



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

# BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

## RAPPORT D'ENQUÊTE



### BEAD-air-T-2011-013-A

<b>Date de l'événement</b>	<b>01 décembre 2011</b>
<b>Lieu</b>	<b>Étain (55400)</b>
<b>Type d'appareil</b>	<b>GAZELLE SA 342 M1</b>
<b>Immatriculation</b>	<b>F-MGBK n° 4091</b>
<b>Organisme</b>	<b>Armée de terre</b>
<b>Unité</b>	<b>3<sup>ème</sup> RHC</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 locales.

### 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 :** Photo COMALAT.

**Photos :**

- Pages 12 et 19 : photos SR-GTA.
- Page 13 : photos BEAD-air.

**Illustration :**

- Page 11 : extrait du MAT 8712.

## TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	6
1.1. Déroulement du vol	6
1.2. Tués et blessés	7
1.3. Dommages à l'aéronef	8
1.4. Autres dommages	8
1.5. Renseignements sur le personnel	8
1.6. Renseignements sur l'aéronef	9
1.7. Conditions météorologiques	11
1.8. Aides à la navigation	11
1.9. Télécommunications	11
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	12
1.11. Enregistreurs de bord	12
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	12
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	13
1.14. Incendie	14
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	14
1.16. Essais et recherches	14
1.17. Renseignements sur les organismes	15
1.18. Renseignements supplémentaires	15
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	17
2. Analyse	18
2.1. Scénario	18
2.2. Conditions environnementales	19
2.3. Expertises techniques	20
2.4. Recherche des causes	21
2.5. Abandon de bord	27
3. Conclusion	28
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement	28
3.2. Causes de l'événement	28
4. Recommandations de sécurité	29
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	29
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	29
ANNEXE	30
ANNEXE	31
BALAYAGE JVN : EXTRAIT DU GUIDE D'UTILISATION DES JVN	31

## GLOSSAIRE

ALAT	aviation légère de l'armée de terre
BD	base de départ
BTP	boîte de transmission principale
CEMPN	centre d'expertise médicale du personnel navigant
CFIT	<i>controled flight into terrain</i> (collision avec le sol en vol contrôlé)
CFT	commandement des forces terrestres
CRM	<i>crew resource mangement</i> (gestion du travail en équipage)
CVS	coupleur de vol stationnaire
DAPO	directive annuelle de préparation opérationnelle
DES	dans l'effet de sol
DVN	dispositif de vision nocturne.
EALAT	école de l'aviation légère de l'armée de terre
EHR	escadrille d'hélicoptères de reconnaissance.
HES	hors effet de sol
HL	hélicoptère léger
HPa	hectopascal
JVN	jumelles de vision nocturne
MRP	mât rotor principal
MTB	moniteur tête basse
OHV	opérations hors visite
PCB	pilote commandant de bord
PG	pas général
Pil	pilote
RHC	régiment d'hélicoptères de combat
SIL	système d'intensification de lumière
VOLTAC-N	vol tactique de nuit
VP	visite périodique
VRPN	visite révisionnelle du personnel navigant

## SYNOPSIS

Date de l'événement : 1<sup>er</sup> décembre 2011 à 17h57

Lieu de l'événement : Etain (55400)

Organisme : armée de terre

Commandement organique: aviation légère de l'armée de terre (ALAT)

Unité : 3<sup>ème</sup> RHC

Aéronef : GAZELLE SA 342 M1 n° 4091

Nature du vol : vol tactique de nuit (VOLTAC-N)

Nombre de personnes à bord : 2

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

Une patrouille de deux appareils de type Gazelle SA 342 décolle de la base d'Etain pour un entraînement au VOLTAC-N.

L'équipage de l'appareil de tête constitué d'un commandant de bord qualifié chef de patrouille et d'un pilote, rejoint la zone de début d'exercice en 1<sup>ère</sup> allure soit à une hauteur sol de 50 m à la vitesse de 120 km/h.

Arrivé sur zone, l'aéronef débute sa navigation tactique en descendant vers une hauteur sol de 10 mètres à la vitesse de 80 km/h.

L'aéronef heurte le sol au cours de cette descente.

L'équipage, indemne, évacue par ses propres moyens l'aéronef endommagé et ne rapporte aucun dysfonctionnement préalable de l'appareil.

### Composition du groupe d'enquête technique

- Un directeur d'enquête technique du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un enquêteur de première information (EPI).
- Un officier pilote ayant une expertise sur Gazelle.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur Gazelle.
- Un médecin du personnel navigant.

### Autres experts consultés

- Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA).
- DGA techniques aéronautiques.
- DGA essais propulseurs.
- Service des essences des armées (SEA).

### Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air a été prévenu de l'événement le soir même par le bureau sécurité des vols du COMALAT.

Le directeur d'enquête technique s'est rendu dès le lendemain matin sur le site où il a été rejoint par les experts désignés.

### Enquête judiciaire

Une enquête préliminaire est ouverte près le parquet du tribunal de grande instance de Verdun (Meuse).

## **1. RENSEIGNEMENTS DE BASE**

### **1.1. Déroulement du vol**

#### 1.1.1. Mission

Indicatif mission : F-MGBK

Type de vol : CAM T

Type de mission : Entraînement VOLTAC-N

Dernier point de départ : LFQE

Heure de départ : 17h55

Point d'atterrissage prévu : LFQE

#### 1.1.2. Déroulement

##### 1.1.2.1. Préparation du vol

Le briefing de la patrouille a été effectué le jour même vers 15h00 en présence des membres d'équipage des deux appareils.

Les points abordés ont été :

- Météo ,
- déroulement chronologique ,
- tracé et hauteurs de la navigation ,
- fréquences et répartition des contacts avec la tour de contrôle ,
- comptes-rendus radio interne patrouille ,
- points de passage en serpent ,
- allumage des feux ,
- conduites à tenir en cas de panne et de dégradation de la météo ,
- gestion de la machine ,
- procédure vol tactique en dynamique.

La visite avant vol a été effectuée vers 16h00.

##### 1.1.2.2. Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement

La patrouille de deux Gazelle SA 342 décolle du seuil de piste 19 selon une procédure type « vario + » (prédominance au pas général (PG), maintien du variomètre positif et prise de vitesse vers 120 km/h), monte vers 50 m / sol et poursuit dans l'axe pendant environ deux minutes avant de virer à gauche vers un cap 110 pour rejoindre la base de départ (BD). Le PCB leader désigne la BD à son pilote qui l'identifie clairement.

Il explore alors le terrain jusqu'à la BD à l'aide de sa caméra thermique pour y déceler d'éventuels obstacles. Une fois franchie une petite ligne électrique, la trajectoire restante jusqu'à la BD est reconnue libre de tout obstacle. Le PCB règle la hauteur minimum de la radiosonde à 10 m, autorise la descente vers cette hauteur et ordonne la réduction vers une vitesse compatible avec une hauteur de vol de 10 m. Le pilote confirme les éléments et met en descente tout en réduisant la vitesse.

Comme prévu au briefing, le n° 2 de la patrouille se décale pour passer en formation « en serpent » avant de virer. Il se retrouve en arrière du leader, au même cap, légèrement au-dessus.

### 1.1.2.3. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

Alors que le chef de patrouille poursuit la fouille du prochain compartiment de terrain à l'aide de sa caméra thermique (de la BD incluse jusqu'à une lisière d'arbres située à environ 1,5 km), le pilote, sous JVN, vérifie ses éléments de vol qu'il annonce : « la sonde à 30 m, vitesse 100 km/h, 1 hectomètre par minute de taux de chute » ; éléments que le PCB collationne.

Il poursuit la descente vers 10 m/sol (taux de chute inférieur à 1 hm/min, vitesse 80 km/h) jusqu'à ce que l'aéronef touche le sol en glissant sur un peu plus de 13 m avant de basculer vers l'avant. Tandis que l'appareil est « monté sur le nez », le rotor principal heurte le sol, ce qui provoque une rotation de la cellule de 270° par la gauche en pivot sur le nez. L'appareil retombe sur son flanc droit et s'immobilise aux deux tiers sur le dos, côté pilote, à 90° de la trajectoire de glissade.

### 1.1.3. Localisation

- Lieu
  - Pays : France
  - Département : Meuse (55)
  - Commune : Etain
  - Coordonnées géographiques :
    - N 49°12'18 ;
    - E 005°40'13.
  - Altitude du lieu de l'événement : 220 m soit 720 ft
- Moment : nuit. Coucher de soleil à 16h41
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : base d'Etain LFQE

## 1.2. Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage
Mortelles	-
Graves	-
Légères	2
Aucune	-

### 1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
GAZELLE SA 342 M1 n° 4091		X		

### 1.4. Autres dommages

Néant.

### 1.5. Renseignements sur le personnel

#### 1.5.1. Commandant de bord

- Age : 32 ans
- Unité d'affectation : EHR du 3<sup>e</sup> RHC
  - Fonction dans l'unité : officier adjoint
- Formation
  - Qualification : observateur pilote de combat, chef de patrouille sur hélicoptère léger
  - Ecole de spécialisation : EALAT Le Luc
  - Stage de formation opérationnelle d'équipage VIVIANE spécialité « chef de bord » du 24 novembre au 9 décembre 2008
  - Stage « *crew resource management* » (CRM) du 23 au 24 juin 2009 au 3<sup>ème</sup> RHC
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur SA 342 M1	sur tous types	dont sur SA 342 M1	sur tous types	dont sur SA 342 M1
Total (h)	849	243	80	55	17.4	7.6
Dont nuit	217	90	39	29	7.5	3.0
Dont JVN	156	65	22	18	5.7	2.5

- Date du dernier vol comme pilote sur l'aéronef :
  - de jour : 30 novembre 2011
  - de nuit : 29 novembre 2011
- Expérience OPEX  
Opération Harmattan (embarqué à bord du BPC Tonnerre, tous vols à partir de la mer) du 10 juillet 2011 au 15 novembre 2011 où il a notamment effectué 11 heures de vol en VOLTAC-N.

### 1.5.2. Pilote

- Age : 29 ans
- Unité d'affectation : EHR du 3<sup>e</sup> RHC
  - Fonction dans l'unité : pilote sur hélicoptère léger (HL) et secrétaire
- Formation
  - Qualification : pilote HL
  - Ecole de spécialisation : EALAT Le Luc
  - Stage de qualification opérationnelle de « pilote en vol tactique nuit » du 21 février au 25 février 2011
  - Stage CRM du 10 au 11 mai 2011 au 3<sup>ème</sup> RHC
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur SA 342 M1	sur tous types	dont sur SA 342 M1	sur tous types	dont sur SA 342 M1
Total (h)	381	84	81	36	7.7	3.2
Dont nuit	56	15	9	7	3.0	1.5
Dont JVN	41	12	6	6	2.3	1.0

- Date du dernier vol comme pilote sur l'aéronef :
  - de jour : 30 novembre 2011
  - de nuit : 28 novembre 2011

### 1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de terre
- Commandement organique d'appartenance : aviation légère de l'armée de terre (ALAT)
- Base aérienne de stationnement : base d'Etain-Rouvres
- Unité d'affectation : EHR du 3<sup>e</sup> RHC
- Type d'aéronef : SA 342 M1
- Configuration: Gazelle équipée d'une caméra thermique Viviane, non armée
- Caractéristiques

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis VP <sup>1</sup>
Cellule	SA 342 M1	F-MGBK n° 4091	2778.4	472.2
Moteur	Astazou XIV	N° 8121/7121	1479.0	472.2

#### 1.6.1. Maintenance

<sup>1</sup> VP = visite périodique

L'appareil est entretenu conformément au programme recommandé d'entretien.

### 1.6.2. Masse et centrage

La masse maximale de la SA 342 M1 est de 2 100 kg.

La masse à la mise en route est de 1 970 kg et l'appareil est dans les limites de centrage.

Au moment de l'accident la masse de l'appareil peut être estimée à 1 945 kg.

### 1.6.3. Performances

Compte-tenu de la masse de l'appareil au moment de l'événement (calculée ci-dessus), de l'altitude du lieu de l'accident (§ 1.1.3) et des conditions météorologiques régnant à cet endroit (§1.7.2), les performances suivantes ont été calculées.

Plafond en vol stationnaire DES : 3 000 m.

Plafond en vol tactique : 1 700 m.

Vitesse ascensionnelle en montée oblique à 120 km/h en 1<sup>ère</sup> butée : 3,9 hm/min (soit 6,5 m/s).

### 1.6.4. Carburant

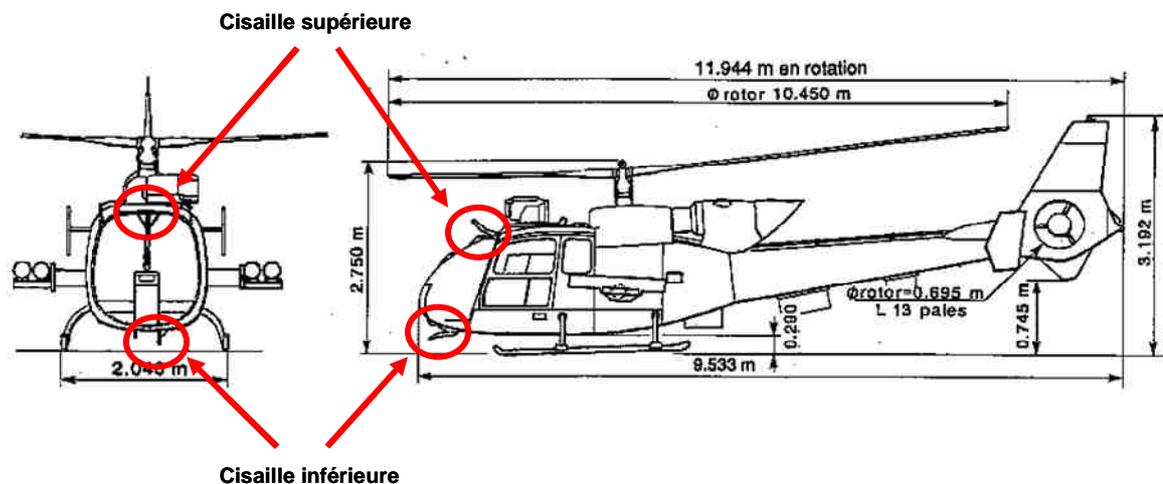
- Type de carburant utilisé : F-34.
- Quantité de carburant au décollage : 350 litres.
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : environ 320 litres.

### 1.6.5. Autres fluides

- Huile hydraulique H-515 : 6 litres.
- Huile moteur H-3514 : 9 litres.

### 1.6.6. Renseignements complémentaires

L'appareil est équipé d'une installation coupe câble destinée à protéger l'appareil. En cas de collision avec un câble, ce dispositif le sectionne par la cisaille supérieure ou la cisaille inférieure.



La cisaille inférieure réduit la garde au sol de l'appareil. Elle se situe en avant des patins.

## **1.7. Conditions météorologiques**

### **1.7.1. Prévisions**

- Pression atmosphérique reportée au niveau de la mer (QNH) : 1 015,2 hectopascals (hPa).
- Pression atmosphérique locale (QFE) : 987,4 hPa.
- Vent du 175° pour 13 km/h (7 nœuds) avec des rafales à 22 km/h (12 nœuds).
- Plafond : 770 m.
- Visibilité : supérieure à 10 km.
- Hygrométrie : 89 %.
- Nuit de niveau 3 (intermédiaire).

### **1.7.2. Observations**

Lors du vol, l'équipage a constaté la présence d'une bruine légère, une visibilité sous JVN de 5 à 7 km et de 2 à 2,5 km en thermie. La base des nuages est estimée entre 500 et 600 m.

Le vent est faible de secteur sud.

La température relevée sur le lieu de l'accident est de 5° C.

## **1.8. Aides à la navigation**

L'appareil est équipé d'un radio-compass et d'un système de navigation autonome (NADIR) utilisant les informations d'un radar Doppler.

Il n'est pas équipé de GPS.

## **1.9. Télécommunications**

Au moment de l'événement, l'appareil est en contact avec la tour d'Étain sur VHF et avec son ailier sur UHF.

## 1.10. Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

## 1.11. Enregistreurs de bord

Néant.

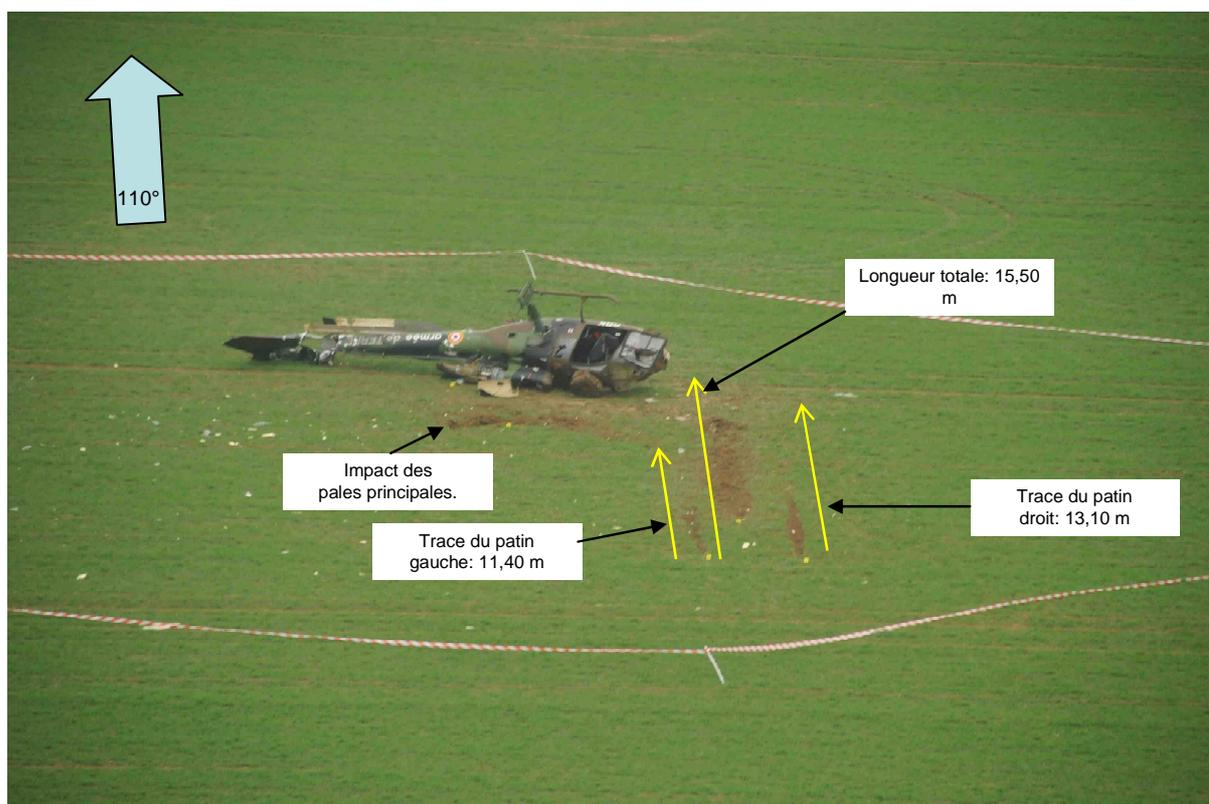
## 1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact

### 1.12.1. Examen de la zone.

La zone est un champ cultivé de plusieurs hectares, en léger faux-plat montant au cap 110. Très gras, de couleur brun clair le champ présente des jeunes pousses vertes de céréales (hauteur = 5 cm) dont l'alignement est perpendiculaire au sens de la glissade.

Les traces de la glissade, laissées par les patins et la bulle sont orientées au cap 110. La trace gauche est longue de 11,40 m et la droite de 13,10 m.

Les traces et débris s'étalent sur une zone de 20 m sur 20 environ. La plupart des débris (essentiellement des débris de pales et du plan fixe) étant regroupés dans la partie gauche.



Orientation et mesure des traces.

### 1.12.2. Examen de l'épave



Position de l'appareil.

L'épave gît à 15,50 m du début des traces de patin. Elle est au  $\frac{3}{4}$  renversée et repose sur le toit côté pilote, en appui sur le bras Hot, ce qui bloque la porte pilote. Elle ne présente aucune trace d'incendie. Le moteur est en place, le réservoir d'huile intact et étanche. La BTP est arrachée et les pales, très endommagées, sont toujours solidaires du MRP. Elle est positionnée le long de l'appareil à 2 m. Elle ne contient plus d'huile.

Le bouchon du réservoir de carburant est en place. Le réservoir semble intact. Aucune fuite de carburant n'est visible.

La poutre de queue est solidaire de la cabine et la dérive est arrachée. Sectionnée au niveau de sa base, elle repose à 20 cm de la poutre de queue.

Le plexiglas de la bulle est particulièrement endommagé côté PCB et une grande quantité de boue a pénétré à l'intérieur de la cabine, principalement dans la partie inférieure au niveau des palonniers.

A l'intérieur, les sélecteurs moteurs (pompe de gavage et démarrage) sont sur « marche », la batterie, l'alternateur et la génératrice sont sur « arrêt ». La manette coupe-feu est vers l'avant, le fil frein est sectionné. La manette de débit est vers l'avant, dans son cran.

L'index de la radiosonde altimétrique est réglé sur 9 m, l'aiguille indique 23 m. Le voyant d'alarme de la sonde n'est pas occulté.

Les largages secours des portes n'ont pas été actionnés.

### 1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

#### 1.13.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
  - type : visite révisionnelle du personnel navigant (VRPN)
  - date : 10 novembre 2011
  - résultat : apte pilote Gazelle
  - validité : 31 mai 2012

- Dernier examen au CEMPN :
  - date : 9 décembre 2010
  - résultat : apte pilote ALAT hélicoptère
  - validité : 24 mois
- Examens biologiques : réalisés le soir même, ils se révèlent négatifs
- Blessures : excoriations cutanées superficielles de la face

#### 1.13.2. Pilote

- Dernier examen médical :
  - type : VRPN
  - date : 1 août 2011
  - résultat : apte pilote ALAT
  - validité : 28 février 2012
- Dernier examen au CEMPN :
  - date : 31 janvier 2011
  - résultat : apte pilote ALAT hélicoptère
  - validité : 24 mois
- Examens biologiques : réalisés le soir même, ils se révèlent négatifs
- Blessures : entorse cervicale bénigne

#### 1.14. Incendie

Néant.

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

##### 1.15.1. Abandon de bord

La porte côté PCB était bloquée. L'équipage s'extrait de la machine en cassant à coups de pieds la bulle côté PCB déjà endommagée.

##### 1.15.2. Organisation des secours

L'alerte est donnée immédiatement par radio, par l'équipage de la gazelle n° 2. L'ailier se pose ensuite à proximité de l'appareil accidenté pour porter assistance à l'équipage.

Les moyens de sécurité sauvetage de la base d'Étain ainsi que le SAMU sont immédiatement dépêchés sur place.

La zone de l'accident est sécurisée 20 minutes après l'alerte.

L'équipage est évacué en ambulance vers l'hôpital de Verdun pour examen.

#### 1.16. Essais et recherches

Sans objet.

## 1.17. Renseignements sur les organismes

Le 3<sup>ème</sup> RHC est composé d'un état-major et de trois bataillons :

- un bataillon d'hélicoptères de reconnaissance et d'attaque (BHRA) ;
- un bataillon d'hélicoptères de manœuvre et d'assaut (BHMA) ;
- un bataillon d'appui aéromobile (BAA).

Les hélicoptères « Gazelle » sont tous regroupés au sein du BHRA.

Au moment de l'événement<sup>2</sup>, le BHRA est composé d'un état-major tactique et de cinq escadrilles :

- une escadrille d'hélicoptères de reconnaissance (Gazelle accidentée);
- une escadrille d'hélicoptères d'attaque ;
- deux escadrilles d'hélicoptères d'appui protection (Gazelle ailier);
- une escadrille de maintenance d'hélicoptères légers.

## 1.18. Renseignements supplémentaires

### 1.18.1. Jumelles de vision nocturne

Chacun des deux membres d'équipage est équipé de JVN OB 56 A équipées de tubes de troisième génération. Ces tubes fonctionnent sur le principe de l'intensification de lumière. L'image obtenue est monochrome verte, sans relief et présente une scène sur 40° de champ dans l'axe d'orientation de la tête. Le pilote construit mentalement les différents plans dans la profondeur à partir des contrastes et de la finesse des détails qu'il observe.

### 1.18.2. Technique de vol sous JVN

Appelé vol à très basse hauteur de nuit, ce type de vol se pratique entre 50 et 150 m de hauteur, en utilisant un système d'intensification de lumière (SIL) de type JVN pour les pilotes de Gazelle.

Il se pratique selon trois allures :

- 3<sup>ème</sup> allure : entre 120 et 150 m / sol, à la vitesse de puissance maximum (soit de l'ordre de 200 à 240 km/h en fonction du type d'hélicoptère et de sa version) ;
- 2<sup>ème</sup> allure : hauteur supérieure à 100 m et vitesse de 180 km/h ;
- 1<sup>ère</sup> allure : hauteur supérieure à 50 m et vitesse de 0 à 120 km/h, adaptée au terrain et à la visibilité.

Le vol sous JVN nécessite l'application d'une méthode spécifique appelée « balayage JVN » dont la description fait l'objet de l'annexe.

---

<sup>2</sup> La composition du BHRA a été modifiée au cours de l'été 2012.

### 1.18.3. Le VOLTAC-N.

#### 1.18.3.1. Réglementation

L'instruction 3400/DEF/COMALAT/BSV du 5 novembre 2009, relative à l'exécution des vols des aéronefs exploités par l'armée de terre définit le VOLTAC-N ainsi : « Le VOLTAC-N est un vol de combat de nuit pratiqué en CAM T à l'aide d'un SIL complété d'un dispositif de vision nocturne (DVN). Il est effectué à une hauteur comprise entre la surface et 50 mètres par rapport à la surface. Il peut comporter des évolutions entre les obstacles. Ce type de vol se caractérise par le respect des trajectoires de sécurité et le choix d'une vitesse adaptée au terrain et à l'environnement opérationnel ».

Pour la Gazelle Viviane, le DVN est la caméra thermique.

En plus de la caméra thermique, un système de navigation autonome et / ou un GPS avionné sont requis.

La pratique du VOLTAC-N peut-être étendue à des aéronefs ne disposant pas de DVN, à condition qu'ils appartiennent à une patrouille dont tous les aéronefs suivent la même trajectoire et dont au moins l'appareil de tête est équipé d'un DVN.

#### 1.18.3.2. Méthode

Deux méthodes sont enseignées pour la pratique du VOLTAC-N, la première est apparue dès la mise en service opérationnelle de la Gazelle Viviane en 2000, la seconde est enseignée en école depuis 2010 suite à un retour d'expérience des théâtres d'opérations.

- Première méthode : par bonds successifs

A partir d'un vol en 1<sup>ère</sup> allure, l'appareil est arrêté en stationnaire hors effet de sol (HES) à 50 mètres du sol, le pilote enclenche le coupleur de vol stationnaire (CVS), le PCB utilise sa caméra thermique pour s'assurer de l'absence d'obstacle (sécuriser) sur la base de départ puis la coupe et donne ses ordres au pilote en utilisant ses JVN. Le pilote rejoint la base de départ en appliquant le principe de l'approche JVN et stabilise à la hauteur prescrite. Le PCB concourt à la sécurité avec ses JVN. Lorsque l'appareil est en stationnaire près du sol, « CVS vert », le PCB rallume sa caméra thermique avec laquelle il détermine son point à atteindre, l'itinéraire puis les zones dangereuses. Il compare, au moyen de ses JVN, les repères décelés avec la thermie, coupe sa caméra et désigne l'itinéraire au pilote. Après avoir réglé la sonde à la hauteur voulue, le PCB donne l'ordre de déplacement. Le pilote se déplace jusqu'au point à atteindre, guidé et contrôlé, sous JVN, par son PCB. Arrivé au point à atteindre, le stationnaire est repris et une nouvelle séquence commence.

- Deuxième méthode : en dynamique

Compte-tenu, d'une part, de la dégradation des performances machine en altitude et par temps chaud et, d'autre part, de la vulnérabilité des aéronefs pendant les phases de stationnaire, le besoin de pouvoir réaliser le VOLTAC-N en dynamique a été éprouvé sur les théâtres d'opérations.

Les phases d'observation à la caméra sont réalisées alors que l'appareil est en translation à une vitesse de 60 à 80 km/h. Le PCB guide le pilote à partir de son observation sous caméra thermique.

Le CVS n'est alors plus utilisable car il ne peut être enclenché qu'à une vitesse inférieure à 18 km/h. Cette perte d'assistance est compensée par des précautions enseignées lors de la formation pratique au VOLTAC-N en dynamique.

- Les compartiments de terrain favorables au VOLTAC-N en dynamique sont déterminés lors de la préparation de la mission. Lorsque le terrain ne permet pas la progression en dynamique, la technique par bonds successifs est utilisée.
- Les GPS individuels du pilote et du PCB doivent être programmés de façon identique. Le pilote dispose alors, en permanence, d'une indication de direction même si le PCB est absorbé par sa tâche de sécurisation de la trajectoire avec son moniteur tête basse (MTB).
- Une hauteur minimale de vol de 30 mètres est adoptée. Si le besoin de descendre plus bas se fait sentir, la méthode par bonds successifs est reprise.
- Le PCB doit utiliser sa caméra en regardant dans l'axe de progression plus ou moins 30°.

Bien qu'enseignée au cours Viviane, cette procédure n'est pas formalisée. Aussi le COMALAT a donné mandat à l'EALAT en août 2011 de rédiger un guide d'exécution du vol sous DVN. Les premiers résultats sont attendus pour début 2013.

#### 1.18.3.3. Formation Viviane

Avant 2009 la formation Viviane était principalement axée sur le déplacement par bonds successifs. Elle était complétée par une information sur le VOLTAC-N en dynamique. Depuis 2010, la formation Viviane intègre un module VOLTAC-N en dynamique.

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

Néant.

## **2. ANALYSE**

Au départ d'une séance d'entraînement au vol tactique de nuit, l'appareil leader d'une patrouille de deux Gazelle heurte le sol. L'appareil est détruit et les membres d'équipage sont légèrement blessés.

### **2.1. Scénario**

#### **2.1.1. Séquence d'événement**

La patrouille de deux Gazelle décolle de la piste 19 de la base d'Etain-Rouvres à 17h55 pour un entraînement en VOLTAC-N sur le circuit intitulé « tour de base est ».

Immédiatement après le décollage, la formation adopte la 1<sup>ère</sup> allure JVN : 50 m / sol et 120 km/h. Après avoir stabilisé à 50 m / sol, l'équipage de tête vire à gauche pour suivre le tracé de la navigation. Le PCB désigne la BD au pilote et fouille le terrain à l'aide de la caméra thermique.

Axé au 110, après le franchissement d'une ligne « 3 brins », le PCB règle la sonde à 9 m, demande au pilote de descendre à une hauteur de 10 m en réduisant la vitesse à 80 km/h et annonce la mise en descente à son ailier.

Le pilote met en descente en réduisant la vitesse en commentant ses actions au PCB.

L'ailier est passé en formation « en serpent ».

Tandis que l'appareil de tête descend, le PCB sécurise le compartiment de terrain au-delà de la BD. Le pilote annonce le passage des 30 m à 100 km/h, en réduction de vitesse et un hectomètre / minute en descente. Le PCB collationne.

Le pilote poursuit sa descente vers 10 m tandis que le PCB, à l'aide de la caméra thermique, recherche une ligne dans le secteur « neuf heures » de l'aéronef.

L'appareil heurte le sol, bascule vers l'avant, pivote et retombe sur son flanc droit.

#### **2.1.2. Basculement de l'appareil**

Lors du contact avec le sol avec une vitesse de translation horizontale, les patins de la Gazelle s'écartent un peu, ce qui a pour effet de diminuer la garde au sol.

Le frottement des patins sur le sol crée une résistance à l'avancement qui provoque un léger basculement de l'appareil.

Ces deux conditions provoquent le contact avec le sol de la cisaille inférieure du coupe câble. Dans ce cas, compte-tenu de la nature meuble du sol, la cisaille inférieure s'enfonce dans le sol comme une bêche.



Amas de terre au niveau de la cisaille inférieure

Ce point d'ancrage bloque la machine et accentue la vitesse de basculement vers l'avant.

## **2.2. Conditions environnementales**

### 2.2.1. Niveau de nuit

Le niveau de nuit est déterminé au moyen du logiciel « Noctambule », acronyme de Nuit Opérationnelle Calculée Théoriquement Avec la Météo et Basée Sur les Lois d'Eclairage. Les niveaux de nuit sont classés de 1 (très claire) à 5 (très sombre).

Avec les JVN en dotation dans l'ALAT, le vol est autorisé jusqu'au niveau 4 sans restriction et par niveau 5 avec restrictions.

Le premier décembre au soir, la nuit est classée 3 (intermédiaire). Ce niveau de nuit permet la réalisation de l'entraînement prévu.

**Le niveau, moyen, de nuit n'était pas pénalisant ce soir-là.**

### 2.2.2. Conditions météorologiques

Lors du vol, le vent, dont la force varie de 7 à 12 nœuds, est inférieur aux limitations de la machine qui peut tenir le stationnaire à tous les caps jusqu'à 30 nœuds. Au moment de l'événement, il se situe dans le secteur avant droit de l'appareil.

Les précipitations sous forme de bruine légère permettent la réalisation de l'entraînement prévu.

La visibilité et la base des nuages sont supérieures aux minimas imposés pour le vol envisagé.

### 2.2.3. Nature du circuit retenu pour effectuer l'entraînement

L'itinéraire choisi pour cet entraînement est intitulé « tour de base est ». Il s'agit d'une navigation d'une vingtaine de kilomètres à l'est du terrain, débutant sur la piste et terminant sur la piste du terrain d'Étain. Situé à proximité immédiate de l'aérodrome, son point le plus éloigné est distant de seulement 6 km de la base.

Ce circuit est privilégié par la cellule instruction en vol du bataillon. Il est également utilisé pour les vols de « relâcher ». Il est parfaitement connu par les équipages.

**Le circuit de navigation ne présente pas de difficulté particulière pour la pratique du VOLTAC-N.**

## 2.3. Expertises techniques

### 2.3.1. Ensemble propulsif

L'équipage ne fait état d'aucun dysfonctionnement mécanique et n'a pas constaté d'allumage d'un voyant de panne avant l'événement.

Les dégâts constatés au niveau du rotor principal attestent que la puissance était délivrée au rotor lorsque les pales ont impacté le sol.

L'analyse des fluides montre que :

- le carburant correspond aux spécifications et n'est pas pollué ;
- le fluide hydraulique, l'huile moteur et l'huile BTP sont conformes aux spécifications, ne sont pas pollués et ne témoignent pas de dégradation interne à chacun des ensembles.

**L'appareil était en état de fonctionnement nominal**

### 2.3.2. Radiosonde

Le témoignage du pilote qui ne se rappelle pas avoir vu la sonde s'allumer et le blocage de la radiosonde sur 23 m après l'événement ont conduit à l'expertise de cet instrument.

Les mesures effectuées en atelier ont montré le bon fonctionnement de la radiosonde incluant l'allumage du voyant d'alarme.

L'indication de 23 m est probablement liée au basculement de l'appareil vers l'avant après le heurt du sol. L'aiguille s'est bloquée sur la valeur indiquée lorsque la sonde n'a plus été alimentée lors du contact du rotor avec le sol.

**La radiosonde fonctionnait au moment de l'événement.**

### 2.3.3. JVN

Le port et le bon fonctionnement de jumelles de vision nocturne sont indispensables à la pratique du VOLTAC-N.

Les expertises effectuées sur **les JVN** du PCB et du pilote, attestent qu'elles **étaient en état de fonctionnement** au moment de l'expertise et que **leurs performances sont conformes** à des tubes de 3<sup>ème</sup> génération.

## 2.4. Recherche des causes

Le fonctionnement de l'appareil et de ses équipements étant nominal, les conditions environnementales ne présentant aucune difficulté particulière, la recherche des causes de l'événement s'oriente vers les facteurs humains et organisationnels.

### 2.4.1. Ecart ou erreurs observés

#### 2.4.1.1. Ordre du PCB de descendre à 10 mètres / sol en VOLTAC-N dynamique

Au 3<sup>ème</sup> RHC, la hauteur d'évolution à 10 m / sol est habituelle sur les terrains connus des équipages y compris en dynamique. Cette pratique est conforme à la réglementation exposée au paragraphe 1.18.3.1.

Compte-tenu du besoin opérationnel, des normes ont récemment été introduites par l'EALAT. Elles précisent notamment que le VOLTAC-N en dynamique ne doit pas être pratiqué en-dessous de 30 m /sol (cf. 1.18.3.2). Les instructeurs du cours Viviane les enseignent depuis 2010.

**La procédure appliquée par le PCB, conforme aux pratiques régimentaires, diffère de la norme enseignée à l'EALAT.**

#### 2.4.1.2. Choix d'une base de départ inappropriée au VOLTAC-N en dynamique

Le choix de la base de départ par le PCB est un champ très étendu qui présente l'avantage d'être éloigné de tout obstacle.

Ce champ labouré ne présente pas de contraste ni de repère caractéristique rendant difficile l'estimation de la hauteur par la seule utilisation des JVN.

A titre de comparaison un chemin bordant un champ, un fossé ou une haie positionnés à peu de distance de l'aire choisie dans le secteur avant droit, permettent au pilote de disposer de bonnes références extérieures pour évaluer son défilement et sa hauteur.

En choisissant le milieu du champ, le PCB a privé le pilote de la possibilité d'utiliser des repères qui lui auraient permis de percevoir sa hauteur sol sans ambiguïté.

**La base de départ choisie par le PCB ne permettait pas au pilote de disposer de repères nécessaires pour estimer sa hauteur sous JVN.**

#### 2.4.1.3. Le PCB n'assure pas l'anticollision alors que l'aéronef se rapproche du sol

Le vol sous jumelles de vision nocturne présente de nombreuses spécificités (champ de vision réduit, couleur monochrome, perception du relief altérée) qui imposent une technique de pilotage spécifique et une répartition précise des tâches au sein de l'équipage.

Lorsque l'appareil se rapproche du sol les deux membres d'équipage participent à la détection des obstacles et au respect de la trajectoire choisie selon la technique du balayage.

En continuant à fouiller le terrain, à l'aide de sa caméra thermique, alors que l'appareil se rapproche du sol, le PCB n'est plus en mesure de déceler les indices visuels qui lui permettraient de constater que la trajectoire suivie par le pilote ne correspond pas à ce qu'il a demandé. Il privilégie la recherche d'un risque ultérieur au contrôle immédiat du pilote. Cette décision révèle une gestion du risque inadaptée.

**En continuant à travailler avec sa caméra thermique alors que l'appareil se rapproche du sol, le PCB n'assure plus l'anticollision.**

#### 2.4.1.4. Détection de la proximité du sol

Si l'absence de repère caractéristique au sol peut-être invoqué (cf 2.4.1.2), la surévaluation de la hauteur par le pilote, en se référant aux repères extérieurs, aurait pu être compensée par une mesure de la hauteur par lecture de la valeur affichée par la radiosonde. L'évaluation erronée de la hauteur sol est certainement le résultat d'un balayage JVN (cf annexe) inefficace ne lui permettant pas de comparer les repères visuels aux indications des instruments.

**Le manque d'efficacité du balayage JVN du pilote, caractérisé par un défaut de lecture de la radiosonde, ne lui a pas permis de détecter la proximité du sol.**

#### 2.4.2. Conditions de survenue de l'événement

##### 2.4.2.1. Formation VOLTAC-N

- Du pilote commandant de bord

Le PCB a effectué son stage chef de bord Viviane en 2008 alors que le VOLTAC-N en dynamique n'était pas enseigné en école. A cette époque, seule une information était délivrée, au cours d'un vol d'instruction sur la possibilité d'accélérer le processus en raccourcissant les phases de stationnaire et des recommandations orales étaient données. Cependant aucun cadre précis n'était défini.

**Le PCB n'a pas reçu de formation au VOLTAC-N en dynamique lors de ses stages Viviane.**

- Du pilote

Le pilote a pratiqué le VOLTAC-N en dynamique lors de sa qualification Viviane en école en février 2011. L'ordre qu'il reçoit d'évoluer en VOLTAC-N en dynamique est conforme à la formation qu'il a reçue.

Depuis son arrivée au régiment, le pilote s'entraîne selon les procédures en vigueur au 3<sup>ème</sup> RHC. Il a donc intégré la différence de hauteur d'évolution en VOLTAC-N en dynamique par rapport à ce qu'il a appris en école (10 mètres au lieu de 30).

Formé CRM, il sait qu'en cas de doute, il doit en faire part au commandant de bord. L'ordre de descendre à 10 m / sol est conforme aux pratiques régimentaires et n'appelle pas de remarque de sa part.

**Formé au VOLTAC-N en dynamique, le pilote applique les normes régimentaires qui diffèrent de celles qui lui ont été enseignées en écoles.**

#### 2.4.2.2. Pratique du VOLTAC-N

- Au régiment

Le 3<sup>ème</sup> RHC a été chargé de mener l'expérimentation Viviane de 1996 à 2000. Au cours de cette expérimentation, les équipages ont développé des savoir-faire innovants.

Les synthèses réalisées à l'échelon national ont permis de faire évoluer la documentation réglementaire dans l'ALAT. Ainsi, la notion de VOLTAC-N a été introduite dans l'IM 3400, relative à l'exécution des vols des aéronefs exploités par l'armée de terre, au début des années 2000.

Les évolutions récentes, notamment la pratique du VOLTAC-N en dynamique (cf 1.18.3.2), liées aux théâtres d'opérations, n'ayant pas encore été formalisées par des procédures officielles, le 3<sup>ème</sup> RHC continue d'appliquer des savoir-faire hérités de l'expérimentation dont une hauteur minimale en VOLTAC-N en dynamique de 10 mètres / sol.

- Par le commandant de bord

Le PCB a pratiqué le VOLTAC-N en dynamique lors d'opérations.

Depuis son retour au régiment, il a bénéficié de rappels tant au niveau du bataillon qu'au niveau de l'escadrille sur l'application en entraînement en métropole des règles du temps de paix.

Le PCB a pris en compte ces rappels. Il n'applique pas les modes d'actions mis en œuvre en opérations.

**Récemment rentré d'opérations, le PCB se conforme aux règles en usage pour l'entraînement en temps de paix.**

#### 2.4.2.3. Expérience en vol de nuit et VOLTAC-N de l'équipage.

Le suivi de l'entraînement des pilotes au sein de l'escadrille à laquelle appartient l'équipage se fait en application de la directive annuelle de préparation opérationnelle (DAPO) éditée par le CFT. Pour l'instruction au combat de nuit, « les équipages qualifiés Viviane doivent effectuer sur 12 mois calendaires au moins :

- 20 % des heures de vol de nuit, soit au moins 32 heures de vol de nuit ;
- dont 8 heures (seuil : 6 heures) en entraînement VOLTAC/N. »

- PCB

Le commandant de bord possède une solide expérience en vol de nuit et en VOLTAC-N. Il se situe très au-dessus des objectifs donnés par la DAPO puisqu'il a réalisé 57 heures de vol de nuit (soit 33 % de ses heures de vol) dont 13 heures en VOLTAC-N au cours des douze derniers mois.

- Pilote

Compte-tenu du nombre élevé des pilotes à l'escadrille comparé à la faible disponibilité des Gazelle, l'entraînement des pilotes a été planifié afin de respecter les objectifs de la DAPO sans pouvoir faire bénéficier les jeunes pilotes d'un entraînement supplémentaire.

Ainsi, le pilote accidenté a effectué plus de 36 heures de nuit au cours des 12 mois précédents l'événement soit 23% de ses heures de vol.

Il a reçu sa formation au VOLTAC-N en février 2011. Pour tenir l'objectif de 8 heures de VOLTAC-N au cours des 12 derniers mois, il doit avoir réalisé 6 heures 45 minutes à la fin du mois de novembre. Là encore, le pilote atteint les objectifs de la DAPO puisqu'il a effectué 7 heures de vol en VOLTAC-N lorsque l'événement se produit.

Si l'objectif quantitatif est atteint, une étude précise de l'entraînement du pilote en VOLTAC-N montre qu'il a effectué 3 heures 30 minutes au cours de son stage en février, 30 minutes en avril, 1 heure 24 minutes en août, 42 minutes en septembre et 54 minutes en octobre. La moitié de ses heures de vol en VOLTAC-N a donc été effectuée en une semaine au cours de son stage de qualification et l'autre moitié a été effectuée en 9 mois. L'espacement entre chacun des vols a tout juste permis à l'intéressé de maintenir ses compétences.

**La faible expérience en VOLTAC-N du pilote et en particulier dans les 6 derniers mois a contribué à l'événement.**

#### 2.4.2.4. Suivi de l'entraînement des pilotes

Comme évoqué précédemment, le suivi de l'entraînement des pilotes est effectué de façon quantitative en se référant, pour le VOLTAC-N, à la DAPO.

Le suivi qualitatif est réalisé par les opérations de l'escadrille sous forme d'échanges oraux.

Compte-tenu des longues périodes au cours desquelles le pilote n'a pas pratiqué le VOLTAC-N, il est peu probable que les différents commandants de bord de l'escadrille aient pu avoir une représentation précise du niveau réel de ce pilote.

**L'absence d'un suivi de progression écrit ne permet pas d'élaborer une représentation objective du niveau réel des pilotes.**

#### 2.4.2.5. Sous évaluation du risque par le PCB

Au cours du briefing précédant le vol, le pilote informe le PCB qu'il estime faible son niveau en JVN. Cependant, lors de la mise en stationnaire et du décollage, le PCB est rassuré sur son niveau car le pilote fait preuve de méthode et de précision dans son pilotage.

Compte-tenu de la présence du deuxième appareil le PCB veut éviter les stationnaires et, prenant en considération le niveau démontré par le pilote, il décide de commencer directement en dynamique et se concentre sur l'utilisation de sa caméra thermique dont il visualise l'image sur son MTB alors que l'appareil passe en-dessous des 30 mètres de hauteur. Son attention est accaparée par la détection d'un obstacle filaire qu'il franchira dans la phase suivante. Il ne peut dans ces conditions assurer le contrôle du pilotage.

**Le défaut de contrôle croisé de l'activité du pilote par le PCB a contribué à l'événement.**

#### 2.4.2.6. Charge de travail du pilote

Lors du briefing, le pilote émet des réserves sur son niveau technique en vol de nuit sous JVN. Ce constat implique que ce type de vol génère encore chez lui une charge cognitive élevée.

Dans la phase de descente vers la hauteur de 10 m / sol, le pilotage représente une charge de travail importante (respect précis de la trajectoire, maintien d'une vitesse constante, changement de cas de vol en descente vers un vol en palier, de nuit, sous JVN, à proximité du sol avec de faibles références extérieures). La charge constituée par la recherche des repères extérieurs prive le pilote des ressources pour aller chercher une indication de hauteur sur sa radiosonde ou percevoir l'allumage du voyant qui lui est associée.

**Les capacités cognitives du pilote ont probablement été saturées par sa charge de travail.**

#### 2.4.3. Conditions de non-récupération

##### 2.4.3.1. Travail en équipage

L'ordre donné par le PCB de rejoindre la base de départ est bien compris par le pilote. Ce dernier, tandis qu'il est en descente, perçoit bien et analyse correctement les informations délivrées par ses instruments comme le montre son annonce au passage des 30 mètres. Le PCB accuse réception du compte-rendu du pilote, sans contrôle.

Il ressort du témoignage des deux membres d'équipage qu'une communication mécanisée est établie entre eux.

**La communication au sein de l'équipage était établie, fluide mais mécanisée.**

Le dysfonctionnement est donc plus à rechercher dans la répartition des tâches au sein de cet équipage que dans l'absence de communication.

#### 2.4.3.2. Emploi de la caméra thermique

En déplacement en VOLTAC-N dynamique, le PCB utilise sa caméra pour sécuriser le compartiment au-delà du point désigné au pilote. Pour ce faire, le PCB est censé utiliser sa caméra dans un secteur de 30 degrés de part et d'autre de son axe de progression.

Au moment de l'événement, le PCB est en recherche d'une ligne électrique à 90 degrés à gauche de son axe de progression de l'autre côté d'un talweg situé au nord de sa position.

Il ne regarde donc pas en avant de son appareil et ne peut percevoir sa hauteur sol.

De plus, le MTB étant allumé, la lumière de cet écran ne permet pas au pilote, au cours de son balayage, de bien percevoir les repères dans son secteur avant gauche.

**L'utilisation de la caméra thermique en dehors du secteur 11 heures – 1 heure, par rapport à l'axe de progression, révèle une méthode insuffisamment normée et une maîtrise imparfaite par le PCB.**

#### 2.4.3.3. Allumage du voyant de la sonde

La radiosonde est équipée d'un index qui provoque l'allumage d'un voyant rouge lorsque la hauteur devient inférieure à la valeur affichée. Sur cet appareil d'ancienne génération, l'allumage de la sonde n'est pas couplé à une alarme sonore.

L'index de la sonde a été retrouvé réglé à 9 mètres. C'est le PCB qui a réglé cet index. Il précise que son intention était de positionner l'index sur 10 mètres. C'est donc par manque de précision dans son geste lors du réglage de la sonde que celle-ci a été réglée à 9 mètres au lieu de 10. Cette différence, minime, est sans conséquence sur l'événement.

L'allumage du voyant peut être détecté par le pilote même s'il n'a pas les yeux braqués sur l'instrument, par changement du niveau de luminosité dans la cabine perçu au travers des JVN.

L'expertise menée sur cet instrument montre qu'il fonctionnait correctement et que le voyant s'est allumé.

Aucun des deux membres d'équipage n'a perçu son allumage. Le PCB était certainement absorbé par sa recherche d'obstacle au moyen de son MTB. Le pilote, s'il regardait à l'extérieur a pu ne pas remarquer la lueur du voyant, peut-être perturbé par la luminosité du MTB.

**La luminosité ambiante dans le poste de pilotage n'a probablement pas permis au pilote de percevoir l'allumage de la sonde.**

## 2.5. Abandon de bord

Immédiatement après l'accident, l'équipage est en pleine possession de ses moyens. Il procède à l'arrêt moteur et évacue l'appareil.

Les portes étant bloquées, le commandant de bord fini de casser la bulle du côté gauche à coups de pieds pour pouvoir s'extraire de la machine.

Lors des constats effectués sur l'appareil accidenté, décrits dans la partie 1.12.2, les sélecteurs moteurs (pompe de gavage et démarrage) sont retrouvés sur « marche », la batterie, l'alternateur et la génératrice sont sur « arrêt ». La manette coupe-feu est vers l'avant, le fil frein est sectionné. La manette de débit est vers l'avant, dans son cran.

Ceci témoigne d'une application incomplète de la procédure d'arrêt moteur. Le pilote se souvient avoir annoncé qu'il tirait le coupe-feu et coupait les interrupteurs BATT, ALT, GENE. Il n'a réalisé qu'une partie des actions annoncées.

Bien que sans conséquences sur les suites de l'accident, cette application partielle de la procédure témoigne d'une mécanisation incomplète de la procédure de coupure d'urgence du moteur.

### **3. CONCLUSION**

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

Au début d'un entraînement en VOLTAC-N d'une patrouille de deux SA 342, l'appareil de tête touche le sol et se retourne.

L'équipage, composé d'un PCB, chef de patrouille et d'un pilote, évacue la machine par ses propres moyens.

L'aîlier donne l'alerte, porte assistance à l'équipage accidenté puis guide les secours sur place. Ces derniers rejoignent le site de l'accident en 20 minutes.

L'équipage est transporté en ambulance à l'hôpital de Verdun pour examen.

Cet événement entre dans la catégorie des « impacts avec le sol sans perte de contrôle » ou, selon la terminologie anglo-saxonne, « controled flight into terrain (CFIT) ».

#### **3.2. Causes de l'événement**

Aucune cause d'origine environnementale ou mécanique n'est à l'origine de cet événement. Les causes de cet événement relèvent toutes des facteurs humains et organisationnels.

Cet événement met en évidence l'absence d'un document de référence relatif à la pratique du VOLTAC-N permettant d'uniformiser sa pratique au niveau national.

Dans l'attente de ce document, le 3<sup>ème</sup> RHC a continué de pratiquer le VOLTAC-N conformément aux enseignements tirés de son expérimentation.

Cette absence de doctrine n'a pas permis de gommer la différence de formation reçue par le commandant de bord et le pilote à plusieurs années d'intervalle.

Dans ce contexte, le PCB sur-estime le niveau réel du pilote et sous-évalue le risque du VOLTAC-N en dynamique. Il ne contrôle pas les actions du pilote alors que l'appareil se rapproche du sol.

De surcroît, il choisit le milieu d'un vaste champ à la végétation uniforme comme base de départ, et prive ainsi le pilote de repères visuels qui auraient facilité l'estimation de sa hauteur sous JVN.

Enfin il utilise sa caméra en dehors du secteur recommandé pour ce type de vol et ne se consacre pas au contrôle du pilote dans une phase délicate.

Le pilote a été formé pour pratiquer le VOLTAC-N en dynamique à une hauteur de 30 m et non une hauteur de 10 m. Il a bénéficié de l'entraînement minimum au VOLTAC-N qu'il devait recevoir, dans un contexte de faible disponibilité. Cette faible pratique, en particulier dans les 6 derniers mois, ne lui a pas permis de perfectionner ses savoir-faire. L'absence de perception de la hauteur par rapport aux repères extérieurs ou par rapport à l'indication de la radiosonde ou encore lors de l'allumage du voyant qui lui est associé montre que son balayage JVN manque d'efficacité.

## 4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

#### 4.1.1. Réglementation

Introduit dans les années 2000 dans l'armée de terre, le VOLTAC-N a fait l'objet d'évolutions pour s'adapter aux théâtres d'opérations. En particulier la progression en dynamique par opposition à la progression en bond par bond s'est généralisée. Conscient de la nécessité d'harmoniser les procédures, le COMALAT a initié la rédaction d'un guide d'exécution du vol sous DVN.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

**l'armée de terre d'utiliser les enseignements de cet événement dans le travail de rédaction en cours des textes concernant le VOLTAC-N.**

#### 4.1.2. Entraînement des jeunes pilotes

Les investigations menées à l'occasion de cet événement ont montré que l'effort du commandant d'unité portait sur l'atteinte des objectifs de la DAPO. Ce suivi quantitatif ne permet pas de garder en mémoire le niveau qualitatif des pilotes surtout pour les types de vols pratiqués occasionnellement, ni d'organiser des paliers de progression individuelle.

La traçabilité de la progression des pilotes en phase d'acquisition d'expérience permettrait à leur commandant de bord de mieux adapter les séances d'entraînement à leur niveau technique.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

**l'armée de terre de revoir la traçabilité qualitative de la progression individuelle de ses pilotes en murissement afin de permettre une meilleure prise en compte de leur niveau par les PCB.**

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

Après l'accident, la position vers l'avant de la manette coupe-feu, malgré l'annonce faite par le pilote, témoigne d'une mécanisation incomplète de la procédure d'arrêt moteur en urgence.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

**l'armée de terre de s'assurer que la procédure d'arrêt d'urgence d'un GTM est bien intégrée comme acte réflexe par les équipages.**

## ANNEXE

Balayage JVN : extrait du guide d'utilisation des JVN.....	31
--	----

## ANNEXE

### Balayage JVN : extrait du guide d'utilisation des JVN

#### 2.1. - PARTICULARITÉS DU VOL AVEC JVN

Malgré la nécessité de contrôler le vol à l'aide des instruments, le vol avec JVN n'en demeure pas moins un vol à vue. Le déroulement du vol s'apparente davantage à celui d'un vol de jour dégradé qu'à celui d'un vol de nuit amélioré.

Ce vol est dit dégradé car :

- l'image observée est monochrome,
- le champ de vision est réduit (40°),
- la finesse d'image est médiocre (finesse = nombre de points par unité de surface).

Ces trois particularités vont engendrer une série de problèmes liés au pilotage des hélicoptères, problèmes auxquels nous allons apporter autant de solutions.

Ces problèmes sont :

- mauvaise perception du défilement sol (surtout en phase d'approche et de décollage),
- mauvaise appréciation de la hauteur sol (par dessus le terrain et en approche),
- estimation difficile des formes du terrain et des distances.

Afin de palier ces problèmes, nous vous proposons d'appliquer les procédés de pilotages suivants.

- Recherche de l'information de défilement/sol par des mouvements de tête sur le côté (balayage) pour reconstituer l'image habituelle et éviter l'effet de claustrophobie. Aller rechercher une image fichante.
- Contrôle de la radiosonde, anémomètre et variomètre par vision périphérique (cycle de balayage instrumental : anémomètre, sonde, variomètre, toutes les 5 à 7 secondes au début).
- Mise en valeur d'une vision polytonique, faisant appel aux ombres et aux contrastes pour apprécier les formes du terrain. Concernant les distances et ce afin d'affiner votre estimation :

par nuit claire :

- distances vues sur le terrain à diviser par deux.

par nuit sombre :

- distances vues sur le terrain à multiplier par deux.

Afin de mieux comprendre les procédures mises en place, il faut bien réaliser que :

- **les yeux ne sont que des capteurs, nous voyons avec notre cerveau,**
- **en JVN, nous sommes tous myopes.**

### **2.1.1. - Le balayage**

Ces mouvements de tête alternatifs constituent le balayage d'observation JVN. Plutôt que de parler d'une fréquence de balayage, il vaut mieux utiliser la notion de balayage à fréquence variable. Les informations à recueillir sont de nature et d'importance différente selon la phase de vol.

En croisière, le balayage est lent dans le secteur avant, où se situent les informations principales de trajectoire alors que c'est par coups de sonde latéraux que le pilote récupère des éléments de contrôle des paramètres vitesse et hauteur. En approche, le type de balayage est inversé en faveur des secteurs proches.

Au cours du balayage, le pilote mémorise les scènes successives qu'il observe et recrée une image d'ensemble du paysage. Tout comme de jour, l'orientation de la tête vers un détail déjà mémorisé se fait pratiquement sans erreur.

Le balayage du paysage doit se faire alternativement avec le balayage des instruments. La lecture des instruments par vision périphérique est une des particularités du vol avec JVN. Le balayage est compris entre au minimum un mouvement du casque et une rotation de 90°. Son amplitude sera en fonction de la hauteur de vol, du niveau de nuit, de la densité des repères sol.

En approche, le balayage doit se faire de préférence à droite lorsque le pilote aux commandes est en place droite :

- sur Gazelle Viviane, parce que le système d'arme inhibe la vision avec les jumelles à gauche de l'axe médian de l'appareil,
- sur Puma, Cougar et Fennec, parce que l'appareil est trop large et que l'observation côté opposé n'est pas significative.

### **2.1.2. - La lecture des instruments**

En vol près du sol, le pilote JVN contrôle les instruments plus régulièrement que de jour en particulier ceux liés aux paramètres hauteur, vitesse, cap.

Les JVN sont calées à une distance de 15 à 18 mm des yeux. Cet écart, ou tirage est suffisant pour que le pilote puisse observer le tableau de bord d'un simple alignement des yeux, sans bouger la tête.

C'est également en vision décentrée que sont traités les problèmes de manipulation à l'intérieur du cockpit ou la lecture de documents. L'axe du regard étant maintenu décentré, la tête est orientée dans la direction souhaitée.

## **LE BALAYAGE DU PAYSAGE ET DES INSTRUMENTS EST LA BASE DU PILOTAGE AVEC JVN**