<b>Date de l'événement</b>	<b>23 septembre 2009</b>
<b>Lieu</b>	<b>Aérodrome du Luc Le Cannet</b>
<b>Type d'appareil</b>	<b>SA 342 M1 Gazelle Viviane (lisse)</b>
<b>Immatriculation</b>	<b>F-MGAX – n° 4018</b>
<b>Organisme</b>	<b>Aviation légère de l'armée de terre</b>
<b>Unité</b>	<b>EALAT - Base école Général Lejay (BEGL)</b>

## **AVERTISSEMENT**

### **COMPOSITION DU RAPPORT**

Les faits, utiles à la compréhension de l'événement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'événement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes certaines ou possibles. Enfin, dans le dernier chapitre, des propositions en matière de prévention sont présentées.

Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures légales.

### **UTILISATION DU RAPPORT**

L'objectif du rapport d'enquête technique est d'identifier les causes de l'événement et de formuler des recommandations de sécurité. En conséquence, l'utilisation de la deuxième partie de ce rapport et des suivantes à d'autres fins que celle de la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

---

## **CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS**

Page de garde : COMALAT.

Pages 14 à 28 : BEAD-air.

**TABLE DES MATIERES**

<b>AVERTISSEMENT</b>	<b>2</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b>	<b>4</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>5</b>
<b>SYNOPSIS</b>	<b>6</b>
<b>1. Renseignements de base</b>	<b>7</b>
1.1. Déroulement du vol	7
1.1.1. Contexte du vol	7
1.1.2. Déroulement du vol	7
1.1.3. Localisation de l'accident	9
1.2. Tués et blessés	9
1.3. Dommages à l'aéronef	9
1.4. Autres dommages	9
1.5. Renseignements sur le personnel	9
1.5.1. Pilote commandant de bord	9
1.5.2. Pilote	10
1.6. Renseignements sur l'aéronef	11
1.6.1. Maintenance	11
1.6.2. Performances	11
1.6.3. Carburant	11
1.7. Conditions météorologiques	11
1.7.1. Observations	11
1.7.2. Conditions de nuit	12
1.8. Aides à la navigation	12
1.9. Télécommunications	12
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	12
1.11. Enregistreurs de bord	13
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	13
1.12.1. Examen de la zone d'impact	13
1.12.2. Examen de l'épave	18
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	27
1.13.1. Pilote commandant de bord	27
1.13.2. Pilote	28
1.14. Incendie	28
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	28
1.15.1. Déclenchement des secours	28
1.16. Essais et recherches	28
1.17. Renseignements sur les organismes	28
1.17.1. Contexte d'emploi de l'équipage	28
1.18. Renseignements supplémentaires	29
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	29
<b>2. Analyse</b>	<b>30</b>
2.1. Témoignage de l'équipage	30
2.2. Scénario et causes de l'accident	30
2.3. Analyse des facteurs contributifs au défaut de contrôle de l'attitude et de la hauteur de l'appareil	31
2.3.1. Domaine technique	31
2.3.2. Domaine environnemental	31
2.3.3. Domaine facteur humain	32
<b>3. Conclusion</b>	<b>34</b>
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	34
3.2. Causes de l'événement	34
<b>4. Recommandations de sécurité</b>	<b>35</b>
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	35
4.1.1. Travail en équipage	35
4.1.2. Prise en charge médicale des équipages suite à un événement aérien	35
4.1.3. Notification de l'événement – conséquences relatives aux prélèvements biologiques	35
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	35
4.2.1. Surveillance des régimes alimentaires suivis par les PN	35
4.2.2. Procédures après accident sur aérodrome – sécurisation des pistes et taxiways	36

**TABLE DES ILLUSTRATIONS**

Vue n° 1 : schématisation de la trajectoire de roulage .....	8
Vue n° 2 : vue de l'appareil .....	13
Vue n° 3 : débris du palier arrière de transmission RAC projetés sur la piste 13/31 .....	14
Vue n° 4 : morceau rompu de l'arbre de liaison RAC, côté flector, projeté sur la gauche de l'appareil.....	14
Vue n° 5 : morceau rompu de l'arbre de liaison RAC, côté boîtier de transmission arrière .....	15
Vue n° 6 : trace d'impact au sol du coupe-câble avant .....	16
Vue n° 7 : traces de frottement sous le coupe-câble avant .....	16
Vue n° 8 : érosion du sol au niveau de l'arrière du patin droit.....	17
Vue n° 9 : trace sur le sol à l'arrière du patin gauche. ....	17
Vue n° 10 : érosion du sol à l'arrière droit du sabot.....	18
Vue n° 11 : traces de contacts entre la traverse arrière et les flancs de la cabine .....	19
Vue n° 12 : vue du fléchissement vers la gauche de la poutre de queue .....	20
Vue n° 13 : déformations en flexion de la poutre de queue .....	20
Vue n° 14 : endommagements provoqués par le rotor principal à l'arrière de la poutre.....	21
Vue n° 15 : ruptures de l'accouplement flector (à gauche) et du palier de la transmission RAC (à droite).....	22
Vue n° 16 : impacts des pales et ruptures sur l'arbre de liaison de la transmission RAC .....	23
Vue n° 17 : sectionnement de la biellette de commande de pas RAC.....	23
Vue n° 18 : endommagements de la pale repérée « rouge » .....	24
Vue n° 19 : endommagements de la pale repérée « bleue » .....	24
Vue n° 20 : endommagements de la pale repérée « jaune » .....	25
Vue n° 21 : illustration du rapprochement s'étant produit lors de l'accident entre la dérive et l'extrémité des pales principales .....	26
Vue n° 22: rupture de l'ensemble ferrure support supérieur GTM .....	27

## GLOSSAIRE

ALAT	Aviation légère de l'armée de terre
BEGL	Base école Général Lejay
CAM	Circulation aérienne militaire
CEMPN	Centre d'expertise médicale du personnel navigant
DVN	Directeur des vols de nuit
EALAT	École de l'aviation légère de l'armée de terre
EPI	Enquêteur de première information
GTM	Groupe turbomoteur
HL	Hélicoptère léger
JVN	Jumelles de vision nocturne
PCB	Pilote commandant de bord
PN	Personnel navigant
QFU	Orientation magnétique de la piste (en dizaines de degrés)
RHC	Régiment d'hélicoptères de combat
RAC	Rotor anti-couple
SSIS	Service de sécurité incendie sauvetage

## SYNOPSIS

Date de l'événement : mercredi 23 septembre vers 23 h 05.  
Lieu de l'événement : bretelle E de l'aérodrome du Luc Le Cannet LFMC (Var).  
Organisme : aviation légère de l'armée de terre (ALAT).  
Commandement : école de l'aviation légère de l'armée de terre (EALAT).  
Unité : base école Général Lejay (Le Cannet des Maures).  
Aéronef : SA 342 M1 Gazelle Viviane F-MGAX n° 4018 (version lisse<sup>1</sup>).  
Nature du vol : liaison en vol de nuit classique (sans dispositif de vision nocturne).  
Nombre de personnes à bord : 2 pilotes moniteurs.

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

En rejoignant le parking au retour d'un vol de nuit classique, l'hélicoptère heurte violemment le sol. Les pales ont impacté la poutre de queue. L'équipage est indemne.

### Composition du groupe d'enquête technique

- Un directeur d'enquête technique du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un enquêteur adjoint du BEAD-air.
- Un enquêteur de première information (EPI).
- Un médecin du personnel navigant.
- Un officier pilote, breveté moniteur.
- Un officier mécanicien.

### Autres experts consultés

- Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA).

### Déclenchement de l'enquête technique

Le lendemain de l'accident, successivement :

- le BEAD-air est prévenu par téléphone vers 09 h 00, par le bureau de sécurité des vols du commandement de l'ALAT (COMALAT/BSV) ;
- l'EPI et les experts sont désignés par le BEAD-air vers 10 h 00. L'EPI est en poste au Luc, il effectue les premières constatations ;
- les enquêteurs du BEAD-air rejoignent le Luc par VAM ; l'ensemble du groupe d'enquête technique est réuni au Luc vers 16 h 00.

L'appareil a été maintenu sur la bretelle jusqu'au 25 septembre dans l'après-midi.

Un message de premières informations a été émis par le BEAD-air le 25 septembre vers 16 h 30.

### Enquête judiciaire

La section du parquet en charge des affaires pénales militaires auprès du tribunal de grande instance de Marseille s'est saisie de l'affaire. Un officier de police judiciaire de la brigade de gendarmerie de l'air de la base aérienne de Nice a été commis.

---

<sup>1</sup> Système d'arme déposé.

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1. Déroulement du vol

Indicatif mission : F-MGAX.

Type de mission : soutien à des tirs d'entretien<sup>2</sup>.

Type de vol : vol de liaison en CAM V, en vol de nuit classique.

Dernier point de départ : camp de Canjuers, pas de tir.

Heure de départ : 22 h 50.

Point d'atterrissage : aérodrome du Luc.

#### 1.1.1. Contexte du vol

L'objectif de la mission est d'assurer un soutien lors de tirs d'entretien réalisés de nuit sur le camp militaire de Canjuers par 3 Gazelle d'un régiment d'hélicoptères de combat (RHC). Ce soutien au tir est réalisé par deux pilotes qualifiés moniteurs d'une brigade du Luc, équipage de la Gazelle 4018 accidentée.

Le vol de mise en place sur le pas de tir à Canjuers est réalisé de jour (décollage à 19 h 45, atterrissage à 20 h 05). Le pilote en place droite est aux commandes lors de ce vol.

Lors de la mission de soutien au tir, le pilote commandant de bord (PCB) est au sol et occupe la fonction de directeur de tir, le pilote étant successivement à bord des Gazelle du RHC qui réalisent les tirs.

#### 1.1.2. Déroulement du vol

Le déroulement du vol décrit ci-dessous est basé sur les témoignages de l'équipage et du contrôle aérien.

Une fois la mission réalisée, les 4 appareils rejoignent Le Luc de nuit, via le secteur d'Aups puis le point NW. Les 3 Gazelle du RHC volent sous JVN (jumelles de vision nocturne).

La Gazelle AX décolle en dernier de Canjuers à 22 h 50, en vol de nuit classique. Le PCB en place gauche est aux commandes lors de ce vol.

A l'arrivée, les 3 Gazelle stabilisent en stationnaire sous JVN au-dessus de la piste 13 non balisée puis rejoignent le parking de l'escadrille des moyens aériens (EMA Gazelle) via la bretelle *E*.

Le PCB stabilise en stationnaire au-dessus de la piste 09 éclairée<sup>3</sup>, à hauteur de la bretelle *C*.

L'appareil est autorisé par la tour de contrôle à rejoindre le même parking, en cédant le passage aux 3 Gazelle. Il roule<sup>4</sup> vers la même bretelle via la croisée des pistes.

Alors que l'appareil se trouve entre les bretelles *D* et *E*, le PCB engage une conversation, sur une fréquence UHF interne brigade, avec son adjoint qui se trouve à bord d'une Gazelle sur le parking<sup>5</sup>.

Le contrôle signale à l'équipage qu'il allume le portail *E*. Le PCB accuse réception.

Le chef de la patrouille du RHC, parké face à l'est, contacte la tour de contrôle pour couper et clôturer. La tour lui indique le vent (« *wind calm* ») et l'autorise à quitter la fréquence.

---

<sup>2</sup> Il s'agit d'un contrôle de compétence annuel au profit de tireurs qualifiés.

<sup>3</sup> Intensité limitée au niveau 2 (sur 5).

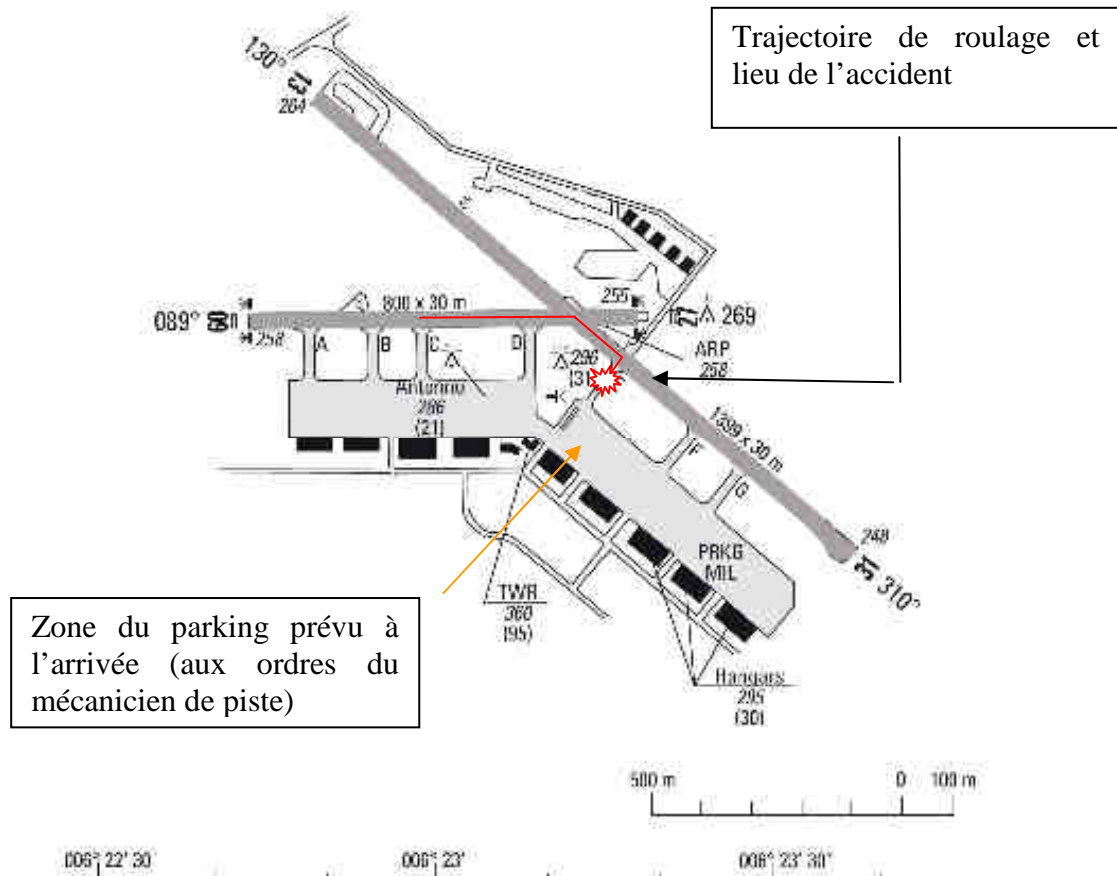
<sup>4</sup> Roulage : translation à faible hauteur au-dessus des aires de manœuvre et de stationnement.

<sup>5</sup> Le PCB a entendu avant l'atterrissage son adjoint annoncer un retard à la mise en route sur la fréquence tour, il le contacte pour en connaître la raison (il s'agissait d'un retard technique de l'ordre de 30 minutes).

Vers 23 h 05, alors qu'AX approche du portail E, l'appareil impacte violemment le sol en position cabrée. L'équipage, indemne, effectue une séquence d'arrêt sans utiliser le coupe-feu et sort de l'appareil.

Les pompiers, alertés par la tour de contrôle, sont rapidement sur place.

La poutre de queue de l'appareil est endommagée : elle est fléchiée et les pales du rotor principal l'ont impactée.



Vue n° 1 : schématisation de la trajectoire de roulage



### 1.1.3. Localisation de l'accident

- Lieu :
  - pays : France ;
  - département : Var ;
  - commune : Le Cannet des Maures ;
  - coordonnées géographiques :
    - N 43° 23'02'' ;
    - E 006° 23'15''.
  - altitude : environ 265 ft.
- Moment : nuit.

### 1.2. Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles	/	/	/
Graves	/	/	/
Légères	/	/	/
Aucune	2	/	/

### 1.3. Dommages à l'aéronef

	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
Aéronef			X	

### 1.4. Autres dommages

Néant.

### 1.5. Renseignements sur le personnel

#### 1.5.1. Pilote commandant de bord

- Age : 33 ans.
- Unité d'affectation : BEGL ;
  - fonction dans l'unité : chef de la brigade Viviane ;
  - en poste à la brigade depuis 2004.
- Formation :
  - qualification : moniteur hélicoptère léger (HL) ;
  - école de spécialisation : EALAT.

– Heures de vol :

	total		dans le semestre écoulé		dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur Gazelle	sur tous types	dont sur Gazelle	sur tous types	dont sur Gazelle
total	2434	2380	124	124	9.6	9.6
dont nuit	904	904	91	91	6.4	6.4
dont VSV	115	115	2.4	2.4	0.4	0.4

– Dates des derniers vols comme pilote aux commandes (effectués sur Gazelle) :

- de jour : 28 juillet 2009 ;
- de nuit : 17 septembre 2009.

– Carte de circulation aérienne :

- type : MOVICAM<sup>6</sup> ;
- date d'expiration : 15 novembre 2009.

#### 1.5.2. Pilote

– Age : 36 ans.

– Unité d'affectation : BEGL ;

- fonction dans l'unité : moniteur de la brigade Viviane ;
- en poste à la brigade depuis 2006.

– Formation :

- qualification : moniteur HL ;
- école de spécialisation : EALAT.

– Heures de vol comme pilote :

	total		dans le semestre écoulé		dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur Gazelle	sur tous types	dont sur Gazelle	sur tous types	dont sur Gazelle
total	2413	2350	57	57	7.4	7.4
dont nuit	675	674	43	43	6.3	6.3
dont VSV	145	145	3	3	0.3	0.3

– Date du dernier vol comme pilote aux commandes :

- 23 septembre 2009.

– Carte de circulation aérienne :

- type : PCB VICAM<sup>7</sup> ;

<sup>6</sup> MOVICAM : moniteur vol aux instruments, en circulation aérienne militaire.

<sup>7</sup> VICAM : vols aux instruments, en circulation aérienne militaire.

- date d'expiration : 7 avril 2010.

## 1.6. Renseignements sur l'aéronef

	Type	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	Gazelle SA 242 M1 Viviane lisse	4018	5934.20	seconde EMJ <sup>8</sup> oct.nov 2008 : 45.10
Moteur	GTM ASTAZOU XIV M	8021 / 7021	3631.50	RG <sup>9</sup> : 1633.50

- Base aérienne de stationnement : base école Général Lejay Le Luc.
- Configuration : viseur de tir, pavé, chaises et supports d'armement déposés.

### 1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme aux programmes de maintenance en vigueur au sein de l'ALAT.

L'appareil ne faisait l'objet d'aucune restriction de vol.

### 1.6.2. Performances

- Masse maximale au décollage : 2100 kg.
- Masse à vide équipée, en ordre de vol : 1267 kg.
- Masse estimée au départ de Canjuers : 1700 kg.
- Masse estimée au moment de l'événement : 1652 kg.
- Centrage longitudinal estimé au moment de l'événement : environ 2.92 mètres, ce qui correspond à un centrage légèrement avant.

La masse et le centrage étaient dans les normes durant l'ensemble de la mission.

### 1.6.3. Carburant

- Type de carburant utilisé : carburacteur F-34.
- Quantité de carburant embarquée au départ du Luc : 350 litres.
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : estimée à 260 litres (une reprise de carburant de 250 litres a été effectuée).

## 1.7. Conditions météorologiques

### 1.7.1. Observations

Relevé de la station du Luc à 23 h 00 :

- ciel clair ;
- vent 120°/2 kt maximum 4 kt ;

<sup>8</sup> EMJ = visite d'entretien majeur (180 mois/4000 h).

<sup>9</sup> RG = révision générale (15 ans/2500 heures).

- visibilité 7 km ;
- température -17,6° - point de rosée 14,9° - humidité relative : 84 % ;
- QNH – QFE : 1021 – 1012.

#### 1.7.2. Conditions de nuit

- Début de la nuit aéronautique à 20 h 00 le soir de l'accident au Luc (coucher du soleil à 19 h30) ;
- Prévision de niveau de nuit 4<sup>10</sup> entre 23 h 00 et 24 h 00, Lune non visible (coucher à 21 h 42).

### 1.8. Aides à la navigation

Sans objet.

### 1.9. Télécommunications

Les équipements de télécommunications à bord de l'appareil étaient opérationnels<sup>11</sup> et le contact avec la tour de contrôle a pu être établi normalement.

L'équipage était en contact lors de la phase de roulage :

- en VHF, avec le contrôle sur la fréquence tour<sup>12</sup>, en langue anglaise ; le groupe d'enquête a eu accès à l'enregistrement des échanges sur cette fréquence ;
- en UHF, avec l'équipage d'une Gazelle en fin de mise en route sur le parking Gazelle ; cette fréquence n'est pas enregistrée.

### 1.10. Renseignements sur l'aérodrome

La BEGL est le gestionnaire de l'aérodrome Le Luc - Le Cannet qui est ouvert à la circulation aérienne publique.

Il possède deux pistes :

- 13/31 (1400x30 m), non balisée ;
- 09/27 (800x30 m), balisée.

La distance parcourue par l'appareil en translation, entre le travers de la bretelle C sur la piste 09 et le lieu de l'accident, est de l'ordre de 470 mètres.

Le balisage de la piste 09/27 (HI/BI) est constitué :

- d'un balisage d'extrémité de piste (6 feux de couleur rouge) ;
- d'un balisage de seuil de piste (12 feux verts et 2 feux à éclat simultanés) ;
- d'un balisage de bord de piste constitué de feux blancs.

---

<sup>10</sup> Niveau défini par le logiciel Noctambule 2.0. L'échelle comprend 5 niveaux, de 1 (*nuit très claire*) à 5 (*nuit très sombre*). Le niveau 4 est dit *nuit sombre*.

<sup>11</sup> Poste VHF/FM non installé.

<sup>12</sup> Un chef de quart et un contrôleur air armaient la tour (armement minimal du quart de nuit). Le poste sol n'était pas actif.

Les voies de circulation A, B, C, D, et E sont balisées, notamment :

- entrée/sortie de piste E : 2 x 8 feux bleus.

### **1.11. Enregistreurs de bord**

Les hélicoptères de type Gazelle en service dans l'ALAT ne sont pas équipés d'enregistreur de paramètres ou de phonie.

### **1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact**

#### 1.12.1. Examen de la zone d'impact

##### 1.12.1.1. Positionnement de l'appareil

L'appareil s'est arrêté sur la bretelle E, sur la marque située environ 20 mètres devant le seuil de la porte.



Vue n° 2 : vue de l'appareil

L'axe de la cabine est orienté d'environ 20° vers la droite par rapport à l'axe de la bretelle.

##### 1.12.1.2. Dispersion des débris

Les pales du rotor principal ont impacté la structure arrière, en projetant des débris composites et métalliques, ces derniers jusqu'à des distances de l'ordre de 90 mètres.

Des morceaux de la transmission arrière ont été projetés sur la piste 13/31 à l'arrière gauche de l'appareil (vue n°3), sur la partie herbeuse à gauche (vue n°4), et sur le parking Gazelle à l'avant gauche (vue n°5).



Vue n° 3 : débris du palier arrière de transmission RAC projetés sur la piste 13/31



Vue n° 4 : morceau rompu de l'arbre de liaison RAC, côté flector, projeté sur la gauche de l'appareil



Vue n° 5 : morceau rompu de l'arbre de liaison RAC, côté boîtier de transmission arrière

#### 1.12.1.3. Traces au sol

L'épanchement de fluide hydraulique au sol est consécutif au sectionnement par les pales du rotor principal des tuyauteries d'alimentation de la servocommande arrière, à la base de la dérive.

Le sol bitumé présente des traces d'érosion qui ont été provoquées par le sabot de poutre de queue, les parties arrière des deux patins et le coupe-câble inférieur.



Vue n° 6 : trace d'impact au sol du coupe-câble avant



Vue n° 7 : traces de frottement sous le coupe-câble avant (l'avant de l'appareil est à droite)





Vue n° 8 : érosion du sol au niveau de l'arrière du patin droit



Vue n° 9 : trace sur le sol à l'arrière du patin gauche.



Vue n° 10 : érosion du sol à l'arrière droit du sabot.

### 1.12.2. Examen de l'épave

Les endommagements mentionnés dans ce chapitre ont été constatés lors d'inspections visuelles sans démontage des structures et sans dépose de systèmes. Ils ne préjugent donc pas d'endommagements qui seraient constatés lors d'éventuelles inspections ultérieures.

#### 1.12.2.1. Cellule

Elle repose sur ses patins qui sont anormalement écartés.

La traverse arrière de l'atterrisseur a fléchi, en impactant les flancs du fuselage. Elle semble cintrée vers le haut.



côté gauche



côté droit

Vue n° 11 : traces de contacts entre la traverse arrière et les flancs de la cabine

Sous la structure inférieure, le coupe-câble inférieur (cf. chapitre 1.12.1.3), l'antenne transpondeur et le cadre antenne présentent des traces de frottement.

Le phare est en position « sorti », avec une légère orientation vers le bas.

La poutre présente des plis importants après le cône de jonction, provoqués par des fléchissements orientés vers le haut, vers le bas et vers la gauche vu de l'arrière.

L'arbre de transmission arrière est cintré.

Le sabot est détruit.



Vue n° 12 : vue du fléchissement vers la gauche de la poutre de queue



Vue n° 13 : déformations en flexion de la poutre de queue

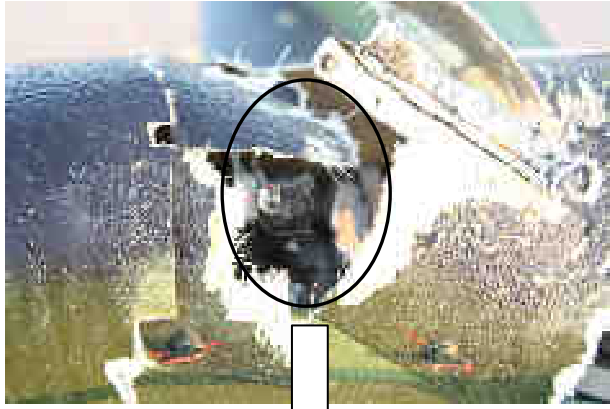
Les pales du rotor principal ont impacté :

- les carénages à l'arrière de la poutre et le fenestron ;
- les sommets des empennages ;
- la partie finale de la transmission de puissance au RAC, provoquant la destruction du palier, la rupture de l'accouplement *flector*, la rupture en 2 morceaux de l'arbre de liaison, avec son désengagement du boîtier de transmission arrière et sa projection sur la piste 13/31 et sur le parking (cf. chapitre 1.12.1.2) ;
- la biellette de commande de pas du RAC, en la sectionnant ;
- les tuyauteries d'alimentation de la servocommande arrière, en les sectionnant.

Consécutivement aux dommages sur le fenestron, les pales du RAC ont découpé la tôle périphérique.

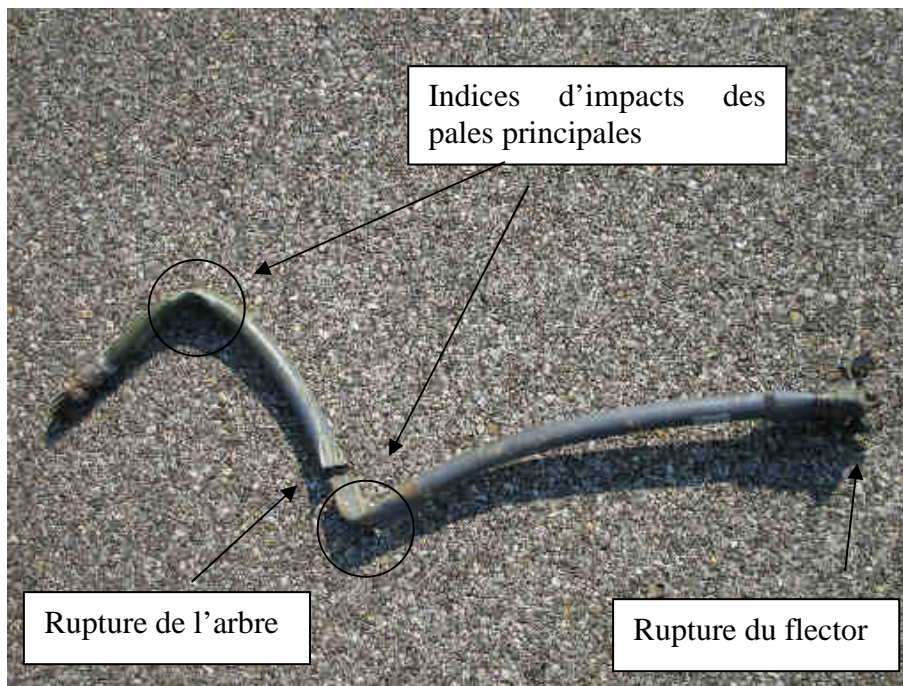


Vue n° 14 : endommagements provoqués par le rotor principal à l'arrière de la poutre



Vue n° 15 : ruptures de l'accouplement flector (à gauche) et du palier de la transmission RAC (à droite)

Les deux morceaux de l'arbre de liaison ont été rapprochés sur la figure ci-dessous, montrant les deux impacts de pales avec rotation de l'arbre entre-temps.



Vue n° 16 : impacts des pales et ruptures sur l'arbre de liaison de la transmission RAC



Vue n° 17 : sectionnement de la biellette de commande de pas RAC

#### 1.12.2.2. Rotor principal

Les 3 pales (de type « Fennec » en structure composite) sont endommagées. La pale repérée « rouge », la plus endommagée, a probablement heurté les parties métalliques (notamment la transmission arrière).



Vue n° 18 : endommagements de la pale repérée « rouge »



Vue n° 19 : endommagements de la pale repérée « bleue »





Vue n° 20 : endommagements de la pale repérée « jaune »

Les endommagements constatés en bas de dérive montrent que les pales ont déchiré les tôles jusqu'à une profondeur d'environ 25 cm. Un rapprochement de la dérive de l'ordre de 30 cm s'est donc produit. La vue ci-dessous illustre ce phénomène.



Positions relatives de la pale et de la dérive, en statique, pale libre



Positions relatives de la pale et de la dérive, en statique, pale abaissée



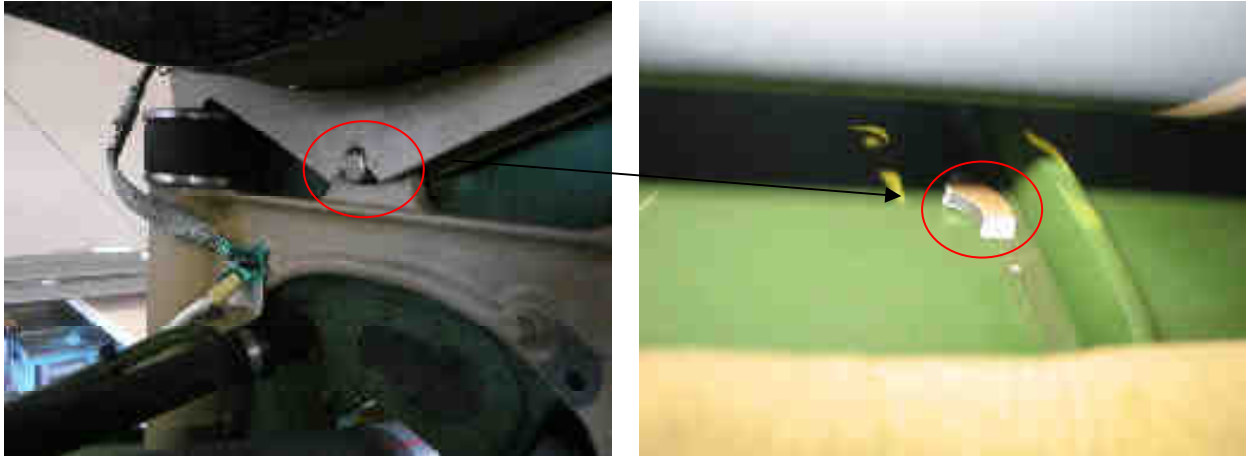
Arrière de la poutre de queue de la Gazelle accidentée

Vue n° 21 : illustration du rapprochement s'étant produit lors de l'accident entre la dérive et l'extrémité des pales principales

### 1.12.2.3. Groupe turbomoteur - transmission principale – mât rotor

L'examen des bouchons magnétiques ne révèle aucun dépôt.

Le seul endommagement visible est la rupture de l'ensemble ferrure support supérieur du GTM au niveau de l'axe lisse, dans un phénomène de rebond consécutif à l'enfoncement des *silentblocks*.



Vue n° 22: rupture de l'ensemble ferrure support supérieur GTM

#### 1.12.2.4. Poste de pilotage

Les constats notables sont :

- l'altimètre est calé à 1024 hPa ;
- l'interrupteur de mise en marche de la radiobalise de détresse (balise avionnée de type ERSX-3B-A06) est sur la position *automatique* ; elle ne s'est pas déclenchée.

### 1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

#### 1.13.1. Pilote commandant de bord

- Dernière visite au CEMPN de Toulon :
  - date : 07 janvier 2009 ;
  - résultat : apte PN sans restrictions avec remarque : surveiller le poids (+11kg en 2 ans) ;
  - validité : 24 mois.
- Dernière visite PN à l'unité :
  - type : visite révisionnelle ;
  - date : 8 juillet 2009 ;
  - résultat : apte PN sans restrictions ;
  - validité : 6 mois.
- Examens biologiques : réalisés le lendemain 24 septembre à 14 h 00 (soit quinze heures après l'accident), sur réquisition de la partie judiciaire. Les analyses sont négatives<sup>13</sup>.
- Blessures : aucune.

---

<sup>13</sup> Recherche d'alcool, de stupéfiants.

### 1.13.2. Pilote

- Dernière visite PN à l'unité :
  - type : visite révisonnaire ;
  - date : 12 mai 2009 ;
  - résultat : apte sans restrictions ;
  - validité : 6 mois.
- Examens biologiques : non effectués.
- Blessures : aucune.

### 1.14. Incendie

Sans objet.

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

#### 1.15.1. Déclenchement des secours

Les deux contrôleurs en poste à la vigie entendent un bruit sourd, parmi le bruit ambiant (4 Gazelle sont stationnées rotors tournant sur le parking Gazelle). Portant leur regard vers la piste, l'orientation du phare de la Gazelle accidentée, décalé par rapport à l'axe de la bretelle, leur paraît anormale. Le contrôleur air questionne donc l'équipage et met en alerte le peloton SSIS<sup>14</sup>. L'équipage répond qu'il est indemne et confirme que l'appareil est endommagé. Le contrôleur dirige le peloton SSIS vers le lieu de l'accident et prévient le directeur des vols de nuit (DVN). Le DVN se rend à l'appareil où il rencontre l'équipage.

Il contacte par téléphone l'officier de sécurité des vols (OSV), joint hors de la base. Celui-ci contacte par téléphone le médecin chef, également joint hors de la base<sup>15</sup>. Celui-ci prévoit de recevoir les membres d'équipage en consultation le lendemain matin.

### 1.16. Essais et recherches

Néant.

### 1.17. Renseignements sur les organismes

#### 1.17.1. Contexte d'emploi de l'équipage

La BEGL est une des 2 écoles de l'EALAT, au sein de laquelle est assurée la formation opérationnelle à l'aérocombat.

Le PCB est chef d'une des brigades de la BEGL, le PNC est l'un des moniteurs de cette brigade.

---

<sup>14</sup> SSIS : service de sécurité incendie et de sauvetage.

<sup>15</sup> En dehors des heures normales de service, la permanence médicale est assurée par 1 médecin (ou 1 sous-officier infirmier d'astreinte) joignable par téléphone.

Ils sont en horaire de nuit permanent, respectivement depuis 2004 et 2006. Le cadre global de ce rythme de travail est le suivant :

- du lundi au jeudi, début du travail à 15 h 00 pour la période concernée par l'accident (14 h 00 en horaire d'hiver) ; fin du travail en fonction de la programmation des vols et des tâches administratives liées (fin à 23 h 00 si aucun vol n'est prévu ensuite) nombre de rotations de nuit limité à 2, de manière générale.

#### **1.18. Renseignements supplémentaires**

Néant.

#### **1.19. Techniques spécifiques d'enquête**

Néant.

## 2. ANALYSE

En rejoignant le parking au retour d'un vol de liaison entre le camp de Canjuers et sa base, effectué en vol de nuit classique, la Gazelle impacte violemment le sol sur la bretelle *E*. Étant donné les dégâts constatés sur la structure et le rotor principal, cet événement a été classé accident par le BEAD-air.

### 2.1. Témoignage de l'équipage

Aucun dysfonctionnement de l'appareil n'est rapporté par l'équipage.

Le PCB indique avoir, à un moment donné, constaté avec surprise que l'appareil se trouve d'une part à une hauteur plus faible que prévue (il évalue cette hauteur à un mètre au lieu des 2 mètres qu'il voulait maintenir) et d'autre part dans une position cabrée. Il a alors craint que la queue touche le sol, et en réaction, a appliqué du collectif jusqu'à la première butée<sup>16</sup> et simultanément a eu une action au cyclique vers l'arrière. Le PCB analyse cette action au cyclique comme étant un réflexe.

Le PCB n'a pas de souvenir précis de ses actions aux commandes effectuées ensuite, étant donné le court laps de temps entre le premier impact ressenti sur l'arrière et l'immobilisation de l'appareil. Il a le souvenir d'avoir baissé rapidement le pas collectif et pense avoir ramené le cyclique au neutre.

Le pilote indique que, dans les instants précédant l'accident, il a son regard porté vers l'intérieur de la cabine afin de manipuler les sélecteurs de fréquence des postes radio. Il rapporte également que souvent, lorsqu'il n'est pas aux commandes, en tant que moniteur, il tient le manche collectif en transparence, mais pas lors de ce vol. Lorsqu'il réalise qu'une tentative de rattrapage est initiée par le PCB, il prend les commandes, mais, dans son souvenir, n'a pas le temps de les manœuvrer avant l'impact de la cabine.

### 2.2. Scénario et causes de l'accident

Un scénario d'endommagement de l'appareil est établi, basé notamment sur les constats effectués sur l'appareil et sur les traces au sol :

- le sabot impacte violemment le sol avec une très faible vitesse horizontale, ce qui provoque une flexion vers le haut de la poutre de queue ;
- puis l'appareil bascule autour du point d'appui créé par l'impact du patin et la cabine heurte violemment le sol sur l'arrière des patins, en provoquant leur écartement sur l'arrière puis sur l'avant, et provoquant également une flexion vers le bas de la poutre de queue ;
- il est vraisemblable que les premiers impacts des pales principales sur l'arrière de la poutre ont eu lieu lors de ce mouvement de bascule vers l'avant de la cabine, en conséquence d'une action au cyclique vers l'arrière et de la flexion de la poutre vers le haut, cependant sans provoquer à ce stade la rupture de l'arbre de transmission RAC<sup>17</sup> ;

<sup>16</sup> Première limite de pas général.

<sup>17</sup> Il n'y a pas eu de rotation en lacet due au sectionnement de l'arbre de transmission du RAC, ce qui montre, étant donné la vitesse d'avancement quasi nulle, qu'il y avait très peu de puissance appliquée lorsque ce sectionnement s'est produit.

- suite à ce choc de la cabine au sol, une perte de conicité du rotor principal se produit, due à l'abaissement par inertie du disque rotor, à la baisse du pas général et, probablement, à une commande arrière au cyclique ; cette perte de conicité provoque d'autres impacts des pales principales sur l'arrière de la poutre de queue, notamment ceux qui sectionnent l'arbre de transmission RAC ;
- ces impacts provoquent également la flexion vers la gauche de la poutre de queue et participent probablement à sa flexion vers le bas.

D'après le témoignage du PCB et le scénario établi ci-dessus, il est probable qu'en cours de translation sur la bretelle *E*, par nuit sombre, le PCB perde à un moment donné la notion de l'assiette de l'appareil et de sa marge au sol.

La position cabrée ressentie par le PCB ne peut être, lors d'une telle translation, que la conséquence d'une action au cyclique visant à ralentir l'appareil. Bien que déjà autorisé par le contrôle à rouler jusqu'au parking, il aurait alors voulu ralentir l'appareil avant de pénétrer sur celui-ci.

Le *coup de cyclique* vers l'arrière amplifie le cabré et provoque l'impact de la queue. S'agissant d'un pilote très expérimenté sur Gazelle, cette action inadaptée est analysée comme étant un réflexe de refus du sol. L'augmentation de puissance ne permet pas d'amortir suffisamment l'impact des patins.

Ensuite, il est possible que l'action au cyclique maintenue vers l'arrière provoque les premiers impacts des pales.

Enfin, le PCB plaque l'appareil au sol en baissant rapidement le pas collectif, ce qui participe aux impacts profonds des pales à l'arrière de la poutre ; il apparaît cependant que le maintien d'une puissance importante aurait pu avoir des conséquences plus graves, notamment en cas de redécollage de l'appareil avec l'arbre de transmission du RAC sectionné.

### **Conclusion du chapitre 2.2**

**L'accident est consécutif à un défaut de contrôle de l'assiette et de la hauteur, lors d'un roulage par *nuit sombre* et dans une phase de ralentissement de l'appareil, suivi d'une action réflexe inadaptée au cyclique vers l'arrière.**

## **2.3. Analyse des facteurs contributifs au défaut de contrôle de l'attitude et de la hauteur de l'appareil**

### 2.3.1. Domaine technique

Concernant le phare, celui-ci fonctionnait correctement (puissance et réglage).  
Aucun facteur contributif d'ordre technique n'est identifié.

### 2.3.2. Domaine environnemental

D'après le témoignage de l'équipage, il n'apparaît pas que les conditions d'éclairage de l'infrastructure aient participé à l'événement. Ces conditions étaient celles habituellement mises en œuvre lors de retours de vols de nuit.

Les conditions météorologiques étaient favorables au vol. Le niveau de nuit, *nuit sombre* (niveau 4 sur une échelle de 5), n'est pas exceptionnel et l'équipage est expérimenté en vol de nuit.

Aucun facteur contributif d'ordre environnemental n'est identifié.

### 2.3.3. Domaine facteur humain

Lors d'un roulage de nuit avec utilisation du phare, le contrôle de la trajectoire repose sur le regard porté à courte distance devant l'appareil. Comme toute phase de vol effectuée près du sol, ce contrôle nécessite un certain niveau d'attention car le temps de réaction offert pour corriger un écart est court.

L'enquête a permis d'identifier un contexte particulier qui a pu contribuer à une défaillance du contrôle de l'attention du PCB et du pilote.

#### 2.3.3.1. Contexte du vol et phase de vol concernée

- L'objectif de la mission étant rempli, le vol retour de Canjuers est un vol de liaison maintes fois effectué, qui, compte-tenu des bonnes conditions météorologiques, ne présente pas de difficulté particulière ; dans ce contexte de faible charge de travail, et lors du roulage, un relâchement de la concentration est possible ;
- les membres d'équipage possèdent chacun plusieurs milliers d'heures de vol sur hélicoptère, presque exclusivement effectuées sur Gazelle, dont plusieurs centaines de nuit ; cette forte expérience a pu induire un excès de confiance dans cette phase de vol.

#### 2.3.3.2. Composition de l'équipage

La composition de l'équipage a pu contribuer à un déficit du contrôle de la trajectoire par le pilote non aux commandes :

- les pilotes, qui sont de la même brigade, se connaissent très bien dans et hors du milieu professionnel ;
- ils détiennent le même grade et le même niveau d'expérience sur le type d'appareil et en vol de nuit.

Ainsi, lors de ce vol à caractère routinier, chacun a une pleine confiance dans l'autre, ce qui a pu induire un affaiblissement du contrôle mutuel.

#### 2.3.3.3. Actions en cours au sein de l'équipage

Dans ce contexte de faible charge de travail, il apparaît que les conversations en cours dans le cockpit dans les instants précédant l'accident ont pu induire une dispersion d'attention du PCB<sup>18</sup> :

- le PCB, aux commandes lors de ce vol retour, est en charge des communications radio avec la tour ; il a d'autre part initié, dans les instants précédant l'accident, une conversation avec un pilote de sa brigade à bord d'une Gazelle au départ, visant à régler un problème d'ordre opérationnel ;
- dans les instants précédant l'accident, une autre conversation est en cours au sein de l'équipage à propos des Gazelle du RHC, ce qui les amène à porter leur regard au loin vers ces appareils.

Concernant la répartition des tâches au sein de l'équipage, il apparaît qu'elle ne correspond pas à la pratique habituelle, qui conduit le pilote aux commandes à ne pas être en charge des communications radio. Cependant, cette pratique n'est pas formalisée pour le type de vol concerné, contrairement à d'autres vols à caractère opérationnel (phases de combat

<sup>18</sup> Dans un phénomène de capture de l'attention due à une (des) distraction (s) de circonstance.



notamment). Cette absence de cadre formel concernant la répartition des tâches pour ce type de vol a contribué à l'occurrence d'une répartition déséquilibrée.

#### 2.3.3.4. Analyse de la contribution à l'accident d'aspects physiologiques concernant le PCB

##### 2.3.3.4.1 Liés à son rythme de travail

Le rythme de travail particulier a amené le groupe d'enquête à analyser l'état de fatigue du PCB aux commandes. Dans son témoignage, il n'a pas ressenti de fatigue. L'étude de son planning professionnel et privé récent ne permet pas de conclure à un état de fatigue susceptible d'avoir contribué à l'accident.

##### 2.3.3.4.2 Liés à sa perte de poids en cours

Suite à une remarque écrite relative à une prise de poids, émise lors de sa visite au CEMPN en janvier 2009, le PCB a effectué un régime hypocalorique (1800 calories/jour), prescrit par un médecin civil. Il a perdu dans un premier temps 4 kg en 6 mois (constat début juillet lors de la visite PN), puis après avoir débuté ce régime début juin, 9 kg supplémentaires en 2 mois et demi.

Le PCB indique avoir dîné au mess de la base vers 18 h 30, avoir mangé à satiété, et n'avoir rien bu ni mangé ensuite.

Il est apparu lors de l'enquête que ce régime hypocalorique est inadapté<sup>19</sup> au regard de l'âge, de la constitution, de l'emploi et du rythme de travail du PCB<sup>20</sup>. Ce point fait l'objet d'une recommandation.

La glycémie au moment de l'accident n'a pu être mesurée faute de prélèvement sanguin effectué à temps.

### **Conclusion du chapitre 2.3. : analyse des facteurs contributifs au défaut de contrôle de l'assiette et de la hauteur de l'appareil**

**Un ensemble de facteurs (fin de vol à caractère routinier, phase de roulage, équipage très expérimenté, relation de totale confiance entre les membres d'équipage, équipage peu hiérarchisé, distractions de circonstance) a créé un contexte favorable à une défaillance du contrôle de l'attention de l'équipage consacré à la maîtrise de la trajectoire.**

**L'absence de cadre formel concernant la répartition des tâches à bord lors de ce type de vol a contribué à l'occurrence d'une répartition déséquilibrée.**

<sup>19</sup> Les apports caloriques devraient être de l'ordre de 2500 cal/j.

<sup>20</sup> Notamment, le rythme de nuit nécessite une augmentation des apports caloriques.

### 3. CONCLUSION

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

La Gazelle SA 342 M1 n° 4018, en version lisse, est au roulage au Luc pour rejoindre le parking Gazelle, lors d'un vol de nuit classique de retour du camp de Canjuers, où une mission de soutien au tir d'entretien a été effectuée.

L'équipage est constitué de 2 pilotes moniteurs d'une brigade du Luc, très expérimentés sur le type d'appareil et de nuit. Le PCB, chef de brigade, est aux commandes et en charge des communications radio.

Les conditions météorologiques sont favorables au vol. Le vent est très faible. La nuit est de niveau 4 (*nuit sombre*).

Alors que l'appareil survole la bretelle E avant de pénétrer le parking, le PCB rapporte avoir été surpris à un moment donné par une position cabrée de l'appareil et par la proximité du sol. Il rapporte avoir eu, en réaction, une action réflexe aux commandes, en augmentant franchement le pas collectif et au cyclique vers l'arrière, puis avoir abaissé le pas collectif suite au premier choc, pour plaquer l'appareil au sol.

Le sabot impacte violemment le sol avec une très faible vitesse horizontale, puis la cellule bascule et impacte violemment sur ses patins. Lors de ce mouvement et après la réduction du pas collectif, les pales principales impactent l'arrière de la poutre de queue et le fenestron en sectionnant l'arbre de transmission RAC et la biellette de commande de pas RAC.

L'équipage est indemne.

Aucun dysfonctionnement de l'appareil n'est rapporté par l'équipage. Le phare fonctionne et son orientation est correctement réglée.

#### 3.2. Causes de l'événement

L'accident est consécutif à un défaut de contrôle de l'assiette et de la hauteur, lors d'un roulage par nuit *sombre* et dans une phase de ralentissement de l'appareil, suivi d'une action réflexe inadaptée au cyclique vers l'arrière.

Un ensemble de facteurs (fin de vol à caractère routinier, phase de roulage, équipage très expérimenté, relation de totale confiance entre les membres d'équipage, équipage peu hiérarchisé, distractions de circonstance) a créé un contexte favorable à une défaillance du contrôle de l'attention de l'équipage consacré à la maîtrise de la trajectoire.

L'absence de cadre formel concernant la répartition des tâches à bord lors de ce type de vol a contribué à l'occurrence d'une répartition déséquilibrée.

## 4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

#### 4.1.1. Travail en équipage

Le partage des tâches à bord, lorsqu'il est possible<sup>21</sup>, est de nature à diminuer le risque d'accident en permettant au pilote aux commandes de se consacrer prioritairement au contrôle de la trajectoire.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

**à l'ALAT, de formaliser la répartition des tâches à bord lorsque le PCB prend les commandes.**

#### 4.1.2. Prise en charge médicale des équipages suite à un événement aérien

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

**à tous les organismes, de mettre en place une procédure afin que les membres d'équipage fassent l'objet d'une prise en charge médicale et psychologique, systématique et immédiate, après un événement aérien.**

#### 4.1.3. Notification de l'événement – conséquences relatives aux prélèvements biologiques

Le bureau enquêtes accidents défense air rappelle à tous les organismes :

- la nécessité d'une notification compatible avec les exigences d'urgence des premières investigations ;
- qu'en l'absence d'ouverture d'enquête judiciaire, des prélèvements peuvent être effectués sur les équipages, après accord de ces derniers, par les experts médecins commis par le BEAD-air<sup>22</sup>.

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

#### 4.2.1. Surveillance des régimes alimentaires suivis par les PN

Il est apparu lors de l'enquête :

- qu'un des membres d'équipage suivait un régime suite à une remarque concernant un excès de poids formulée lors d'une visite d'aptitude ;
- que ce régime hypocalorique était inadapté au regard de son âge, de sa constitution et de son emploi ;
- qu'un dialogue PN-médecin PN, s'il avait été installé sur ce sujet, aurait pu permettre d'adapter le régime suivi.

<sup>21</sup> C'est le cas sur Gazelle car la plupart des vols sont effectués à 2 pilotes.

<sup>22</sup> Selon l'instruction interministérielle n°7401/DEF/CAB du 15 mai 2007, relative à la conduite des enquêtes techniques par le BEAD-air.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

**à tous les organismes, de sensibiliser les PN et les médecins PN sur la nécessité d'énoncer un avis médical professionnel en cas de suivi d'un régime alimentaire.**

#### 4.2.2. Procédures après accident sur aérodrome – sécurisation des pistes et taxiways

Comme le montre le chapitre 1.12.1.2, des débris métalliques de l'appareil ont été projetés notamment sur le parking Gazelle et sur la piste 13-31, entre les portes *E* et *G*, jusqu'à des distances proches d'une centaine de mètres.

Après l'accident, une zone de dimension réduite autour de la Gazelle a été balisée et la piste 13/31 a été inspectée partiellement. Or, des débris ont été retrouvés sur la piste, et également sur le parking, le lendemain matin.

Des mouvements d'appareils ont eu lieu après l'accident, dont un peu après<sup>23</sup>, sur le parking Gazelle et sur la piste 13, entre les portes *F* et *G*.

Ces mouvements ont donc eu lieu sur un parking et sur une partie de piste non inspectés, suite à une sous-estimation du risque de projection lointaine de débris.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

**à l'ALAT :**

- de compléter les procédures de sécurisation des aires de manœuvre et de stationnement avant leur remise en service après un événement aérien, notamment de nuit ;**
- de faire un point sur l'adaptation des moyens d'éclairage nécessaires aux inspections effectuées de nuit.**

---

<sup>23</sup> Une Gazelle roule 4 minutes après l'accident à partir du parking Gazelle et décolle 10 minutes après l'accident. Au moins 2 atterrissages sont effectués plus d'une heure après l'accident.