

Rapport

Accident survenu le **4 août 2010**
au lieu dit « Croisée d'Apatou » (Guyane Française)
à l'hélicoptère AS 350 B2
immatriculé F-OIEL
exploité par la **société Yankee Lima Hélicoptères**

BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

Avertissement

Ce rapport exprime les conclusions du BEA sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation civile internationale et au Règlement européen n° 996/2010, l'enquête n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Table des matières

AVERTISSEMENT	1
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	6
1.1 Déroulement du vol	6
1.2 Tués et blessés	6
1.3 Dommages à l'aéronef	6
1.4 Autres dommages	6
1.5 Renseignements sur le personnel	6
1.5.1 Pilote	6
1.5.2 Assistant sol	7
1.6 Renseignements sur l'aéronef	7
1.6.1 Cellule	7
1.6.2 Moteur	7
1.6.3 Dispositif de transport de charge externe inerte, pour l'AS 350 B2	7
1.7 Renseignements météorologiques	9
1.8 Aides à la navigation	9
1.9 Télécommunications	9
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	10
1.11 Enregistreurs de bord	10
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	10
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	11
1.14 Incendie	11
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	11
1.16 Essais et recherche	11
1.16.1 Examen de l'épave	11
1.16.2 Examen du lot d'élingage	12
1.16.4 Examen de l'accessoire de levage de l'accident	13
1.16.5 Etude de la concentration des contraintes sur un crochet modèle photoélasticimétrie	14
1.16.6 Essai de positionnement des quatre boucles du filet à l'intérieur du crochet	15

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	15
1.17.1 Cadre réglementaire français	15
1.17.2 Manuel d'activités particulières	15
1.17.3 Déclaration de niveau de compétence	16
1.17.4 Directive Machines, Code du Travail	16
1.17.5 Formation	17
2 - ANALYSE	18
2.1 Scénario de l'accident	18
2.2 Réglementation en matière de transport de charge externe inerte	18
3 - CONCLUSION	20
3.1 Faits établis par l'enquête	20
3.2 Causes de l'accident	20
4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE	22
4.1 Conformité avec la Directive Européenne « Machines »	22
4.2 Formation au transport de charge externe inerte	22
LISTE DES ANNEXES	23

Glossaire

BTA	Boîte de transmission arrière
BTP	Boîte de transmission principale
CE	Communauté européenne
CMU	Charge maximum d'utilisation
DNC	Déclaration de niveau de compétence
GPS	Global positioning system
MAP	Manuel d'activités particulières
MRP	Moyeu rotor principal
RAC	Rotor anticouple

Synopsis

Date

4 août 2010 à 14 h15 UTC⁽¹⁾

Lieu

En forêt, à 1 NM au Sud Est
de la Croisée d'Apatou
Guyane Française

Nature du vol

Travail aérien
Transport de charge externe inerte

Aéronef

Hélicoptère AS 350 B2
Immatriculé : F-OIEL

Propriétaire

Yankee Lima Hélicoptères

Exploitant

Yankee Lima Hélicoptères

Personnes à bord

Pilote

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient de retrancher trois heures pour obtenir l'heure en Guyane Française le jour de l'événement.

Résumé

Le pilote de l'hélicoptère transporte sous élingue un conteneur souple rempli de carburant au-dessus de la forêt guyanaise. La charge avait été préparée par un assistant au sol. Le conteneur souple est placé dans un filet de forme carrée, dont les quatre angles sont équipés de boucles en corde. Ces quatre boucles sont elles-mêmes regroupées dans le crochet de l'élingue, rattachée à un crochet délesteur situé sous l'hélicoptère. Une minute après le décollage, deux des quatre boucles du filet se détachent du crochet, ce qui entraîne la chute du conteneur souple. La perte de la charge provoque un effet de surprise qui contraint le pilote à larguer le filet alors que l'hélicoptère évolue à une vitesse trop élevée pour accomplir cette manœuvre. Le filet qui soutient la charge entre alors en contact avec le RAC provoquant au final la perte de contrôle en vol.

L'enquête a montré que la conception et la maintenance de l'élingue n'étaient pas conformes à la Directive Européenne « Machines », rendant l'accrochage de la charge à l'accessoire de levage inadapté. L'état de l'élingue montre qu'aucune opération de maintenance n'avait été accomplie sur l'élingue et que l'usure de ses composants n'a donc pas été détectée. L'enquête a aussi montré que la formation de l'assistant sol ne lui permettait pas d'avoir une connaissance des spécificités du transport d'une charge externe inerte transportée par un hélicoptère. Il n'a donc vraisemblablement pas détecté le mauvais arrimage de la charge.

Le BEA adresse à l'AESA et à la DGAC deux recommandations de sécurité relatives :

1. à la conformité avec la Directive Européenne « Machines » ;
2. à la formation au transport de charge externe inerte.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Le 4 août 2010, le pilote transporte sous élingue des réservoirs souples de carburant entre l'aire de poser de la Croisée d'Apatou et le site d'orpaillage de Saint Pierre.

Vers 14 h 15, à la quatrième rotation, il positionne l'hélicoptère en vol stationnaire à environ 1,50 m du sol à la verticale de la charge. Un assistant sol relie la charge au crochet situé sous l'hélicoptère. Le pilote soulève la charge du sol et l'assistant vérifie qu'elle est correctement en place à l'intérieur du filet. Il fait signe au pilote que tout est normal et ce dernier décolle, en direction de Saint Pierre.

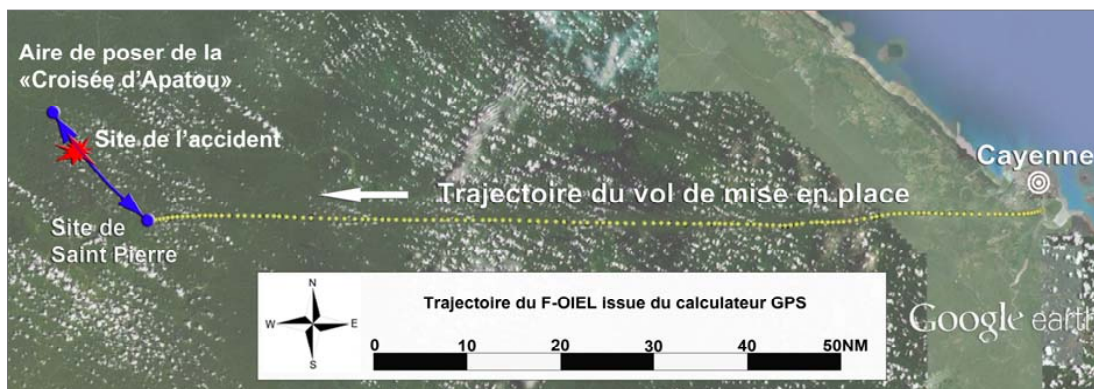


Figure 1 - Trajectoire issue des données GPS

Environ une minute plus tard, l'appareil s'écrase dans la forêt dans une zone difficile d'accès, à environ 1 NM de son point de départ⁽²⁾. Quelques heures plus tard, les secours retrouvent l'épave calcinée.

1.2 Tués et blessés

Le pilote est décédé.

1.3 Dommages à l'aéronef

L'hélicoptère est détruit.

1.4 Autres dommages

Il n'y a aucun autre dommage.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Pilote

Homme, 44 ans

- ☐ Licence de pilote professionnel hélicoptère (CPL/H) délivrée le 24 février 1994
- ☐ Qualification de type AS 350 obtenue le 23 février 2007
- ☐ Déclaration de niveau de compétence (DNC) pour effectuer le transport de charges à l'élingue délivré le 30 mars 2009
- ☐ Certificat médical de classe 1 en date du 25 février 2010

⁽²⁾Au point de coordonnées 5° 01'48" N ; 54° 01'62" W, à une altitude topographique d'environ 400 ft.

☐ Expérience :

- totale : 5 395 heures de vol
- sur type : 1 395 heures de vol
- dans les trois derniers mois : 129 heures de vol

1.5.2 Assistant sol

Homme, 38 ans

☐ Qualification : logisticien, employé de la société d'orpaillage

Note : l'assistant sol ne possède pas de qualification aéronautique. Il a été formé par le pilote à la préparation et à l'accrochage des charges externes inertes sous l'hélicoptère. Selon le manuel d'activités particulières (MAP) de la société, il est autorisé à effectuer ce travail sous la responsabilité du pilote.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Cellule

Constructeur	Eurocopter
Type	AS350 B2
Numéro de série	9052
Immatriculation	F-OIEL
Certificat de navigabilité	9 janvier 2002
Utilisation à la date du 4 août 2010	4 753 heures

1.6.2 Moteur

Constructeur	Turbomeca
Type	ARRIEL 1D1
Numéro de série	9647
Date d'installation	Juillet 2010
Temps total de fonctionnement	3 886
Temps de fonctionnement depuis installation	40 heures

1.6.3 Dispositif de transport de charge externe inerte, pour l'AS 350 B2

Le transport de charge externe inerte sur le F-OIEL s'effectuait à l'aide d'un crochet délesteur de charge, dont les caractéristiques sont :

Constructeur du crochet	INDRAERO SIREN
Type	S1609-6
Numéro de série	277
Date d'installation	20 avril 2007
Charge maximale d'utilisation (CMU)	1 400 kg

Le verrouillage du crochet est assuré par un dispositif électromécanique.

Le pilote peut commander l'ouverture du crochet selon deux modes :

- ❑ normal, grâce à une commande électrique située sur le manche cyclique ;
- ❑ secours, à l'aide d'une commande mécanique située sur la commande de pas collectif.

Le matériel accroché sous l'hélicoptère se composait d'une charge externe inerte et d'un accessoire de levage.

La charge était constituée d'un conteneur souple et d'un filet de forme carrée. Les quatre angles du filet sont équipés de boucles en corde.

Lorsque les différents constituants de la charge sont assemblés, le conteneur souple est rempli d'environ 1 100 litres de carburant. La masse de l'ensemble équipé est d'environ 900 kg.

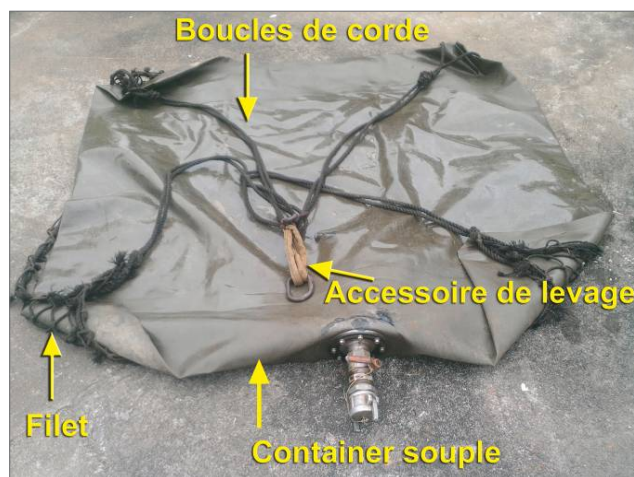


Figure 2 - Charge et accessoire de levage assemblés

L'accessoire de levage est constitué de cinq accessoires d'élingage. Ces accessoires d'élingage sont assemblés entre eux, ils constituent ainsi ce que l'on appelle communément une élingue. Sa longueur est d'environ 50 cm.

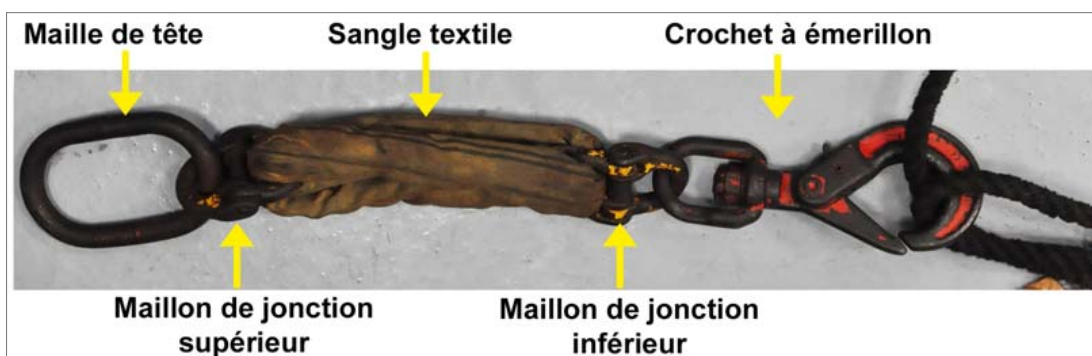


Figure 3 - Elingue utilisée lors du vol de l'accident

Pour le levage, le pilote positionne l'hélicoptère en vol stationnaire à la verticale de la charge, à environ 1,50 m du sol. L'assistant sol, en coordination avec le pilote, se place sous l'aéronef et accroche l'extrémité de l'élingue au crochet délesteur de charge.

Le pilote monte ensuite verticalement jusqu'à ce que l'élingue soit tendue. L'assistant sol vérifie le positionnement du container souple à l'intérieur du filet, puis, par un signe du bras, indique au pilote qu'il peut décoller.

En vol, le pilote dispose d'un indicateur de charge destiné à vérifier la valeur de la masse transportée. L'hélicoptère est aussi équipé de deux rétroviseurs utilisés par le pilote afin de surveiller le comportement de la charge au cours du vol.

Arrivé à destination, il positionne l'hélicoptère en vol stationnaire, dépose la charge au sol puis la libère en actionnant la commande électrique d'ouverture du crochet délesteur.

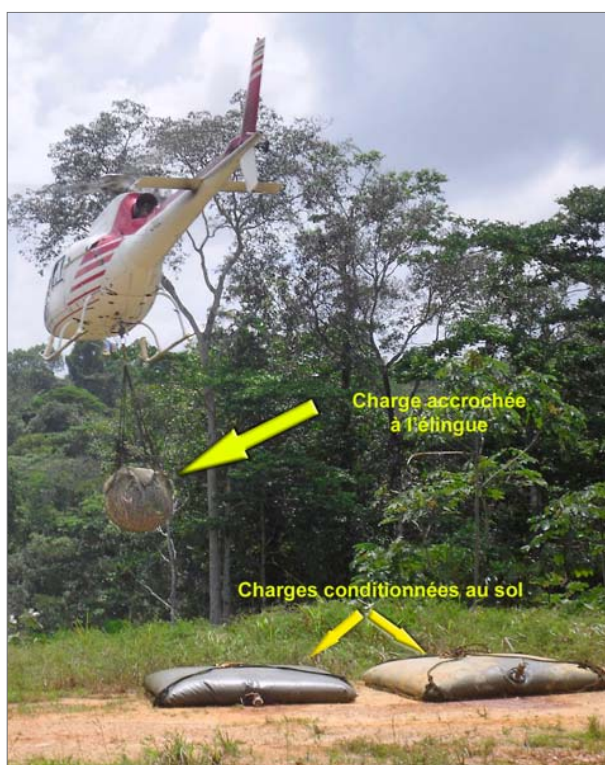


Figure 4 - Transport d'une charge (phase de décollage)

Le supplément du manuel de vol de l'AS 350 B2 indique que la vitesse limite avec une charge accrochée est de 80 kt de vitesse indiquée.

1.7 Renseignements météorologiques

Selon un témoin présent sur le site : « le temps était voilé, sans vent, il faisait très chaud ».

1.8 Aides à la navigation

Le pilote utilisait un GPS pour accomplir la mission.

1.9 Télécommunications

Le pilote n'était en contact avec aucun organisme de la circulation aérienne.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11 Enregistreurs de bord

L'hélicoptère était équipé d'un enregistreur de vol destiné à la maintenance. Ce boîtier n'est pas un boîtier protégé, il a été détruit lors de l'incendie qui a eu lieu après l'impact, il n'a pas pu être exploité.

Un GPS embarqué de type GARMIN - GPSMAP296 a été retrouvé sur le site de l'accident, l'exploitation des données a permis de reconstituer les trajectoires suivies au cours de la journée.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

L'épave a été retrouvée sur le flanc d'une colline, au milieu de la forêt équatoriale.



Figure 5 - Photographie aérienne du site de l'accident

L'épave était disloquée et les débris étaient répandus sur environ 200 m.

Les éléments principaux ont été retrouvés le long de la trajectoire dans l'ordre suivant :

- ☐ le conteneur souple,
- ☐ le filet qui reposait sur la canopée ainsi qu'une pale du rotor anticouple (RAC), cassée à l'implanture, retrouvée au sol,
- ☐ l'ensemble boîtier de transmission arrière (BTA) - moyeu rotor arrière (MRA) relié à la seconde pale du RAC,
- ☐ la dérive verticale,
- ☐ la porte droite au sommet d'un arbre et la cellule au sol, partiellement calcinée.

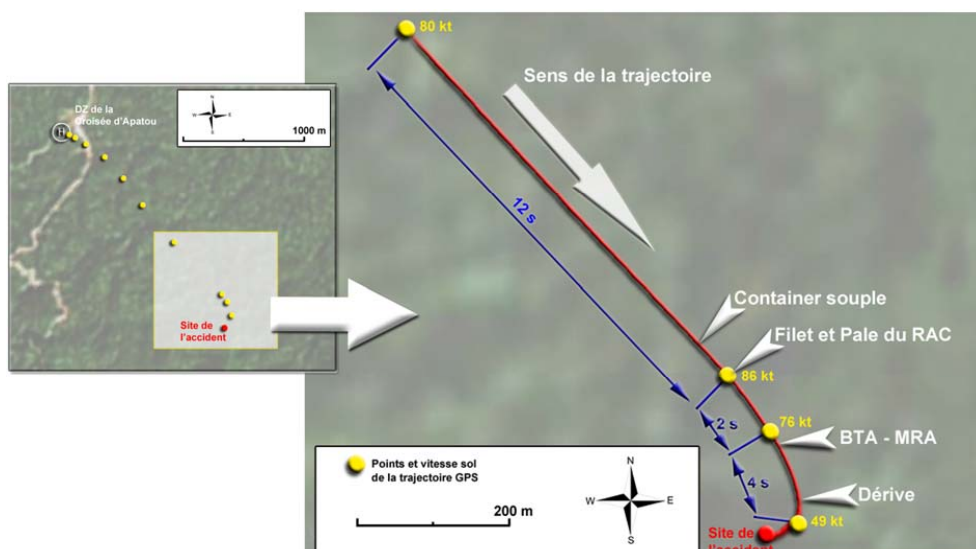


Figure 6 - Localisation des éléments principaux de l'épave retrouvés le long de la trajectoire de l'hélicoptère

L'analyse des données du GPS indique que la vitesse sol moyenne d'évolution de l'hélicoptère au cours des trois vols de transports de charge précédant le vol de l'accident était d'environ 90 kt.

En vol, les contraintes subies par le système de levage dépendent du poids de la charge auquel s'additionne une force aérodynamique qui augmente avec la vitesse de translation de l'hélicoptère.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Les examens pratiqués sur le corps du pilote n'ont pas révélé d'éléments ayant pu contribuer à l'accident.

1.14 Incendie

Une partie de la cellule et du moteur ont brûlé après l'impact.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

La violence de la collision avec le sol ne laissait pas de possibilité de survie au pilote.

1.16 Essais et recherche

1.16.1 Examen de l'épave

Les examens de l'épave et du moteur n'ont pas mis en évidence de dysfonctionnement susceptible d'avoir contribué à l'accident. Il a notamment été observé :

- ☐ que le moteur fournissait de la puissance au moment de l'impact ;
- ☐ que les traces observées sur l'une des pales du RAC correspondent à un marquage du filet (voir figure 7) ;
- ☐ que le filet présentait des dommages pouvant être dus à l'interférence avec le RAC. Que deux des quatre boucles du filet étaient encore liées à l'accessoire de levage, les deux autres boucles étaient libres (voir figure 8) ;
- ☐ que l'état d'endommagement du délesteur ne permettait pas d'en vérifier le fonctionnement (voir figure 9).



Figure 7 - Marques du filet sur la pale du RAC cassée



Figure 9 - Délesteur de charge brûlé



Figure 8 - Filet endommagé, relié à l'accessoire de levage par deux boucles

1.16.2 Examen du lot d'élingage

A la suite d'un accident survenu en 2001, l'exploitant avait redimensionné la longueur de l'ensemble élingue / filet pour éviter qu'il n'interfère avec le RAC en cas de largage intempestif de la charge en vol. Cette élingue courte, conçue et assemblée par l'utilisateur afin de répondre à ces contraintes opérationnelles a été utilisée le jour de l'accident.

Une reconstitution a confirmé que cette longueur empêchait tout contact avec le RAC, y compris dans le cas où seules deux des quatre boucles restaient en place dans le crochet.



Figure 10 - Configuration avec 4 boucles en place



Figure 11 - Configuration avec 2 boucles en place

1.16.3 Examen du conteneur souple

Le conteneur souple a été retrouvé dans la forêt, éventré, le robinet de remplissage était sur la position fermée.

1.16.4 Examen de l'accessoire de levage de l'accident

Les accessoires de levage et composants d'accessoires de levage doivent être conçus et assemblés conformément à l'article R4312-1 du Code du Travail (un extrait des articles du code du travail est situé en annexe 2). Les observations faites sur l'accessoire de levage de l'accident montrent que :

- ❑ l'élingue est ancienne, elle ne comporte pas de plaque constructeur ni de marquage ;
- ❑ elle comprend des éléments d'élingue textile associés à des éléments d'élingue métallique ;
- ❑ la sangle textile est jaune, couleur associée à une CMU du brin de 3 000 kg. Elle ne présente pas d'étiquette d'identification ;
- ❑ les maillons de jonction sont conçus pour des élingues métalliques de 10 mm de diamètre (CMU 3,15 t). Ils ne sont pas conçus, pour des élingues textiles⁽³⁾ ;
- ❑ le maillon de jonction supérieur présente un jeu important au niveau de l'axe. Le maillon de jonction inférieur présente une fissure dans la bague entourant l'axe ;
- ❑ le crochet à émerillon est conçu pour être utilisé avec une élingue métallique de 8 mm de diamètre (CMU 2 t) ;
- ❑ l'émerillon n'est pas équipé d'un dispositif, de type roulement à bille, lui permettant de tourner sur lui-même en limitant les contraintes mécaniques au cours du vol ;
- ❑ le crochet à émerillon est un crochet à étrier auto-verrouillable par mise en charge. Il se déverrouille par action manuelle sur un verrou. D'une conception antérieure à 2001, il n'est plus fabriqué depuis 2007.

⁽³⁾Pour préserver les fils constitutifs de l'accessoire d'élinguage, les maillons pour élingue textile ont un siège plat qui permet à la sangle de « s'étaler » au lieu d'être compressée.

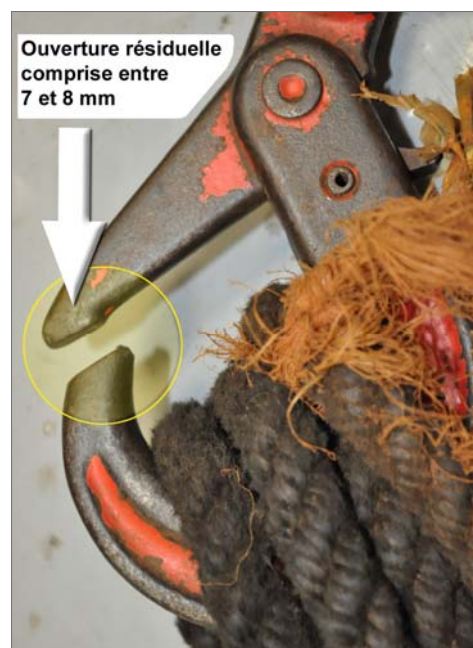


Figure 12 - Crochet à émerillon

Le crochet retrouvé sur le site de l'accident présente une ouverture résiduelle de 7 à 8 mm lorsqu'il est verrouillé. Selon la documentation du fabricant, ce jeu ne doit pas excéder 3 mm (voir annexe 1).

Un examen tomographique du crochet a montré que le corps du crochet avait subi une déformation plastique de 0,5 mm.

Le verrou est dans un état d'usure avancé. Par endroit, la perte de matière atteint 0,5 mm.

Note : un morceau de tissu a été retrouvé noué autour d'une des boucles du filet. Il venait occuper un espace supplémentaire à l'intérieur de la section utile du crochet et en masquait une partie. L'enquête n'a pas permis d'en déterminer l'origine.

1.16.5 Etude de la concentration des contraintes sur un crochet modèle (photoélasticimétrie)



Figure 13 - Visualisation des zones de contraintes sur un crochet modèle

Des photos prises sous lumière polarisée représentent le comportement d'un crochet modèle, réalisé en plexiglas et soumis à différentes valeurs de charge (charge nulle, modérée et forte). Les zones colorées indiquent des zones de même valeur ou de même orientation de contrainte. On observe que l'extrémité du crochet ne subit aucune contrainte. Son rôle est d'éviter le glissement de la charge.

Par ailleurs, un crochet est conçu et dimensionné pour travailler avec une charge appliquée en fond de siège. La CMU est calculée à partir d'essais de traction réalisés dans ces conditions d'utilisation.

Dans le cas du montage utilisé lors de l'accident, une partie de la charge était supportée par l'extrémité du crochet, ce qui a probablement contribué à la déformation plastique du crochet.

1.16.6 Essai de positionnement des quatre boucles du filet à l'intérieur du crochet

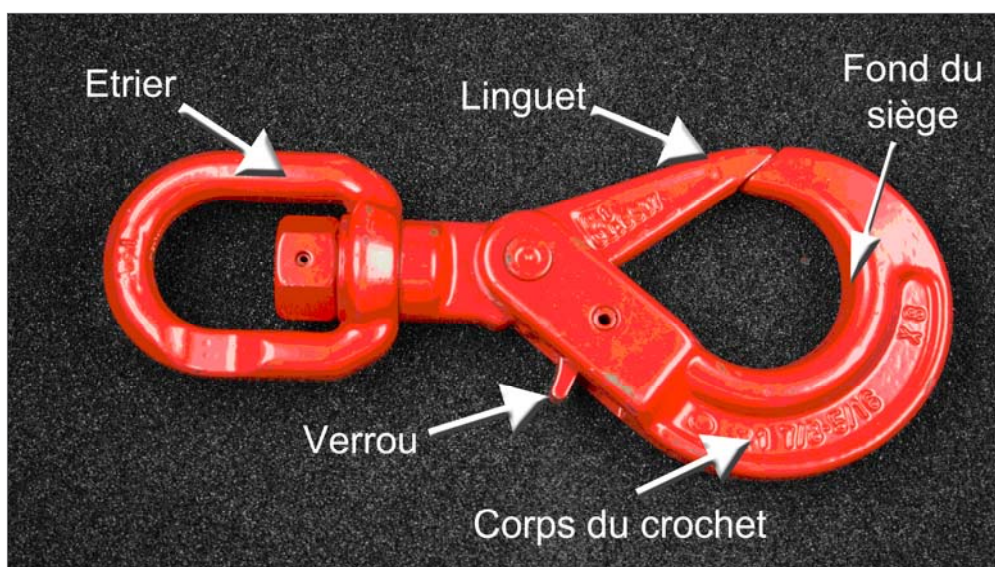


Figure 14 - Constituants d'un crochet modèle

Des essais ont été réalisés sur une machine appliquant une traction de l'ordre de 800 kg.

Ils ont montré :

- ☐ que les quatre boucles du filet occupent la totalité de l'espace disponible à l'intérieur du crochet et que les boucles se chevauchent⁽⁴⁾ ;
- ☐ que les boucles peuvent se trouver au droit de l'ouverture résiduelle du crochet ;
- ☐ que l'effort de traction ne s'exerce pas uniquement sur le fond du siège de crochet ;
- ☐ que lorsqu'une boucle est coincée entre le linguet et le corps du crochet, un effort vertical de 50 kg suffit à extraire la boucle du crochet.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 Cadre réglementaire français

L'arrêté du 24 juillet 1991, relatif à l'utilisation des aéronefs en aviation générale, définit au chapitre III les activités particulières. Le transport de charge externe inerte à l'élingue constitue une activité aérienne. L'exploitant qui pratique une activité particulière est tenu de déposer un manuel d'activités particulières (MAP), et les pilotes sont tenus de détenir une Déclaration de Niveau de Compétence (DNC) délivrée par un organisme de formation choisi par l'exploitant. Cet arrêté s'applique aux aéronefs civils, quelle que soit leur immatriculation, dans les limites du territoire français.

1.17.2 Manuel d'activités particulières

La société Yankee Lima Hélicoptères dispose d'un manuel d'activités particulières dont un extrait est cité ci-après :

⁽⁴⁾La documentation du constructeur préconise qu'au-delà de deux brins, l'opérateur doit utiliser des mailles intermédiaires telles que des anneaux ou des manilles (Annexe 1- documentation technique du crochet).

2.4. - Conduite de vol, procédures particulières (LEVAGE)

Cf SUPPLEMENT manuel de vol.

NOTA : Ce chapitre est défini en section Supplément du manuel de vol; manuel se trouvant en permanence à bord et faisant l'objet de mises à jour constantes et régulières (transport de charges à l'élingue SUP 11 et SECTION 9.1).

Le pilote doit s'assurer que les charges soient transportables à l'élingue, et que le poids respecte les limitations prescrites au manuel de vol.

Il s'assure personnellement que les filets et élingues soient en bon état, et adaptés à la charge transportée.

Un aide mécanicien dans la mesure du possible est avec lui pour l'assister, et procéder à l'accrochage des charges au crochet de l'hélicoptère.

Cet aide mécanicien est autorisé à bord, lors des transports de charges extérieures, pour le guider dans son opération de levage.

1.17.3 Déclaration de niveau de compétence

Les navigants exerçant une activité particulière doivent avoir des compétences correspondant aux activités de l'exploitant, attestées par une « déclaration de niveau de compétence » délivrée par un organisme de formation désigné par l'exploitant. Le règlement exige que le programme de formation soit annexé au « formulaire de référence de l'organisme assurant le niveau de compétence pour la pratique d'une activité particulière ». Ce formulaire doit être déposé auprès de la DGAC. L'arrêté de 1991 relatif aux conditions d'utilisation des aéronefs civils en aviation générale indique que ce dépôt vaut agrément pour assurer la formation qui est décrite.

1.17.4 Directive Machines, Code du Travail

Il n'existe pas de réglementation spécifique concernant le transport de charges externes inertes à partir d'un hélicoptère. Les normes de certification aéronautique, lorsqu'il s'agit de transport de charge externe inerte, « s'arrêtent » au crochet du délesteur de charge.

Cependant, les accessoires de levage entrent dans le champ d'application d'une directive européenne relative à la conception des machines⁽⁵⁾, appelée la « Directive Machines ». Cette directive a été transposée en droit français dans le Code du Travail, par le décret 2008-1156 du 7 novembre 2008, pour une entrée en application le 29 décembre 2009.

Avant la mise sur le marché d'un accessoire de levage, son constructeur doit constituer un dossier technique qu'il conserve sous sa responsabilité. Ce dossier doit permettre de répondre aux exigences essentielles de santé et de sécurité de la Directive Machines.

Lorsqu'un utilisateur conçoit et assemble son propre accessoire de levage pour une activité liée à ses contraintes opérationnelles, il devient le constructeur. Il doit alors satisfaire aux mêmes exigences de la Directive Machines ou de sa traduction en droit Français dans l'Annexe 1 du Code du Travail.

Dans les deux cas, l'accessoire de levage est conçu en auto-certification. Il doit disposer d'une déclaration de conformité ainsi que d'une plaque constructeur comportant le marquage CE. Cette dernière doit mentionner les caractéristiques principales de l'accessoire de levage, notamment un numéro de série ainsi que sa CMU. Un extrait de la réglementation concernant la constitution d'un dossier technique est joint en annexe 3.

⁽⁵⁾ Les accessoires de levage sont définis comme « machine » dans l'Article 2 - d) de la Directive Machines 2006/42/CE. La Directive Machines inclut les machines montées sur les moyens de transport par air.
Lien Internet : <http://eur-ex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:fr:PDF>.

De plus, lors de la mise en service de l'accessoire de levage, l'utilisateur doit procéder à un examen d'adéquation, conformément à l'article 7 de l'arrêté du 1^{er} mars 2004. Cet examen consiste à vérifier que l'accessoire de levage est approprié pour effectuer les travaux envisagés. Par ailleurs, le maintien en service d'un accessoire de levage est conditionné à un examen périodique annuel.

1.17.5 Formation

Il n'existe pas, en France, de formation réglementaire standardisée concernant la conception et la préparation d'une charge externe inerte destinée à être transportée à partir d'un hélicoptère.

2 - ANALYSE

2.1 Scénario de l'accident

Une minute après le décollage, deux des quatre boucles du filet se sont détachées du crochet à émerillon. L'examen de l'épave a montré que la méthode d'accrochage de la charge à l'accessoire de levage imposait des contraintes anormales au crochet à émerillon. La combinaison de la déformation du corps du crochet et de l'usure du verrou est probablement à l'origine de l'ouverture partielle du crochet et de la perte des deux boucles. L'ouverture du filet a entraîné la chute du conteneur souple. L'analyse de la répartition des débris le long de la trajectoire montre que le pilote a largué le filet environ deux secondes après la chute de la charge, à une vitesse sol d'environ 90 kt. Le fait que le filet ne peut pas entrer en contact avec le RAC s'il est toujours attaché au crochet délesteur confirme ce largage.

Le pilote accomplissait des missions de transport en Guyane sous élingue depuis plus de trois ans. Le jour de l'événement, il avait accompli trois rotations sans problème. Il est vraisemblable qu'il a été surpris par la perte de la charge et qu'il a appuyé sur le bouton de largage sous l'effet d'un acte réflexe. Le filet a ensuite percuté le RAC dont une pale s'est cassée. Le balourd engendré par la perte de la pale du RAC a conduit à la séparation de la BTA puis de la dérive, provoquant la perte de contrôle en vol.

2.2 Réglementation en matière de transport de charge externe inerte

Les accessoires de levage sont exclus du cadre réglementaire qui régit la navigabilité des aéronefs, ils font l'objet d'une réglementation qui leur est propre. Dans la pratique, les différences de qualité de conception et de suivi technique d'un hélicoptère par rapport à un accessoire de levage sont considérables. Cependant, à partir de l'instant où un accessoire de levage est relié à un aéronef, c'est l'élément le plus fragile de cette chaîne qui en définit le niveau de sécurité. Tant que les accessoires de levage n'auront pas atteint un niveau de sécurité équivalent à celui d'un hélicoptère, il est probable que ce type d'accident se produira de nouveau.

Si la préparation de la charge du vol de l'accident avait été effectuée conformément à la Directive Machines et au Code du travail, l'accessoire de levage aurait comporté des mailles intermédiaires. Les contrôles obligatoires auraient permis d'en détecter le niveau d'usure. Dans le cadre du transport de charge externe inerte, l'enquête a montré qu'un opérateur de travail aérien doit se référer d'une part à la réglementation aéronautique pour ce qui concerne le délesteur de charge, d'autre part à la réglementation du Code du travail pour ce qui concerne la conception, la conformité et le suivi des accessoires de levage. Il apparaît que l'aspect Code du travail de ce volet réglementaire est méconnu des différents acteurs du travail aérien.

L'enquête a montré qu'en France les normes de certification aéronautique ne prennent pas en compte les caractéristiques des charges externes inertes transportées. La masse de la charge transportée est le critère principal de limitation. Les règles édictées par les professionnels du transport de charge externe inerte font référence à des systèmes mis en œuvre au sol, où les vitesses des déplacements de la charge sont limitées. Dans le cadre du transport à partir d'un hélicoptère la charge est animée d'une vitesse importante. Elle évolue dans les trois dimensions et est soumise à des accélérations ainsi qu'à des effets aérodynamiques induits qui méritent d'être étudiés. Il n'existe pas de règle de conception qui prenne en compte les spécificités

d'une charge inerte transportée à l'aide d'un hélicoptère. Il est probable que si de telles règles existaient, les opérateurs disposeraient de références qui les aideraient à concevoir des accessoires de levage en adéquation avec les travaux à effectuer.

A cette absence de règle il faut ajouter qu'en France il n'existe pas de formation spécifique destinée au personnel au sol. Au cours du temps, les opérateurs ont mis au point des méthodes issues de leur propre expérience et développé des techniques d'élingage basées sur une connaissance empirique.

La formation de l'assistant sol ne lui permettait pas d'avoir une connaissance des spécificités du transport d'une charge externe inerte transportée par un hélicoptère. Il n'a donc vraisemblablement pas détecté le mauvais arrimage de la charge. L'état de l'élingue montre qu'aucune opération de maintenance n'a été accomplie sur l'élingue et que l'usure de ses composants n'a donc pas été détectée.

Enfin, la spécificité des conditions d'utilisation et d'environnement liées au travail aérien ne donne lieu, en France⁽⁶⁾, à aucune publication particulière. Si le niveau moyen de connaissance des différents acteurs du travail aérien était amélioré, la fréquence de ce type d'accident devrait diminuer.

⁽⁶⁾ A titre d'exemple il existe en Suisse une formation et une documentation technique destinée au personnel au sol. Un extrait de la documentation utilisée au cours de cette formation se trouve en annexe 4.

3 - CONCLUSION

3.1 Faits établis par l'enquête

- ☐ Le pilote possédait les licences et qualifications requises pour accomplir sa mission.
- ☐ L'hélicoptère détenait un certificat de navigabilité en état de validité ; il était entretenu conformément à la réglementation.
- ☐ Les examens techniques n'ont pas mis en évidence de dysfonctionnement susceptible d'expliquer l'accident. L'hélicoptère était en état de navigabilité.
- ☐ Les traces retrouvées sur la pale cassée du RAC ont été provoquées par le contact du filet avec cette pale. Ceci n'est possible que si le filet a été largué du crochet délesteur de charge.
- ☐ L'examen détaillé des différents constituants de l'élingue a montré que sa conception et son assemblage ne respectaient pas les règles techniques relatives aux « règles de conception » d'une élingue conformément à l'Article R.4312-1 du Code du travail.
- ☐ Le mode d'accrochage du filet n'était pas conforme aux prescriptions du fabricant du crochet.
- ☐ L'accessoire de levage présentait un état d'usure avancé.
- ☐ Le corps du crochet présentait une déformation plastique.
- ☐ Le crochet présentait un jeu d'ouverture hors tolérance entre le linguet et le corps.
- ☐ L'assistant sol n'était pas la personne désignée par la société. Sa présence n'était pas rendue obligatoire par le MAP.
- ☐ La formation de l'assistant sol ne lui permettait pas d'avoir une connaissance suffisante des spécificités du transport d'une charge externe inerte transportée par un hélicoptère.
- ☐ L'item « préparation des charges » de la formation DNC suivie par le pilote n'était pas suffisamment développé pour lui permettre d'accomplir un contrôle adapté de l'accrochage de la charge avant le vol.

3.2 Causes de l'accident

L'accident est dû à l'utilisation d'une élingue dont la conception et la maintenance n'étaient pas conformes à la Directive Machine. L'utilisation d'un accessoire de levage inadapté pour l'accrochage de la charge a engendré des contraintes anormales sur le crochet à émerillon puis le détachement de deux boucles sur les quatre que comprenait l'ensemble. La perte de la charge a provoqué un effet de surprise qui a contraint le pilote à larguer le filet alors que l'hélicoptère évoluait à une vitesse trop élevée pour accomplir cette manœuvre. Le filet qui soutenait la charge est alors entré en contact avec le RAC provoquant au final la perte de contrôle en vol.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- ❑ l'absence de règles de conception spécifiques d'un accessoire de levage, adaptées à une utilisation dans un environnement aéronautique, a contribué à la réalisation d'un accessoire de levage qui n'était pas en adéquation avec le travail effectué ;
- ❑ l'absence d'une documentation technique explicitant les particularités liées au comportement d'une charge externe inerte transportée à l'aide d'un hélicoptère a contribué à la conception et à la réalisation d'un accessoire de levage qui n'était pas en adéquation avec le travail effectué ;
- ❑ l'insuffisance de l'information destinée au pilote dans le cadre de la formation DNC traitant des techniques de préparation d'une charge externe inerte a contribué à l'utilisation d'un accessoire de levage qui n'était pas en adéquation avec le travail effectué ;
- ❑ l'absence d'une formation standardisée destinée aux personnels au sol traitant des techniques de préparation d'une charge a contribué à l'utilisation d'un accessoire de levage qui n'était pas en adéquation avec le travail effectué.

4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

4.1 Conformité avec la Directive Européenne « Machines »

L'enquête a montré :

- ☐ qu'une partie de la réglementation en vigueur dans le domaine du transport de charge externe inerte n'est pas connue des opérateurs ;
- ☐ que l'accessoire de levage, conçu et assemblé par l'utilisateur, n'était pas conforme à la réglementation en vigueur ;
- ☐ que l'accessoire de levage utilisé pour le transport de la charge externe inerte n'était pas adapté aux contraintes du travail aérien.

En conséquence le BEA recommande que :

- **l'AESA et la DGAC s'assurent que le matériel d'élingage pour le transport de charge externe inerte soit conçu et utilisé selon les normes de sécurité définies par la Directive Européenne « Machines » (ou sa transposition en droit français dans le Code du travail). [Recommandation FRAN-2012-028]**

4.2 Formation au transport de charge externe inerte

L'enquête a montré qu'il n'existe pas de formation spécifique qui permette aux différents acteurs du travail aérien, notamment les personnels au sol, de disposer des connaissances ainsi que des techniques de préparation d'une charge externe inerte destinée à être transportée à l'aide d'un hélicoptère et leur permettant d'accomplir leur mission en sécurité.

En conséquence le BEA recommande que :

- **l'AESA et la DGAC définissent une formation spécifique destinée aux acteurs du travail aérien dans le cadre du transport de charge externe inerte, ou s'assurent que les opérateurs définissent et appliquent une formation d'un niveau équivalent. [Recommandation FRAN-2012-029]**

Liste des annexes

annexe 1

Documentation technique du crochet

annexe 2

Règles de conception

annexe 3

Extrait du Chapitre A de l'Annexe 7 de la Directive machines 2006/42/CE

Dossier technique pour les machines

annexe 4

Extraits d'un document relatif à la formation des assistants de vol utilisé en Suisse

annexe 1

Documentation technique du crochet

⚠ Choix de l'assemblage

Éviter toute contrainte de torsion dans les élingues.

Assemblage avec cosse sur câble.

Autres : maillons A12 ou coupleur A4.

Conception de l'élingue et choix des composants : faire appel à une personne compétente et expérimentée.

⚠ Utilisation

Température d'utilisation : 0° à 200°. En dehors de cette fourchette de températures, nous consulter.

Éviter tous les chocs, les milieux acides.

Tout traitement (thermique ou de surface) est formellement pros crit.

Ne jamais faire porter le crochet sur un angle (risque de pliage) ②.

Ne jamais dépasser les capacités de charge (attention aux coefficients d'élingage) ou dimensionnelles du produit.

Ne jamais vriller ou tordre les crochets en utilisation ① et ④.

Veiller à ce que le corps du crochet puisse s'articuler librement sur la charge (risque de déformation du corps ou de rupture de verrou) ③.

Ne jamais travailler avec un crochet non verrouillé (bloqué ouvert ou détérioré) ⑤.

⚠ Maintenance

Ces vérifications doivent être effectuées par une personne habilitée.

Dans le cadre d'une utilisation intensive, nous recommandons d'inspecter les crochets 1 fois par semaine. Points à contrôler :

- Nettoyage (soigneux) sans démontage et contrôle d'aspect des pièces :

• pliage ou traces de chocs violents,

• usure du sertissage de l'axe (frottement sur des corps étrangers) et des autres pièces (voir tableau).

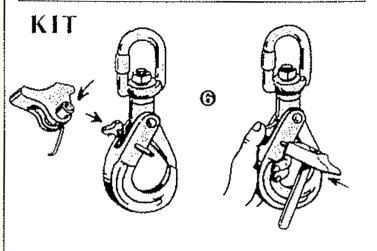
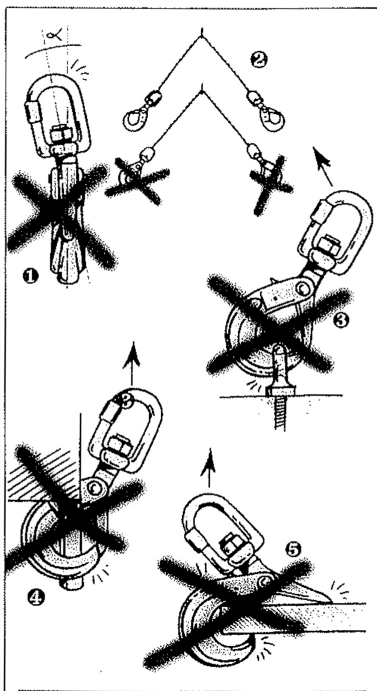
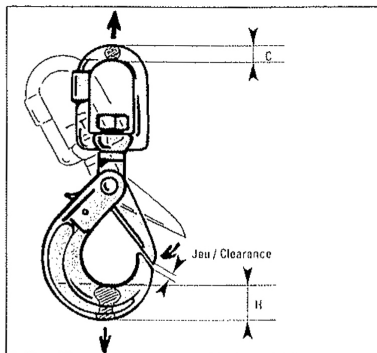
- Ouverture et fermeture sans blocage ni points durs ; verrouillage automatique en position fermée, présence et efficacité du ressort.

- Contrôle du jeu selon croquis, s'il dépasse les valeurs indiquées (tableau), remédier comme suit :

- Contrôle d'usure de ce crochet selon ces critères : 10 % maximum de sa dimension d'origine, sauf spécifications contraires dans la norme en vigueur. Au delà de 10 %, rebuter le crochet.

• Inspecter la surface de contact, verrou sur linguet, si elle est matée, le verrou est à remplacer. Contactez votre distributeur SYSMA pour la fourniture d'un kit réparation verrou ⑥.

• Si le verrou est intact, le jeu provient de l'axe ou d'une déformation du crochet (usage abusif), le crochet est à rebuter.



Calibre crochet / Chain size (mm)	5/6	10	13	16	18/20
Marquage / Marking	CL0	CL2	CL3	CL4	CL5
Jeu maxi / Clearance maxi (mm)	3	3,5	3,5	4	5

Cas du BTP : huiler abondamment le dispositif de verrouillage pour limiter l'adhérence du béton.

Building site application : frequently lubricate the locking mechanism to stop cement sticking to it.

Toutes les caractéristiques mentionnées sur cette fiche n'ont qu'une valeur indicative. Elles peuvent varier en fonction des fabrications, sans altérer pour autant la qualité du produit. Le fabricant se réserve le droit de modification sans préavis. Dessins non contractuels. Toute reproduction interdite.

⚠ Choice in assembling

Ensure that the legs of chain are not twisted prior to lifting.

Assembling with a thimble when fitted on a wire rope.

Others : A12 links or A4 Omega couplers.

Design of slinging + selection of components : Consult a competent person.

⚠ Directions for use

To be used between 0° and 200° C (please contact us for the use at temperature out of this range)

Avoid loading shocks and contacts with acids.

Any heat or surface treatment is strictly prohibited.

Never tip load the hook (risk of deformation). Never overload the hook, keeping in mind WLL.

Make sure the structure of the hook swivels freely when under load (otherwise structure might deform of the trigger fail) ③. Never handle with (opened or damaged) unlocked hook ⑤.

⚠ Maintenance

In case of intensive use, the hook should be checked at least once a week. What to check :
- Thorough cleaning without disassembly as well as checking the appearance of the components :

• Visible shock marks, sign of wear of other parts of the hook

• Signs of wear and tear on the riveted fulcrum pin from rubbing against another object.

Check the wear out of the hook according to the following criterias : if the wear exceeds 10 % maximum of the original dimension of the hook (if not specified differently in the standards) the hook should be scrapped.

If the clearance of the latch exceeds the values of the table below the hook should be scrapped.

- Locking and unlocking without any blocking or resistance : automatic locking in secured position, presence and efficiency of spring.

- If either wear or play exceed the values in the below, check the following :

• Inspect the surface finish and the trigger which is in contact with the latch. If worn smooth, the trigger kit should be replaced by your SYSMA Dealer ⑥.

• If the trigger is intact, it means that play is due to excessive wear on the riveted fulcrum pin or to distortion of the hook (overloading). In this case, the hook should be scrapped.

- Clean and check the bronze washer. If it is scratched or shows signs of wear and tear, scrap it (not repairable). Although it is self-lubricating, it should still be lubricated when being used in a corrosive atmosphere.

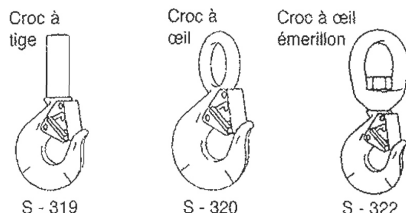
Check that the hook body and latch are aligned.

Repair part kit :

• Lock, spring retaining pin, plastic insert.

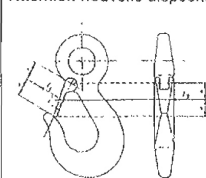


ACCESSOIRES DE LEVAGE - CROCHETS SIMPLES A BEC



- Une personne qualifiée doit périodiquement vérifier que les crochets ne présentent aucune fissure, entaille, usure ni déformation. Ce contrôle doit être effectué conformément aux normes. Cette inspection doit être complète et documentée.
- Faites annuellement une inspection magnétoscopique ou par ressuage des crochets et du filetage, ou plus souvent pour des conditions d'utilisation sévères. (Le démontage peut s'avérer nécessaire).
- Ne jamais utiliser un crochet dont l'ouverture de la gorge a augmenté ou si son extrémité est tordue de plus de 10° par rapport au plan du corps du crochet, ou encore si le crochet est tordu ou déformé d'une quelconque autre manière.
Note : Un linguet ne se fermera pas normalement si la pointe du crochet est courbée ou usée.
- Ne jamais utiliser un crochet dont le degré d'usure dépasse les cotes données en figure 1.
- Retirer de la circulation les crochets qui sont fissurés, entaillés ou endommagés.
Ne jamais percer, ou souder, ou transformer ou chauffer un crochet.
- Ne jamais réparer, modifier, retaire ou changer la forme d'un crochet en soudant, chauffant, brûlant ni en le pliant.
- Ne jamais appliquer de charge latérale sur le crochet ni à l'arrière ou sur la pointe de celui-ci (voir figure 2).
- Ne pas faire pivoter un crochet type 322 pendant qu'il soutient la charge, sauf s'il est monté sur roulement et dans ce cas en maintenant la charge et en vérifiant les abords
- L'emploi d'un linguet est obligatoire

Attention nouvelle disposition en cours :



Pour tous types de crocs avec linguet de sécurité :
Selon Pr EN 1677-5 XI-99, le linguet de sécurité à ressort doit pouvoir, étant en place, résister suivant le sens des flèches, à des efforts de 300 kg, et au moins à 10% de la CMU du croc, mais cependant avec une limite de 20 kN.

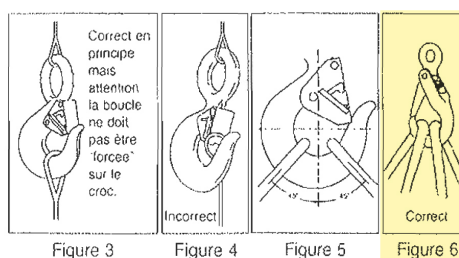
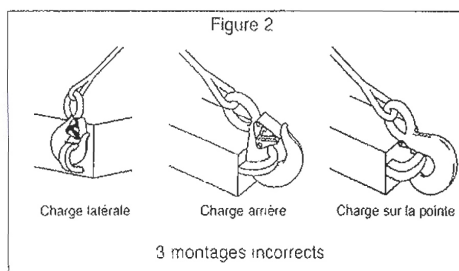
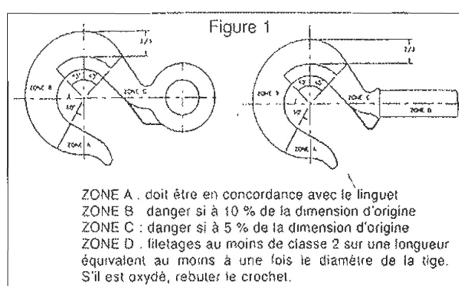
- Toujours s'assurer que c'est bien le crochet qui supporte la charge (voir figure 3) et jamais le linguet (voir figure 4).
- Quand on place deux (2) élingues dans un crochet, s'assurer que l'angle formé par le brin le plus éloigné et le plan vertical du crochet ne dépasse pas 45°. De plus, l'angle intérieur formé par les deux (2) brins ne doit pas dépasser 90° (voir figure 5). Les boucles de élingues ne doivent pas chevaucher au niveau du crochet (voir figure 6)

Quand les angles sont supérieurs à 90°, ou en présence de plus de deux (2) brins, une maille principale ou une manille tyre boulonnée et goupillée doivent être employées pour fixer les brins de l'élingue au crochet.

NB : Se rapprocher de l'Alnor et des sociétés de contrôle pour de plus amples renseignements

IMPORTANT

- Les charges peuvent se détacher du crochet si l'on ne respecte pas les procédures appropriées.
- Une charge qui tombe peut blesser grièvement ou même tuer.
- Si les filetages sont oxydés ou usés, la charge risque de tomber.
- Le crochet doit toujours soutenir la charge. La charge ne doit jamais être supportée par le linguet.
- Ne jamais soulever de charges dont le poids dépasse la charge maximale d'utilisation (CMU).
- Lire et bien comprendre ces instructions avant toute utilisation de crochets ou de linguets.



annexe 2

Règles de conception

Article R4312-1 du Code du travail

Les accessoires de levage et composants d'accessoires de levage doivent être conçus et construits conformément à l'article R4312-1 du code du travail. Ce texte contient les obligations réglementaires de conception et traite notamment de la résistance mécanique, de l'aptitude à l'emploi, du marquage, de la notice d'instructions.

Examen d'adéquation de l'accessoire de levage

Article 7 de l'arrêté du 1^{er} mars 2004

On entend par « Examen d'adéquation d'un accessoire de levage », l'examen qui consiste à vérifier :

- ☐ qu'il est approprié aux différents appareils de levage sur lesquels l'utilisateur prévoit de l'utiliser et aux travaux à effectuer, ainsi qu'aux risques auxquels les travailleurs sont exposés ;
- ☐ que les opérations prévues sont compatibles avec les conditions d'utilisation de l'accessoire définies par la notice d'instructions du fabricant.

Cet examen est obligatoire avant la mise en service d'un accessoire de levage.

Maintien en conformité du matériel

Article R4322-1 du Code du travail

Applicable dans le cas d'une modification de l'accessoire de levage. Les équipements de travail et moyens de protection doivent être maintenus en état de conformité avec les règles techniques de conception et de construction applicables lors de leur mise en service dans l'établissement.

Vérifications générales périodiques

Articles R4323-23 à R4323-27 du Code du travail

Les accessoires de levage sont soumis à des vérifications générales périodiques. Ces vérifications sont destinées à déceler en temps utile toute détérioration susceptible de créer des dangers. La réalisation de ces vérifications doit être confiée, sous la responsabilité du chef d'établissement dans lequel les accessoires sont utilisés, à du personnel qualifié, exerçant régulièrement cette activité, appartenant, soit :

- ☐ à l'établissement,
- ☐ à un organisme d'inspection appelé organisme de vérification ou organisme de contrôle.

Registre de sécurité

Article L4711-1 du Code du travail

Les résultats des vérifications réglementaires sont inscrits, sans délai, par le chef d'établissement sur le registre de sécurité prévu par l'article L4711-1 du Code du travail.

La mention des résultats doit refléter les conclusions de ces rapports qui devront lui être annexés.

Ce registre doit être tenu à la disposition des inspecteurs du travail ou agent du service de prévention des organismes de sécurité sociale conformément à l'article L4711-3

La durée d'archivage de ces rapports est de cinq ans.

annexe 3

Extrait du Chapitre A de l'Annexe 7 de la Directive machines 2006/42/CE

Dossier technique pour les machines

La présente partie décrit la procédure à suivre pour constituer un dossier technique. Le dossier technique doit démontrer que la machine est conforme aux exigences de la présente directive. Il doit couvrir la conception, la fabrication et le fonctionnement de la machine, dans la mesure nécessaire à l'évaluation de la conformité.

Le dossier technique doit être établi dans une ou plusieurs des langues officielles de la Communauté, à l'exception de la notice d'instructions de la machine pour laquelle s'appliquent les dispositions particulières prévues à l'annexe I, section 1.7.4.1.

Le dossier technique comprend les éléments suivants :

1) un dossier de construction contenant :

- ☐ une description générale de la machine ;
- ☐ le plan d'ensemble de la machine, les plans des circuits de commande, ainsi que les descriptions et explications pertinentes nécessaires à la compréhension du fonctionnement de la machine ;
- ☐ les plans détaillés et complets, accompagnés éventuellement des notes de calcul, résultats d'essais, attestations, etc., permettant de vérifier la conformité de la machine aux exigences essentielles de santé et de sécurité.

2) La documentation sur l'évaluation des risques, décrivant la procédure suivie, y compris :

- ☐ une liste des exigences essentielles de santé et de sécurité qui s'appliquent à la machine ;
- ☐ une description des mesures de protection mises en œuvre afin d'éliminer les dangers recensés ou de réduire les risques et, le cas échéant, une indication des risques résiduels liés à la machine ;
- ☐ les normes et autres spécifications techniques utilisées, en précisant les exigences essentielles de santé et de sécurité couvertes par ces normes ;
- ☐ tout rapport technique donnant les résultats des essais effectués soit par le fabricant, soit par un organisme choisi par le fabricant ou son mandataire ;
- ☐ une copie de la notice d'instructions de la machine ;
- ☐ le cas échéant, une déclaration d'incorporation relative aux quasi-machines incluses et les notices d'assemblage pertinentes qui concernent celles-ci ;
- ☐ le cas échéant, une copie de la déclaration CE de conformité de la machine ou d'autres produits incorporés dans la machine.

annexe 4

Extraits d'un document relatif à la formation des assistants de vol utilisé en Suisse

ABC DES ASSISTANTS DE VOL

DISPOSITIFS DE LEVAGE

1^{ère} Principe: choix du matériel

Les calculs décrits ci-après sont basés sur l'augmentation des forces lors du transport de charges sous élingue. Cette augmentation ne peut pas être comparée à celle qui s'applique en transportant des charges à l'aide d'un palan.

En général, les dispositifs de levage disponibles sur le marché (élingues, chaînes, câbles d'acier, cordes, manilles, etc.) ne répondent pas aux exigences spécifiques du service de vol.

L'utilisateur doit donc choisir le matériel approprié en fonction de ses besoins. Dans certains cas, l'entreprise de transport aérien devra toutefois choisir et renouveler le matériel en fonction des progrès techniques.

2^{ème} Principe: méthodes de calcul pour évaluer la résistance du matériel

Il existe deux manières d'effectuer les calculs relatifs à la fourniture de matériel:

1. En fonction des charges spécifiques: cette méthode s'applique le plus souvent en cas de doute et lorsqu'il faut se procurer du matériel et des appareils de suspension spéciaux.
2. Pour les engagements de routine: dans ce cas, on se base sur la charge maximale prévisible afin de pouvoir dimensionner le matériel en conséquence.

Dans les deux cas, il faut tenir compte des paramètres suivant:

1. Arrondir le résultat, de préférence au chiffre supérieur (marge de sécurité).
2. Noter et conserver les calculs (documentation).
3. Ces méthodes de calculs sont invariables. S'adresser au fabricant pour obtenir les calculs nécessaires. Les informations du fabricant font partie intégrante de la documentation.

Etant basés sur la législation européenne en matière de technique de sécurité, selon laquelle les normes ont un caractère purement indicatif, les valeurs et calculs indiqués sont considérés comme des valeurs minimales. Des écarts de valeurs sont possibles, mais le fabricant est alors tenu d'en fournir une justification détaillée et cohérente.

3^{ème} Principe: responsabilité du fait des produits

De par la loi sur la responsabilité du fait des produits (LRFP), les fabricants de produits, de matières premières ou de produits semi-finis sont tenus pour responsables (art. 1).

Les entreprises de transport aérien qui achètent des pièces détachées p. ex. dans le but de fabriquer une élingue à quatre points, sont considérées comme fabricants (art. 2) et sont donc tenues pour responsables de ce produit dit "fini" pendant dix ans (art. 10).

Les études et les calculs sur lesquels reposent la fourniture de pièces détachées et le matériel "fait maison" doivent être conservés pendant dix ans (voir à ce propos le Droit européen de la technique de sécurité, DM 98/37/ EG, annexe V, paragr. 4.b).

4^{ème} Principe: compétences

1. Pour la construction et la fabrication de matériel destiné au transport de personnes lors d'opérations de sauvetage, l'OFAC est compétent (section certification de l'avion). Il convient en particulier de consulter la "Communication technique 50.605-20". Les charges externes largables, exclusivement destinées au transport de matériel, ne relèvent pas de l'OFAC (OAE, art. 1, *Eléments d'aéronefs*).
2. Les dispositifs de levage, le matériel destiné au transport de personnes (ex: positionnement) et le matériel destiné à assurer la sécurité des personnes relèvent de la LSIT. La Suva, qui fait office d'organe de surveillance et d'exécution, peut délivrer une attestation de type.

Pour tout renseignement complémentaire, veuillez vous adresser à: voir références bibliographiques, p. 1.0.

ABC DES ASSISTANTS DE VOL

REGLES RECONNUES DE LA TECHNIQUE

Généralités

En raison des exigences dans le transport aérien de charges (collectifs de charges, dynamique, aérodynamique, nombre de cycles de travail etc.), les dispositifs de levage (DL) pour les hélicoptères doivent pouvoir supporter des forces plus élevées et plus de cycles que les dispositifs de levage employés dans les autres domaines du soulèvement.

Les DL couramment employés et éprouvés dans l'industrie peuvent être utilisés pour le transport de charge par hélicoptère seulement s'ils sont conformes aux exigences spécifiques de ce type de transport.

Le chapitre 3.2 "Dispositifs de levage" illustre dans le détail les expériences, les calculs et les exigences du transport par hélicoptère. Dans la deuxième partie de ce chapitre (3.2.2-2 et suiv.), ceux-ci seront comparés avec les normes industrielles, chaque fois que cela est possible ou utile.

Notions

Toutes les notions relatives aux dispositifs de levage sont tirées de la directive sur les machines 98/37/CE ou des normes DIN et NE correspondantes. Les notions techniques de vol (p. ex. DWD) sont tirées des standards de l'aviation.

Calcul voir les pages 3.2.1 et de 3.2.4-1 à 3.2.5-2

Dans les opérations effectuées avec des hélicoptères, l'assistant de vol ne peut jamais calculer précisément le poids (masse) d'une charge. Plus de 95% de l'ensemble des charges doivent être assemblées et élinguées par du personnel expérimenté, ayant fait une évaluation et des essais. D'autre part, la charge externe maximale admise d'un hélicoptère doit pouvoir être entièrement utilisée.

C'est pourquoi les DL doivent être proportionnés à la charge maximale des hélicoptères, sans tenir compte de facteurs de réduction tels que l'altitude au dessus du niveau de la mer, la température, le vent, etc.

Elingues à plusieurs brins

Dans toutes les normes et sur toutes les images, les élingues de levage à brins multiples ont TOUJOURS un unique anneau de suspension. L'accroche directe de plusieurs brins, p. ex. de 2 ou 3 élingues rondes sur le crochet n'est pas prévue.

Marques

Conformément à la directive sur les machines 98/37/CE, annexe I, art 4.3.2 "accessoires de levage", les dispositifs de levage (DL) doivent au moins porter les marques suivantes (étiquette du fabricant):

- identification du fabricant
- identification de la charge maximale d'utilisation (WLL)
- identification du matériau
- marquage "CE"

D'autres indications telles que: adresse du fabricant, numéro de série (S/N), numéro de l'article (P/N), longueur et diamètre, nom de l'utilisateur, exacte description du type et limitation d'emploi (to be used only to lift by helicopter, no HEC), modes d'exploitation spécifiques, etc. peuvent être exigés par les normes EN et être apposés par le fabricant selon les besoins ou à la demande de l'opérateur.

Les DL sans marques ne sont pas sûrs!

Gamme

Pour des raisons de sécurité et de rentabilité, l'utilisation des différentes gammes de dispositifs de levage est très utile dans la navigation aérienne, par type d'hélicoptère ou par classe de poids. Ces gammes sont stockées et utilisées séparément, par classes de poids. De cette manière on réduit fortement les risques de confusion entre les DL, de sous-dimensionnement ou d'évaluation erronée.

Exemple: - Type d'hélicoptère: AS 332, capacité portante max. 4500 kg

- Classe de poids: SA 315b, AS 350B2 et AS 350B3 = jusqu'à une charge max. de 1500 kg

Les assistants de vol peuvent se concentrer sur un certain sûr et correct de la charge.

Interface DL - hélicoptère

Il est important de considérer que plusieurs fabricants d'hélicoptères ou de crochets pour hélicoptère, interdisent en principe l'attache d'élingues à plusieurs brins au crochet primaire, en l'absence d'un élément intermédiaire (anneau de suspension).

ABC DES ASSISTANTS DE VOL

CONSTRUCTION DES DISPOSITIFS DE LEVAGE

Evaluation des tests¹⁾

Les résultats démontrent que les textiles dynamiques ne sont adaptés ni comme dispositifs de levage (élingue de fret) ni comme matériel d'élingage.

En cas de perte de la charge ou de rupture du câble, selon le profil et le diamètre du câble, le degré de descente et la vitesse d'avancement de l'hélicoptère, on est en présence de risques considérables.

Pour le matériel d'élingage il faut savoir que: plus l'allongement des sangles de levage ou des élingues rondes est grand, plus l'allongement à la traction des fibres est important = plus le frottement / le développement de chaleur / la réduction de la capacité portante sont grands!

Toutefois, le comportement linéaire du câble n'est qu'un indicateur parmi d'autres.


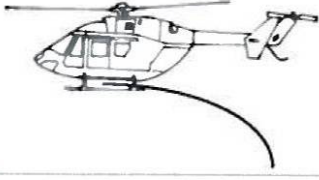
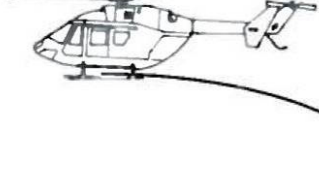
Sections transversales

La section transversale d'un câble a une influence considérable sur l'aérodynamique.

Les risques peuvent augmenter en combinaison avec les caractéristiques dynamiques. C'est la raison pour laquelle, en cas de vol en descente et de perte de la charge, un câble dynamique avec une section transversale ovale se contractera inévitablement vers le haut.

En revanche, dans la descente et en marche avant, le câble de construction statique, avec une âme rigide et une petite section transversale ronde, se balancera peu vers l'arrière et n'aura qu'une faible tendance à fouetter.

Toutefois, au cas où il heurterait un obstacle dans la descente ou en marche avant, un câble sera projeté vers le haut, même s'il s'agit d'un câble métallique lourd avec crochet.

Description	Représentation graphique (principe)
Section transversale ronde Meilleur comportement aérodynamique.	
Section transversale ovale Problématique. "Tremble" pendant le vol et produit une portance relativement haute.	
Section transversale rectangulaire Emploi comme élingue de fret extrêmement problématique. Fortes oscillations (vibrations sensibles au Pitch ou Stick), accessoires et boucles peuvent être endommagés par les vibrations. Portance plus haute et fouettement plus fort.	
Sections transversales des élingues à plusieurs brins (ronde, ovale ou rectangulaire) Les élingues à plusieurs brins, la rallonge ou les brins du matériel d'élingage, vibrent fortement et engendrent une forte résistance = portance	

¹⁾ Source: Heliswiss 1983, H. Wyder, H. Stocker, A. Marty



Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

200 rue de Paris
Zone Sud - Bâtiment 153
Aéroport du Bourget
93352 Le Bourget Cedex - France
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03
www.bea.aero