



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE  
ET DES ANCIENS COMBATTANTS

Supprimé : . DIFFUSION  
RESTREINTE

# BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Supprimé : Brétigny sur Orge,  
le 26 mai 2011

## RAPPORT D'ENQUÊTE TECHNIQUE

Supprimé : FINAL



### BEAD-air-T-2010-011-I

<b>Date de l'événement</b>	<b>31 mai 2010</b>
<b>Lieu</b>	<b>Brignoles (Var)</b>
<b>Type d'appareil</b>	<b>SA 330 Puma</b>
<b>Immatriculation</b>	<b>FMDAU</b>
<b>Organisme</b>	<b>Aviation légère de l'armée de terre</b>
<b>Unité</b>	<b>5<sup>ème</sup> régiment d'hélicoptères de combat</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 : Sirpa Terre

Pages : 7 ; 11 ; 13 : BEAD-air

## TABLE DES MATIERE

AVERTISSEMENT	2
CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIERE	3
SYNOPSIS	4
1. Renseignements de base	5
1.1 Déroulement du vol	5
1.2 Renseignements sur le personnel	7
1.3 Dommages constatés	7
1.4 Renseignements sur l'aéronef	8
1.5 Conditions météorologiques	8
1.6 Enregistreurs de bord	8
1.7 Renseignements sur la zone d'impact	8
1.8 Expertises réalisées	8
1.9 Renseignements supplémentaires	8
2. Analyse	9
2.1 Causes relevant du domaine technique	9
2.2 Causes relevant du domaine des facteurs humains	12
3. Conclusion	15
3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	15
3.2 Causes de l'événement	15
4. Recommandations de sécurité	16
4.1 Conception de la manille	16
4.2 Répartition des tâches et précision des procédures	16
ANNEXES	17
ANNEXE 1 SCHEMA DE PRINCIPE DE L'ARRIMAGE DU BAC SOUPLE	18
ANNEXE 2 SCHEMA DE PRINCIPE DE LA MANILLE AS 65	19
ANNEXE 3 ANNEXE D A LA LETTRE N° 34-421/DEF/COMALAT/BSV	20

Supprimé : final

Supprimé : - mai

Supprimé : avril

Supprimé : 2011

Supprimé : . DIFFUSION  
RESTREINTE

## SYNOPSIS

Date de l'événement : 31 mai 2010  
 Lieu de l'événement : terrain d'aéromodélisme et d'ULM de Brignoles (Var)  
 Organisme : aviation légère de l'armée de terre (ALAT)  
 Commandement organique : 5<sup>ème</sup> régiment d'hélicoptères de combat (5<sup>ème</sup> RHC)  
 Unité : bataillon d'hélicoptères de manœuvre et d'assaut (BHMA)  
 Aéronef : SA 330 Puma n° 1197 immatriculé FMDAU  
 Nature du vol : vol d'entraînement au transport de charge sous élingue  
 Nombre de personnes à bord : 4

Supprimé : final

Supprimé : - mai

Supprimé : avril

Supprimé : 2011

Commentaire [DA1] : Unification termes entre sous élingues, à l'élingue, singulier ou pluriel (plusieurs fois)

Mis en forme : Non  
Surlignage

Supprimé : s

Mis en forme : Non  
Surlignage

Supprimé : §

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

Dans le cadre de la préparation des missions de lutte contre les incendies de forêts, lors d'un vol d'entraînement au transport à l'élingue de réserves d'eau, l'hélicoptère Puma perd sa charge constituée d'un bac souple contenant 800 litres d'eau. Il n'y a pas de victime, pas de dégât sur l'aéronef, ni de dégât au tiers. Le bac souple est détruit à l'impact avec le sol.

### 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) en charge des investigations sur site.
- Un officier pilote ayant une expertise sur hélicoptère de manœuvre et dans ce type de mission.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur hélicoptère de manœuvre et dans ce type de mission.

### Autres experts consultés

- Direction générale de l'armement / essais propulseurs
- Direction générale de l'armement / techniques aéronautiques / division aéromobilité

### Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air est prévenu de l'événement le 1<sup>er</sup> juin 2010 en début de matinée. L'EPI arrive sur site à 12 h 45 le jour même avec l'expert mécanicien désigné et débute ses investigations.

### Enquête judiciaire

Un officier de police judiciaire de la brigade territoriale autonome de Brignoles a été commis. Le parquet de Draguignan s'est saisi de l'affaire et a procédé à un classement sans suite.

Supprimé : . DIFFUSION  
RESTREINTE<sup>1</sup>

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1 Déroulement du vol

#### 1.1.1 Mission

Indicatif mission : HEPHAÏSTOS

Type de vol : circulation aérienne militaire tactique (CAM T)

Type de mission : entraînement au transport de charge sous élingue

Dernier point de départ : terrain ULM de Brignoles (Var)

Heure de départ : 16 h 40

Point d'atterrissage prévu : terrain ULM de Brignoles

#### 1.1.2 Déroulement

##### 1.1.2.1 Préparation du vol

La mission programmée s'inscrit dans le cadre de la préparation du dispositif estival de lutte contre les incendies de forêts. Il s'agit de réaliser un entraînement au profit de la 2<sup>ème</sup> compagnie d'intervention hélicoptérée (2<sup>ème</sup> CIH) de l'unité d'instruction et d'intervention de la sécurité civile n° 7 de Brignoles (UIISC7). Les bacs souples d'eau transportés par hélicoptère doivent être déposés selon une procédure particulière en tenant compte de la configuration du terrain et de la direction d'intervention des pompiers.

Six rotations de deux transports sous élingues sont prévues sur le terrain d'ULM de Brignoles situé à 500 mètres des installations de l'UIISC7.

Le bac souple contenant 800 litres d'eau est déposé dans une bâche puis dans un filet de transport (ESA 14). Les huit sangles du filet sont reliées au prolongateur AS 62 équipé de son croc (BK 15) et de son manchon de protection (AS 102) par une manille AS 65. Le principe de montage est décrit en annexe 1. L'ensemble de ces matériels est préparé et mis en place par les pompiers de la 2<sup>ème</sup> CIH : l'un d'entre eux vérifie les éléments de sécurité de l'ensemble (manilles verrouillées, sur la position de sécurité, huit brins du filet en place, prolongateur, bâche en place, vanne fermée) ; le chef d'agrès vérifie les mesures de sécurité du lot sling : puis, le chef de section s'assure aussi que toutes les mesures de sécurité ont bien été appliquées.

Après le posé du Puma sur le terrain ULM et la coupure des moteurs, le mécanicien navigant et le slingueur<sup>1</sup> vérifient individuellement que les mesures de sécurité ont bien été appliquées. Cela consiste à vérifier, par une inspection visuelle (sans mouvement des ensembles), que les témoins de verrouillage sont bien en position verrouillée et que les brins du filet sont bien positionnés.

Un briefing au sol entre l'équipage et le détachement de la 2<sup>ème</sup> CIH est ensuite effectué. Le déroulement de la séance y est précisé.

Supprimé : E

Supprimé : ,

Supprimé :

Commentaire [DA2] : Uniformiser écriture sling

Supprimé : enfin

Supprimé : également

Supprimé : UMA

Supprimé : s

Supprimé : s

<sup>1</sup> Personnel de mise en oeuvre dont le rôle est décrit en annexe 3

Supprimé : - DIFFUSION  
RESTREINTE

Le Puma est posé à gauche de la charge, le slingueur accroche la charge (prolongateur) au délesteur, teste le bon verrouillage du crochet du délesteur, puis embarque dans le Puma et annonce « vert soute ».

Le Puma se met en stationnaire, prend de la hauteur pour effectuer la mise en tension du prolongateur. A ce moment, le slingueur voit que la vanne de remplissage de la bache est prise dans les mailles du filet qui risquent de la détériorer lorsque que la charge sera « déjaugée ». Il guide le Puma pour le faire légèrement redescendre et effectuer une manœuvre en « U », vers l'arrière et à droite, pour dégager la vanne. Une fois celle-ci libérée, la tension sur le prolongateur est réalisée, la charge est sustentée. A 50 mètres du sol, son comportement est décrit comme normal.

Supprimé : final

Supprimé : - mai

Supprimé : avril

Supprimé : 2011

Supprimé : PUMA

Supprimé : p

Supprimé : UMA

Supprimé : UMA

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

Le Puma effectue un décollage dans l'axe vers une hauteur de 75 mètres du sol, suivi d'une prise de vitesse vers 120 km/h, puis effectue un virage de 180 degrés par la droite, avec une inclinaison moyenne de 15 degrés.

Supprimé : UMA

Le vent au décollage est estimé laminaire d'environ 20 nœuds, dans l'axe.

En sortie de virage la charge roule à gauche, puis à droite et se stabilise. A ce moment le Puma entre dans une zone de turbulences, l'équipage ressent un choc, le slingueur voit la charge tomber, annonce « charge larguée », suit la charge des yeux jusqu'à sa zone d'impact : une friche boisée entre des vignes. Il remonte le prolongateur : le croc et son manchon de protection sont en place. La manille AS 65 est manquante.

Supprimé : UMA

Au moment de la perte de charge, les paramètres de vol sont les suivants : 12 degrés de pas, cap 090°, vitesse : 120 km/h, hauteur : 75 m/sol.

#### 1.1.3 Localisation

- Lieu :

- pays : France
- département : Var (83)
- commune : Brignoles
- coordonnées géographiques:
  - N 43°25'01''
  - E 006°00'35''
- hauteur / altitude du lieu de l'événement : 260 mètres

- Moment : jour

- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Le Luc le Cannet (LFMC) à 15 Nm dans le 090 du lieu de l'événement

Supprimé : . DIFFUSION RESTREINTE

Supprimé : final

Supprimé : - mai

Supprimé : avril

Supprimé : 2011

## 1.2 Renseignements sur le personnel

### 1.2.1 Membres d'équipage de conduite

L'équipage de conduite se compose de quatre membres :

- un pilote commandant de bord ayant une expérience de 2150 heures de vol dont 1900 sur Puma ;
- un pilote aux commandes ayant une expérience de 520 heures de vol dont 183 sur Puma ;
- un mécanicien navigant ayant une expérience de 2343 heures de vol sur Puma ;
- un slingueur, mécanicien non navigant possédant une expérience de 143 heures de vol sur Puma.

### 1.2.2 Autres opérateurs

- un chef de groupe UIISC7 : spécialisé en intervention hélicoptérée, 11 ans d'expérience ;
- un chef d'équipe : spécialisé en intervention hélicoptérée, six ans d'expérience ;
- un opérateur : spécialisé en intervention hélicoptérée, trois ans d'expérience.

Supprimé : C

Commentaire [DA3] : Rédaction porte à confusion dans les 2 dénominations qui se suivent ??

Mis en forme : Non Surlignage

Supprimé : chef d'équipe

Mis en forme : Surlignage

## 1.3 Dommages constatés

Il est constaté au sol que quatre des huit brins du filet recevant le bac souple sont encore accrochés à la manille AS 65. Celle-ci est ouverte, et son corps a subi une déformation d'environ 30°. L'axe est retrouvé en position verrouillée (ressort épingle dans la gorge), l'index de verrouillage situé sur la tête de l'axe est décalé par rapport au témoin.

Le bac souple et la bâche sont détruits.

Le filet est partiellement détruit. Les huit sangles du filet sont intègres.



Photo 1 : ensemble croc, manchon et manille



photo 2 : manille déformée

#### 1.4 Renseignements sur l'aéronef

- Type d'aéronef : Puma SA 330 ;
- configuration : équipé de la perche d'élingue et d'un crochet délesteur ;
- masse et centrage : la masse du Puma calculée est de 6,4 tonnes, dont la masse de la charge : 900 kg, dans les normes. Le centrage est dans les normes.

Supprimé : final

Supprimé : - mai

Supprimé : avril

Supprimé : 2011

Supprimé : p

#### 1.5 Conditions météorologiques

Ciel dégagé, visibilité supérieure à 10 km, vent d'ouest laminaire de 20 noeuds.

#### 1.6 Enregistreurs de bord

L'hélicoptère AS 330 Puma n'est pas équipé d'enregistreur de vol.

#### 1.7 Renseignements sur la zone d'impact

La zone d'impact est une friche peu boisée (arbustes) dépourvue d'habitations. Le bac souple a tracé une saignée peu profonde sur une longueur inférieure à 10 mètres. Il n'y a pas de tiers identifié.

#### 1.8 Expertises réalisées

Afin de contribuer à la compréhension du mécanisme de déformation de la manille, des expertises ont été confiées à DGA Essais propulseurs. Elles ont consisté en une analyse métallurgique de la manille incriminée, des modélisations et calculs en conditions d'utilisations et des essais de traction. Les conclusions de ces expertises ont été communiquées au BEAD-air le 8 février 2011.

#### 1.9 Renseignements supplémentaires

Le lot sling concerné est en compte administrativement au 21<sup>ème</sup> régiment d'infanterie de marine (RIMa) à Fréjus (Var). Il est mis pour emploi à l'UIISC7 qui est tributaire du 21<sup>ème</sup> RIMa en ce qui concerne la documentation technique. L'UIISC7 ne reçoit pas les mises à jour de la documentation ALAT. L'entretien de ce matériel est réalisé par deux pompiers formés à ces opérations.

Les lots sling en service au sein des unités de l'armée de terre n'ont pas fait l'objet d'une certification aéronautique et ne sont pas considérés comme du matériel aéronautique. De ce fait, les visites annuelles de contrôle sont passées par la cellule « matériels parachutage largage » de la mission de contrôle et d'assistance de la maintenance (MICAM)<sup>2</sup>. Le matériel incriminé a été constaté en bon état lors de la dernière visite réalisée en octobre 2009 et n'a pas été utilisé depuis, jusqu'au jour de l'événement.

<sup>2</sup> Organisme rattaché à la direction centrale du matériel de l'armée de terre.

Supprimé : - DIFFUSION  
RESTREINTE

¶

Supprimé : final

Supprimé : - mai

Supprimé : avril

Supprimé : 2011

## 2. ANALYSE

Lors du transport à l'élingue d'un bac souple rempli de 800 litres d'eau, la charge se décroche du croc et tombe.

L'objet de l'analyse est de chercher les causes de la perte en vol de la charge accrochée sous l'hélicoptère. Les investigations ont permis d'écarter toute cause technique liée à l'hélicoptère ainsi que toute cause liée aux actions de pilotage. La perte de la charge résulte de la déformation en vol de la manille qui a permis le glissement du manchon de protection sur l'axe puis la désolidarisation de la manille et du croc.

La recherche des causes de cette déformation a été réalisée dans 2 domaines principaux : le domaine technique, celui du dimensionnement mécanique de la manille, et le domaine des facteurs humains liés à des conditions d'utilisation non conformes. Les conditions environnementales (météorologiques et aérologiques) ont pu contribuer au mécanisme de déformation de la manille mais ne constituent pas à proprement parler une cause de cet événement.

Commentaire [DA4] : En trop ? non pour insister sur la différence entre une contribution et une cause

### 2.1 Causes relevant du domaine technique

Les témoignages recueillis ont fait état d'un contrôle des mesures de sécurité qui ont consisté à vérifier en particulier la position des sangles et le bon verrouillage de l'axe de la manille. Ils ont également fait état de la présence du manchon de protection retrouvé sur le croc. Comparativement à d'autres manilles un jeu plus important de l'épingle de verrouillage de la manille incriminée, a également été constaté.

Supprimé : comprenant

Supprimé : U

Supprimé : incriminée

Supprimé : plus important, en comparaison avec d'autres manilles

L'hypothèse d'un sous dimensionnement mécanique de la manille et celle d'un déverrouillage et/ou d'une extraction de l'axe en vol ont par conséquent été étudiées.

Un contrôle métallurgique, ainsi qu'un calcul numérique modélisant l'ensemble corps et axe de la manille dans différentes configurations d'utilisations, ont été réalisés.

#### 2.1.1 L'hypothèse d'un sous dimensionnement mécanique de la manille

L'analyse métallurgique de la manille incriminée a montré :

- que la nature et les propriétés mécaniques du matériau constitutif de la manille sont conformes à la spécification technique;
- qu'aucune particularité métallurgique n'a été observée dans la structure du matériau ;

Des calculs ont été réalisés en représentant les conditions normales d'utilisation afin de vérifier la tenue mécanique en statique de l'ensemble. Avec une charge allant jusqu'à 2000 kg, la présence du manchon de protection et l'axe enfoncé et verrouillé, ces calculs n'ont pas montré de déformation résiduelle. Plus les sollicitations augmentent, plus les deux oreilles du corps de la manille ont tendance à s'approcher l'une de l'autre. Ce type de déformation ne correspond pas à celle constatée (écartement des deux oreilles). Ces résultats obtenus sont également valables pour un axe non verrouillé mais enfoncé dans l'oreille de la manille.

L'ensemble de ces analyses et calculs confirme que la manille incriminée était conforme aux spécifications mécaniques et était conçue pour résister aux sollicitations liées aux conditions d'utilisation du jour de l'événement.

**L'hypothèse d'un sous dimensionnement mécanique de la manille est REJETEE.**

La déformation constatée sur la manille incriminée est incompatible avec des conditions d'utilisation normale, c'est-à-dire avec un axe enfoncé dans l'oreille de la manille, qu'il soit verrouillé ou non.

2.1.2 Détermination des conditions d'utilisation compatibles avec la déformation observée

La recherche des conditions d'utilisation permettant d'obtenir le même type de déformation que celle constatée sur la manille AS 65 incriminée a été réalisée.

En appliquant un effort de 800 kg en statique sur un axe non engagé dans l'oreille (tel que présenté sur la photo 3), on constate que les contraintes dans le matériau sont supérieures à la limite d'élasticité. La manille se déforme dans le même sens que celui observé sur la manille incriminée. Cette déformation résiduelle est toutefois très faible (inférieure à 1 mm) et ne permet pas la libération du manchon de protection.

En appliquant un effort de 800 kg soumis à une accélération de 4 g pendant 0,05 s sur un axe non engagé dans l'oreille, suivi d'une perte de la charge, on obtient un état de déformation permanente (ou résiduelle) proche de celui constaté dans l'événement. Cette accélération a été choisie pour se rapprocher des conditions aérologiques locales et reconstituer le passage du Puma dans une zone de turbulence telle qu'elle a été décrite par les témoignages.

Dans ce cas, puisque la déformation résiduelle correspond également à la déformation maximale obtenue, il est également nécessaire que l'axe soit suffisamment sorti pour permettre la libération du manchon de protection. Dans cette configuration axe sorti de l'oreille, les tests de traction réalisés sur l'axe de la manille montrent une plus faible résistance de l'épingle de la manille incriminée donc un effort de traction nécessaire 50 % à 70 % moins important que sur une autre manille. La mobilité de l'axe reste alors possible et peut entraîner la libération du manchon.

**L'hypothèse selon laquelle l'axe n'était pas engagé dans l'oreille du corps de la manille après la mise sous tension de la charge est CERTAINE.**

Supprimé : final

Supprimé : - mai

Supprimé : avril

Supprimé : 2011

### 2.1.3 Hypothèse d'un désengagement de l'axe en vol

Afin d'étudier l'éventualité d'une ouverture accidentelle en vol, des essais ont donc été réalisés pour déterminer le couple de déverrouillage de l'axe (par rotation de l'axe) et l'effort d'extraction de l'axe de la manille nécessaires pour désengager l'axe. Un comparatif avec une autre manille réputée en bon état a également été effectué.

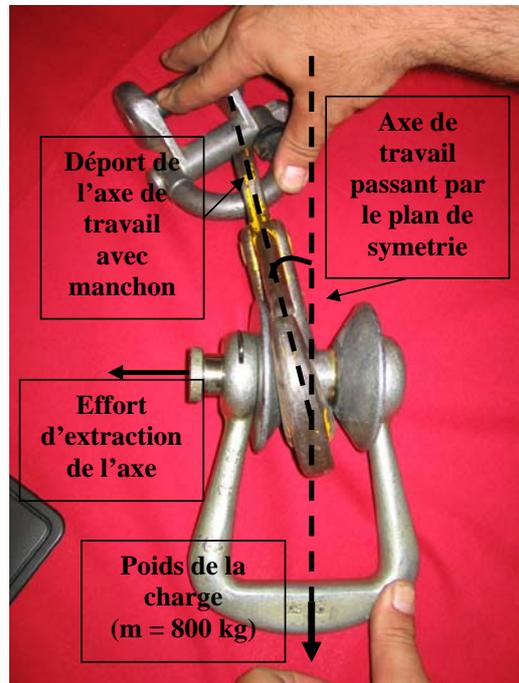


Photo 3 : Représentation de la répartition des forces

Les résultats montrent un couple de déverrouillage similaire d'une manille à l'autre (0,3 N.m pour la manille incriminée versus 0,4 N.m pour une autre manille) et d'une valeur suffisante pour écarter l'hypothèse d'un déverrouillage en vol par la simple interaction du manchon de protection sur l'axe.

Ces essais ont également montré que l'effort d'extraction sur l'axe incriminé en position verrouillée était identique à celui d'une manille réputée en bon état et semble incompatible avec une extraction en vol.

De surcroît, les observations sur la manille incriminée ne montrent aucune rayure, endommagement, ni impact significatif. L'examen de l'axe et celui du manchon de protection aboutissent aux mêmes constats. La comparaison avec une manille en bon état n'a pas mis en évidence de différence remarquable. Ces constats permettent d'écarter l'hypothèse d'un frottement important entre ces différentes pièces et donc l'extraction sous contrainte de l'axe. La présence du manchon de protection (retrouvé sur le croc après l'événement) garanti un axe de travail de la manille proche de son plan de symétrie (voir photo 3). Dans ces conditions, l'hypothèse d'un mauvais positionnement d'une ou plusieurs sangles sous l'effet de turbulences même importantes semble difficilement envisageable.

De ce fait, le scénario d'un déverrouillage et/ou d'une traction accidentelle sur l'axe en vol (donc soumis au poids de la charge) par une sangle du filet mal positionnée ou par une autre contrainte extérieure peut être écarté.

**L'hypothèse selon laquelle un désengagement accidentel en vol de l'axe est à l'origine de la perte en vol de la charge est REJETEE.**

La déformation de la manille AS 65 résulte d'une position non-conforme de l'axe à la mise sous tension de la charge.

Supprimé : final

Supprimé : - mai

Supprimé : avril

Supprimé : 2011

## 2.2 Causes relevant du domaine des facteurs humains

Le groupe d'enquête a été conduit à envisager deux scénarios susceptibles d'expliquer cette position non conforme de l'axe :

- l'axe de la manille a été laissé dans cette position lors des manipulations de préparation de la charge ;
- l'axe, initialement bien positionné, a été déverrouillé puis extrait de l'oreille par l'action d'une sangle mal positionnée lors de la mise en tension de la charge et/ou pendant les manœuvres de dégagement de la vanne de remplissage des mailles du filet.

Supprimé : .

Mis en forme : Non  
SurlignageMise en forme : Pucet et  
numéros

### 2.2.1 Une possible erreur de manipulation

Les témoignages recueillis attestent tous de la bonne vérification des points de sécurité dont le bon verrouillage de l'axe de la manille AS 65. Le personnel en charge de la mise en place du lot d'élingage a vérifié que les huit brins du filet étaient en place dans l'AS 65, que toutes les manilles étaient en position verrouillées.

Son travail a été contrôlé par un chef d'équipe, puis par un chef de groupe, par le mécanicien navigant et enfin par le slingueur. Ces vérifications ont été réalisées de manière visuelle et tactile sans bouger les ensembles.

Toutefois les résultats des expertises apparaissent en contradiction avec ces témoignages. Considérant d'une part, la fragilité naturelle et humaine des témoignages, et d'autre part la difficulté à trouver d'autres explications envisageables le groupe d'enquête n'a pas pu totalement écarter les deux scénarios évoqués précédemment et malgré tout étudier l'hypothèse d'une erreur de manipulation non détectée par les opérations de contrôle.

Dans le premier scénario possible, celui d'un axe mal positionné, l'équipe d'enquête a pu reproduire cette erreur avec un opérateur non averti. Même si la probabilité de survenue de cette erreur avec des opérateurs sensibilisés et entraînés semble très faible, elle reste une explication possible. Dans ce cas l'axe peut apparaître verrouillé avec les repères rouges en concordance tel qu'il apparaît sur les photos 4 et 5.

Supprimé : . DIFFUSION  
RESTREINTE<sup>4</sup>

Photo 4 :

Vue latérale d'un axe verrouillé non enfoncé

Photo 5 :

Vue de dessus d'un axe verrouillé non enfoncé

Supprimé : final

Supprimé : - mai

Supprimé : avril

Supprimé : 2011

Supprimé : enfoncé

Dans le second cas, il s'agit d'un mauvais positionnement d'une sangle du filet qui aurait pu entraîner un déverrouillage et un désengagement de l'axe. Aucun témoignage ne vient alimenter cette hypothèse. De surcroît, la détection du mauvais positionnement des mailles du filet sur la vanne de remplissage ainsi que le témoignage attestant que la manille n'a pas touché le filet lors de ces manœuvres de dégagement tendent à montrer une bonne surveillance de la phase de mise sous tension de la charge. Dans ces conditions, l'application d'un effort de traction sur l'axe suffisant pour l'extraire de sa position aurait vraisemblablement été observée et signalée.

**L'hypothèse d'une erreur de manipulation laissant l'axe de la manille en position non enfoncée dans l'oreille mais verrouillée (repères alignés) est POSSIBLE.**  
**L'hypothèse d'une erreur de positionnement d'une sangle ayant pu entraîner au moment de la mise sous tension ou lors de la manœuvre de libération de la vanne de remplissage un déverrouillage et un retrait de l'axe ne peut être totalement écartée et reste POSSIBLE.**

Supprimé : reste

### 2.2.2 Certification et ergonomie de la manille AS 65

La manille AS 65 du lot LTSH2F2 incriminée n'est pas un équipement aéronautique dans la mesure où la conformité au paragraphe 865 « external loads » des spécifications de certification CS 29 de l'*European Aviation Safety Agency*<sup>3</sup> n'a pas été démontrée. Si cette manille est structurellement largement dimensionnée par rapport à la capacité maximale de 2,5 tonnes du lot de sling, l'étude des aspects facteurs humains (ergonomie) a été limitée à la seule prise en compte de la dimension opérationnelle.

Supprimé : s

<sup>3</sup> Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (EASA)

Supprimé : . DIFFUSION  
RESTREINTE

Par conception la manille permet le type d'erreur de manipulation envisagé dans la mesure où le verrouillage s'effectue par deux actions distinctes et indispensables : pousser puis tourner pour engager le ressort épingle dans la gorge de l'axe (voir schéma de principe en annexe 1). Une seule de ces deux actions n'est donc pas suffisante. Les repères rouges ne matérialisent que la position en rotation de l'axe. Ainsi le contrôle visuel du bon positionnement de ces repères semble insuffisant pour attester du bon verrouillage.

Par ailleurs, la possibilité de verrouillage par une goupille ou épingle à l'autre bout de l'axe garantissant ainsi un bon positionnement de l'axe n'a pas été envisagé pour des raisons d'efficacité opérationnelle (port de gants et manipulations dans le souffle du rotor, rapidité d'exécution).

**L'hypothèse selon laquelle la conception de la manille rend possible une erreur de manipulation et un mauvais verrouillage est POSSIBLE.**

### 2.2.3 Une procédure de contrôle et de répartition des tâches

Le lot d'élingage (lot sling) est un matériel non aéronautique. La documentation associée est composée d'un guide et d'une notice techniques (MAT 9023, MAT 9158) décrivant la méthode d'arrimage adaptée aux différents matériels à transporter et précisant la composition des agrès dans ces différentes configurations. Les mesures de contrôle du conditionnement de la charge ne sont pas clairement précisées. Les utilisateurs de ces lots qui dans ce cas précis n'appartiennent pas au milieu aéronautique ne disposent que de ces documents. Le protocole Héphaïstos et le guide d'emploi du détachement d'intervention hélicoptère n'abordent pas, en ce qui concerne le transport sous élingues, la répartition des tâches entre les différents acteurs, ni la nature des contrôles à effectuer. Les compléments d'informations et les consignes supplémentaires (issues notamment des retours d'expériences) sont transmis par les équipages de l'ALAT lors des séances d'entraînement et d'instruction.

Les équipages de l'ALAT disposent en complément de ces documents de directives précisant que le personnel de soute en charge de la fonction de slingueur est chargé **dans la mesure du possible** de vérifier la charge et son accrochage. La méthode de vérification de la charge et des points clés de sécurité n'est pas précisée. Elles sous-entendent également une répartition des tâches entre l'équipage et les opérateurs « au sol ». Ainsi, le domaine de compétence attribué à l'équipage s'arrête implicitement au crochet délesteur de la perche de sling, et la confection de la charge et de son accrochage au crochet délesteur revient aux opérateurs au sol. Cette répartition implicite (non formalisée) des tâches associée à un manque de précision des guides de référence peuvent favoriser des interprétations différentes dans la nature des contrôles à effectuer, et peuvent fragiliser l'efficacité de ceux-ci.

**L'hypothèse, selon laquelle le manque de précision de la documentation sur les opérations de contrôle à réaliser ainsi qu'une répartition des tâches non clairement définie ont pu contribuer à fragiliser l'efficacité de ces contrôles, est POSSIBLE.**

Supprimé : -sous tendent

Supprimé : S

Supprimé : formulée

Supprimé : s

### 3. CONCLUSION

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

La perte de la charge en vol est liée à la déformation de la manille AS 65 qui a entraîné la libération du manchon de protection positionné sur l'axe.

Les investigations et expertises conduites ont permis de déterminer :

- que la manille incriminée était conforme et ne présentait pas de sous dimensionnement mécanique ;
- que la déformation observée n'était pas compatible avec un positionnement conforme de l'axe (axe enfoncé dans l'oreille verrouillé ou non);
- que la déformation observée était compatible avec l'application d'un effort dynamique de 800 kg sur un axe non enfoncé dans l'oreille ;
- que le ressort épingle présentait un jeu plus important mais possédait sensiblement les mêmes performances de verrouillage et résistait à une force de traction équivalente à celui d'une manille réputée en bon état ;
- que le déverrouillage et l'extraction en vol de l'axe étaient incompatibles avec les forces appliquées sur un axe équipé du manchon de protection.

#### 3.2 Causes de l'événement

Les causes possibles identifiées par le groupe d'enquête et susceptibles d'expliquer la perte de la charge relèvent du domaine des facteurs humains :

- une possible erreur de manipulation a pu conduire les opérateurs à laisser l'axe de la manille dans une position non conforme ;
- une possible erreur de positionnement d'une des sangles du filet a pu entraîner le déverrouillage puis l'extraction de l'axe au moment de la manœuvre de désengagement de la vanne de remplissage des mailles du filet ;
- la conception de la manille AS65 rend possible une erreur de verrouillage de l'axe ;
- l'imprécision de la documentation pour ce qui concerne les opérations de contrôles de sécurité peut favoriser le développement de pratiques différentes selon les opérateurs et selon leur appartenance au milieu aéronautique ou non, fragiliser le processus ;
- la répartition des tâches entre le commandant de bord de l'aéronef et les opérateurs au sol n'est pas clairement formulée et peut de ce fait fragiliser le processus de contrôle.

Supprimé : . DIFFUSION  
RESTREINTE

## 4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

#### 4.1 Conception de la manille

Cet incident rappelle que le transport de charge peut compromettre la sécurité des personnes et des biens au sol.

Dans l'hypothèse d'une erreur de manipulation ayant entraîné une position non-conforme de l'axe, cette erreur a pu survenir en raison d'une conception de la manille permettant un mauvais verrouillage alors que le contrôle visuel des repères peut indiquer le contraire.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**- aux organismes opérant des hélicoptères d'envisager la qualification aéronautique de leurs lots de transports de charges externes ;**  
**- à la DGA de prendre en compte les enseignements de cet incident en particulier dans le domaine des facteurs humains pour ce qui concerne les parcours de qualification et notamment pour la conception et le développement du futur système d'hélicoptère polyvalent (SHP).**

Supprimé : .

Supprimé : ,

Supprimé : .

#### 4.2 Répartition des tâches et précision des procédures

En matière de transport à l'élingue, la répartition actuelle des tâches entre les opérateurs au sol et les équipages est implicite. Elle découle du constat que l'équipage (le commandant de bord), qui est pleinement en charge de la conduite de son aéronef et de sa cargaison ne peut l'assumer en totalité puisqu'il est admis que le contrôle de la charge et de son accrochage peut ne pas être possible en raison des contraintes opérationnelles.

La formalisation d'une procédure précisant la répartition des tâches entre équipages et opérateurs au sol participerait à une meilleure sensibilisation des acteurs sur les risques potentiels de ce type de transport dans l'espace public et renforcerait probablement l'efficacité des opérations de contrôles.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'aviation légère de l'armée de terre, en liaison avec l'armée de terre et ses partenaires (Direction de la sécurité civile - DSC), de mener une réflexion sur la répartition des tâches entre les équipages et les unités au sol dans les différentes étapes des missions de transport sous élingue, et de formaliser une procédure précisant la répartition des tâches et les contrôles.**

Supprimé : A

Supprimé : L

Supprimé : à l'

**Supprimé : . DIFFUSION  
RESTREINTE**

¶

**Supprimé : final**

**Supprimé : – mai**

**Supprimé : avril**

**Supprimé : 2011**

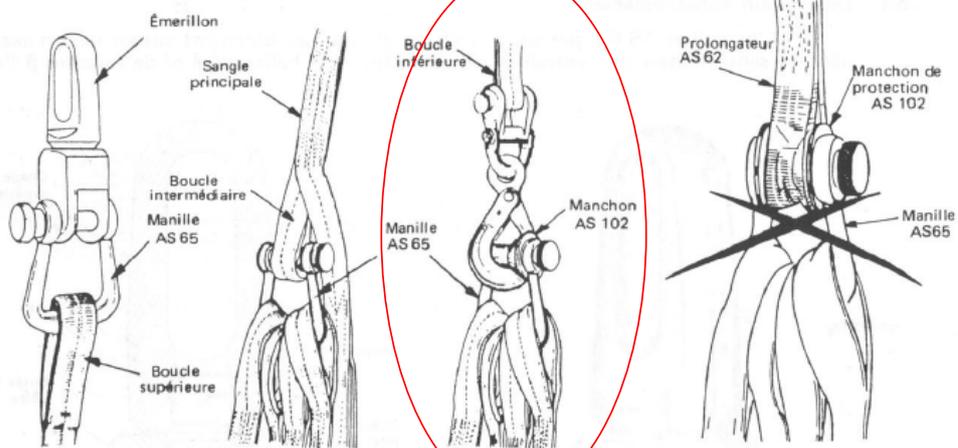
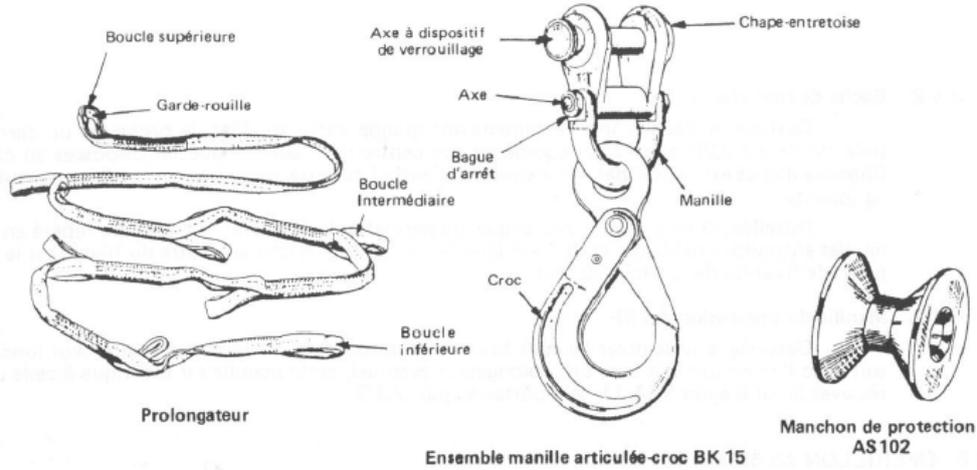
## ANNEXES

ANNEXE 1 Schéma de principe de l'arrimage du bac souple.....	18
ANNEXE 2 schéma de principe de la manille AS 65 .....	19
ANNEXE 3 Annexe d à la lettre n° 34-421/DEF/COMALAT/BSV du 24 mars 2010 .....	20

### ANNEXE 1

#### Schéma de principe de l'arrimage du bac souple

MAT 9158



Configuration utilisée

## ANNEXE 2

## schéma de principe de la manille AS 65

## 2.3.4.1. Description, fonctionnement

Destinée à rassembler les boucles supérieures des élingues et à assurer leur jonction soit avec l'émerillon, soit avec un prolongateur éventuel, cette manille à brochage et débrogage rapides est constituée par un corps et un axe.

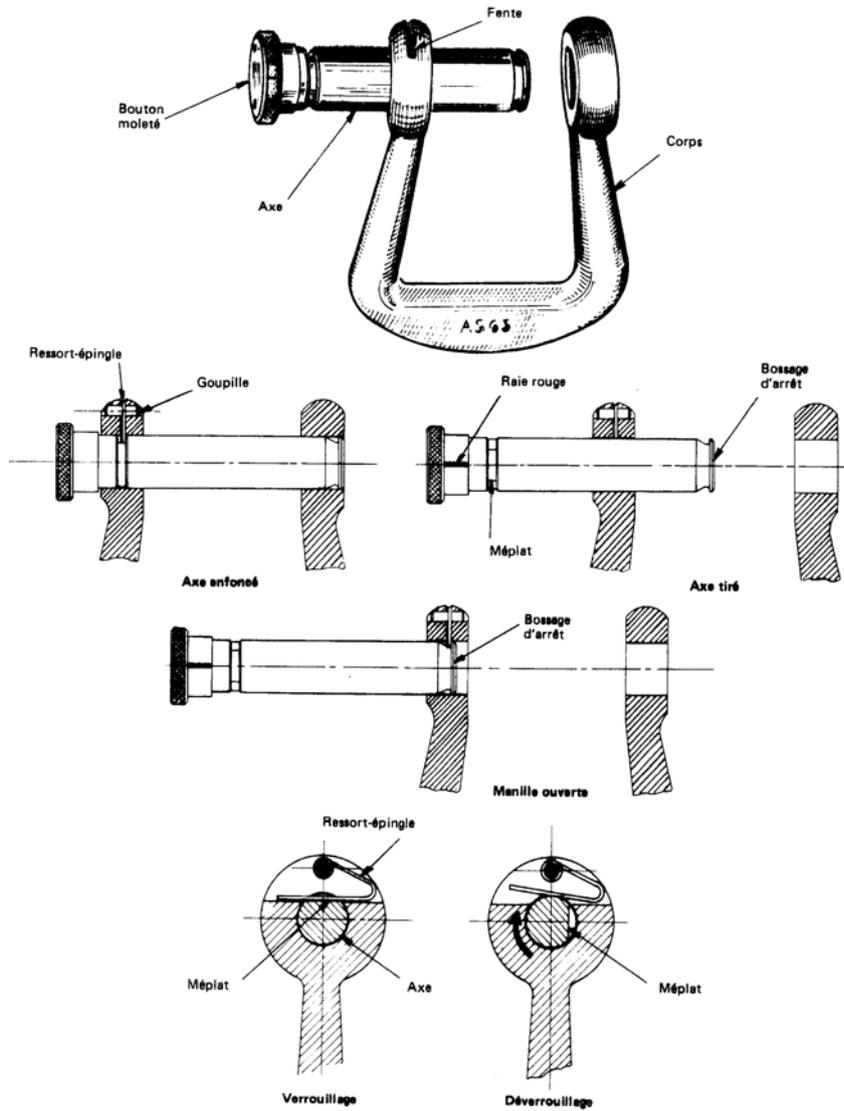


Fig. 9. -- Manille de suspension AS 65

## ANNEXE 3

## Annexe d à la lettre n° 34-421/DEF/COMALAT/BSV du 24 mars 2010

## REGLES D'EXECUTION DES MISSIONS DE SLING

**41. Généralités**

Les transports sous élingue (sling) sont exécutés de jour ou de nuit conformément aux prescriptions des manuels de vol et des documentations techniques (annexe g).

De nuit, en fonction du contexte et dans un souci d'efficacité, de sûreté et de sécurité, le commandant de bord décide de l'emploi ou non de jumelles de vision nocturne (JVN) et de l'utilisation du phare ou variophare.

Les limitations particulières à ce type de mission sur bâtiment à la mer sont précisées dans l'instruction I/DEF/EMM/AERO/PROG/NP édition en vigueur.

L'entraînement de nuit à l'emport ou à la dépose de charge sous élingue sur un bâtiment d'une nation étrangère est interdit au sein de l'OTAN. Sur bâtiment de la Marine nationale, les opérations de VERTREP de nuit se limitent aux pilotes d'hélicoptère brevetés de l'aéronautique navale. Toute dérogation est du ressort d'ALAVIA

Pour être autorisé à effectuer un VERTREP de jour sur un bâtiment, autre que ceux de type 2, de la Marine nationale ou d'une nation étrangère membre de l'HWG, un pilote d'hélicoptère doit :

- avoir suivi le module VERTREP du stage de navalisation de l'ESHE ;
- être qualifié à l'appontage sur plate-forme de type 1 sur le type d'appareil considéré<sup>10</sup>.

**42. Personnel de mise en œuvre : slingueur**

En plus de l'équipage de conduite, les missions de sling sont exécutées avec un personnel de soute ayant reçu l'instruction définie en annexe f, appendice 5.

Selon les circonstances, la fonction de slingueur peut être exécutée par le mécanicien navigant de l'équipage de conduite.

Habilité par le commandant de formation au regard de la formation reçue, il est désigné parmi le personnel (officier, sous-officier ou EVAT) détenteur au minimum d'un certificat technique du 1<sup>er</sup> degré du domaine aéromobilité ou de la maintenance aéromobile.

Dans le cadre de ses missions particulières, le 4<sup>e</sup> RHFS peut étendre cette fonction à du personnel non détenteur d'une qualification du domaine aéromobilité ou de la maintenance aéromobile, sous réserve d'avoir suivi l'instruction spécialisée du MEOS sanctionnée par une attestation de capacité signée par le chef de corps.

Il est chargé, sur ordre du commandant de bord :

- de vérifier la charge et son accrochage, lorsque cela est possible ;
- de larguer la charge (en secours) ;
- de guider le pilote pendant la mise sous tension de la charge ;
- de contrôler le comportement de la charge pendant le vol ;
- de guider le pilote pendant la mise à terre de la charge.

Le guidage peut être réalisé à la voix ou à l'aide du dispositif de type « mini-manche » si l'aéronef en est équipé.

<sup>10</sup> Cette qualification à l'appontage n'est pas obligatoirement entretenue.