



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

# BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

## RAPPORT D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



### BEAD-air-M-2013-009-I

<b>Date de l'événement</b>	<b>16 juillet 2013</b>
<b>Lieu</b>	<b>porte-avions Charles de Gaulle, mer Méditerranée, 30 milles nautiques au sud de Toulon</b>
<b>Type d'appareil</b>	<b>Super-Étendard Modernisé</b>
<b>Immatriculation</b>	<b>n°61</b>
<b>Organisme</b>	<b>Marine nationale</b>
<b>Unité</b>	<b>Flottille 17F</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 retenues. Enfin, des recommandations sont présentées dans le dernier chapitre. Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.

### **UTILISATION DU RAPPORT**

L'unique objectif de l'enquête de sécurité est la prévention des accidents et incidents sans détermination des fautes ou des responsabilités. L'établissement des causes n'implique pas la détermination d'une responsabilité administrative civile ou pénale. Dès lors toute utilisation totale ou partielle du présent rapport à d'autres fins que son but de sécurité est contraire à l'esprit des règlements et relève de la responsabilité de son utilisateur.

---

## **CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS**

### **Photos :**

- Marine nationale
- BEAD-air

### **Illustrations :**

- Marine nationale

## TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	6
1.1. Déroulement du vol.....	6
1.2. Tués et blessés.....	7
1.3. Dommages à l'aéronef.....	7
1.4. Autres dommages.....	8
1.5. Renseignements sur le personnel.....	8
1.6. Renseignements sur l'aéronef.....	9
1.7. Conditions météorologiques.....	10
1.8. Aides à la navigation.....	10
1.9. Télécommunications.....	10
1.10. Renseignements sur le porte-avions.....	11
1.11. Enregistreurs de bord.....	11
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact.....	11
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques.....	13
1.14. Incendie.....	14
1.15. Questions relatives à la survie des occupants.....	14
1.16. Essais et recherches.....	14
1.17. Renseignements sur le rôle de l'officier d'appontage.....	14
1.18. Renseignements supplémentaires.....	16
1.19. Techniques spécifiques d'enquête.....	16
2. ANALYSE	17
2.1. Séquence d'événement.....	17
2.2. Analyse des causes environnementales.....	19
2.3. Gestion de l'appontage par le pilote.....	20
2.4. Vérification du brin d'arrêt.....	21
2.5. Expertise technique du train.....	22
3. CONCLUSION	25
3.1. Eléments utiles à la compréhension de l'événement.....	25
3.2. Causes.....	25
4. Recommandations de sécurité	26
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement.....	26
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement.....	26

**GLOSSAIRE**

ALAVIA	amiral commandant d'aviation navale
AIA	atelier industriel aéronautique
AIA CP	atelier industriel aéronautique de Cuers-Pierrefeu
AVIA	commandant adjoint aviation
BEAD-air	bureau enquêtes accidents défense-air
CRA	mesure de la course restante
DGA	direction générale de l'armement
DGA/TA	direction générale de l'armement /techniques aéronautiques
hPa	hectopascal
kt	<i>knot(s)</i> – nœud(s) (1 kt = 1,852 km / h)
NATO	organisation du traité de l'Atlantique nord
Nm	<i>Nautical mile(s)</i> – mile(s) nautique(s) (1 Nm = 1,852 km)
OA	officier d'appontage
PACDG	porte-avions Charles de Gaulle
SEM	super étendard modernisé
Veb	vitesse d'entrée dans les brins
Vz	vitesse verticale

## SYNOPSIS

Date et heure de l'événement : 16 juillet 2013 à 15h55 Z  
Lieu de l'événement : Porte-avions Charles de Gaulle» (PACDG) en mer Méditerranée à 30 *Nautical mile* (Nm– mille nautique) au sud de Toulon  
Organisme : Marine nationale  
Commandement organique : Amiral commandant l'aviation navale (ALAVIA)  
Unité : Flottille 17F  
Aéronef : Super étendard modernisé (SEM)  
Nature du vol : entraînement assaut à la mer  
Nombre de personnes à bord : 1

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

Au cours d'une mission d'entraînement, le pilote du SEM se voit refuser par deux fois l'autorisation d'apponter. Lors de la troisième approche l'appareil apponte et accroche le premier brin.

Pour le pilote et l'officier d'appontage la séquence d'appontage est normale. Toutefois, l'amortisseur du train auxiliaire vient en butée. La fourche du train a impacté le pont puis s'est brisée au niveau de la liaison articulée fourche/tube. L'appareil s'arrête rapidement, le pilote est indemne.

### Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air)
- Un enquêteur adjoint du BEAD-air
- Un enquêteur de première information (EPI)
- Un officier pilote ayant une expertise sur SEM
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur SEM

### Autres experts consultés

- Atelier industriel de l'aéronautique de Cuers-Pierrefeu (AIA CP)

### Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le directeur d'enquête et son adjoint se rendent sur le porte-avions le 19 juillet au matin. Ils rejoignent l'expert pilote venant de Landivisiau et l'expert mécanicien déjà présent sur le porte-avions.

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1. Déroulement du vol

#### 1.1.1. Mission

Indicatif : QUINA 51

Type de vol : Circulation aérienne militaire (CAM) V

Type de mission : ADEX 461

Dernier point de départ : PACDG

Point d'atterrissage prévu : PACDG

#### 1.1.2. Déroulement

##### 1.1.2.1. Préparation du vol

Cette mission s'inscrit à la fois dans le cadre de l'entraînement à la qualification sous-chef de patrouille du pilote et de son réentraînement à l'appontage après une interruption de huit mois. Il s'agit de son deuxième appontage après cette interruption, le précédant datant de la veille.

Le vol est planifié la veille au soir et préparé le matin même. Au cours de la préparation, plusieurs modifications en termes d'horaires et de nombre de participants ont lieu. La mission est finalement effectuée à un avion.

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

QUINA 51 est catapulté à 15h02 Z lors de la deuxième pontée<sup>1</sup> de la journée. Cette mission se déroule en quatre phases :

- le catapultage
- le ravitaillement en vol sur un Rafale muni d'une nacelle de ravitaillement : QUINA 51 prend 500 kg
- une phase tactique d'entraînement à l'assaut à la mer avec opposition aérienne
- l'appontage sur le porte-avions

A l'issue des trois premières phases, le SEM n° 61 se présente à l'appontage. Le pilote effectue alors trois présentations :

- la première se conclut par une approche avec « *wave-off* » (remise de gaz sans prise de contact avec le pont d'envol)
- la deuxième se conclut également par un « *wave-off* »
- la troisième se conclut par l'accrochage du premier brin d'arrêt

---

<sup>1</sup> Pontée : série d'appareils catapultés

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

Lors de la troisième présentation, au contact avec le pont, le pilote affiche « plein-gaz », puis percevant l'accrochage d'un brin d'arrêt, affiche « plein-réduit » tout en percevant une sensation inhabituelle à la décélération avant l'immobilisation de l'avion. Le directeur de pont ainsi que le directeur des vols et le commandant adjoint aviation (AVIA) constatent que la fourche du train avant s'est brisée. L'AVIA ordonne au pilote de couper le moteur.

Les trois autres avions en vol, un SEM, un Rafale et un E2C, sont déroutés sur le terrain d'Hyères.

Les premières constatations visuelles effectuées par le personnel de l'équipe de pont d'envol font apparaître que :

- l'avion repose sur la fourche avant
- des débris ont été projetés vers l'avant du pont d'envol
- deux traces de contact provoquées par la fourche avant. Le revêtement du pont est arraché à ces endroits

Afin de rendre le pont d'envol disponible, l'appareil est « relevé » puis déplacé vers le hangar de maintenance situé sous le pont d'envol.

### 1.1.3. Localisation

- Lieu : mer Méditerranée, sur le porte-avions Charles de Gaulle à 30 Nm au sud de Toulon
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Hyères à 30 Nm dans le nord du lieu de l'événement

## 1.2. Tués et blessés

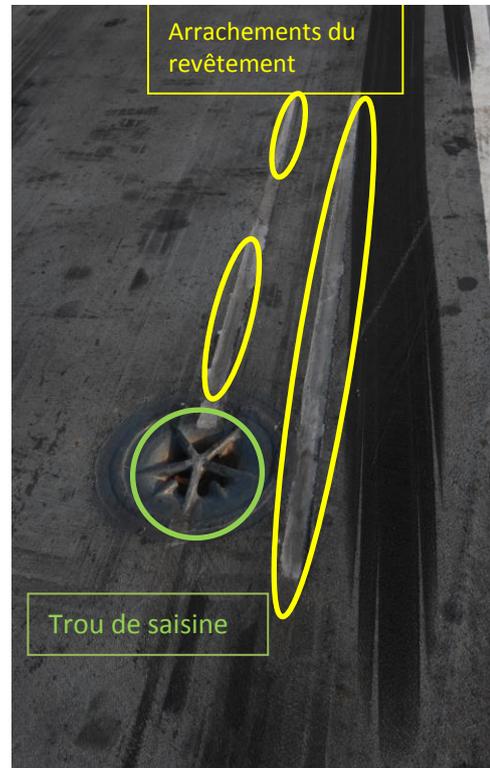
Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			
Graves			
Légères			
Aucune	X		

## 1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
			X	

## 1.4. Autres dommages

Le revêtement du pont d'envol a été endommagé (décollement et effritement) sur certaines portions de la trajectoire de la roue auxiliaire.



Endommagements sur le pont d'envol

## 1.5. Renseignements sur le personnel

### 1.5.1. Membres d'équipage de conduite

#### 1.5.1.1. Commandant de bord

- Age : 26 ans
- Sexe : masculin
- Unité d'affectation : 17F
- Formation :
  - qualification : équipier opérationnel
  - école de spécialisation : Section marine école à Meridian (Etats-Unis)
  - année de sortie d'école : 2010

- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur SEM	sur tous types	dont sur SEM	sur tous types	dont sur SEM
Total (h)	835	503	142	133	24	24

- Date du dernier vol comme pilote :
  - sur l'aéronef :
    - de jour : 15 juillet 2013
- Confirmation à l'appontage : 04 juillet 2012
- Nombre d'appontage : 69 (dont 59 sur type)
- Carte de circulation aérienne :
  - type : carte verte
  - date d'expiration : 28 février 2014

## 1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : marine nationale
- Commandement organique d'appartenance : ALAVIA
- Base aérienne de stationnement : base de l'aéronautique navale de Landivisiau
- Unité d'affectation : flottille 17F
- Type d'aéronef : SEM
  - configuration : ATL2 (1 POD ATLAS en ventral et 2 réservoirs pendulaires de 600 litres aux points internes)
- caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	SEM standard 5	61	5174	IRREF <sup>2</sup> 1130	V1N2 <sup>3</sup> : 320
Moteur	ATAR 8K50	28326	314	SERI <sup>4</sup> : 314	VI : 133

### 1.6.1. Maintenance

L'entretien est conforme au programme de maintenance en vigueur. Aucune anomalie n'a été relevée dans l'enregistrement des opérations de maintenance exécutées sur l'aéronef ainsi que dans le référentiel *Aircraft maintenance and spare information system (AMASIS)*.

<sup>2</sup> Visite de troisième niveau

<sup>3</sup> Visite de premier niveau

<sup>4</sup> Lors de chaque passage à l'AIA Bordeaux, le moteur est dissocié et des modules sont changés. Le moteur repart avec un index de suivi de fonctionnement remis à zéro, contrairement aux différents modules qui continuent à être suivis indépendamment.

### 1.6.2. Performances

L'appareil ne faisait pas l'objet de restrictions de vol.

### 1.6.3. Masse et centrage

- masse de l'avion au catapultage : 10 768 kg
- centrage de 20,4 pour cent
- masse de l'avion à l'appontage : 8 118 kg

### 1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : F35
- Quantité de carburant au décollage : 3 550 kg (4 437 litres)
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 900 kg

### 1.6.5. Autres fluides

Sans objet.

## 1.7. Conditions météorologiques

Vent	:	du 200 pour 6 <i>knots</i> (kt) (valeurs enregistrées à 15h56 Z)
Visibilité	:	supérieure à 10 km
QNH	:	1 017 hectos pascaux (hPa)
QFE	:	1 015,6 hPa
Température de l'air	:	27 degrés Celsius
Humidité	:	60 %
Température de la mer	:	24 degrés Celsius
Houle	:	direction 140 / hauteur 1m / période 4s

## 1.8. Aides à la navigation

Tacan du PACDG.

## 1.9. Télécommunications

Le pilote était en liaison avec les opérateurs de contrôle à bord du PACDG (AVIA, Officier d'appontage (OA)...).

## 1.10. Renseignements sur le porte-avions

Au moment de l'appontage du SEM n°61, le PACDG fait route au 273° vrai à la vitesse de 23,6 kt.

## 1.11. Enregistreurs de bord

Le SEM ne dispose d'aucun enregistreur de paramètres de vol.

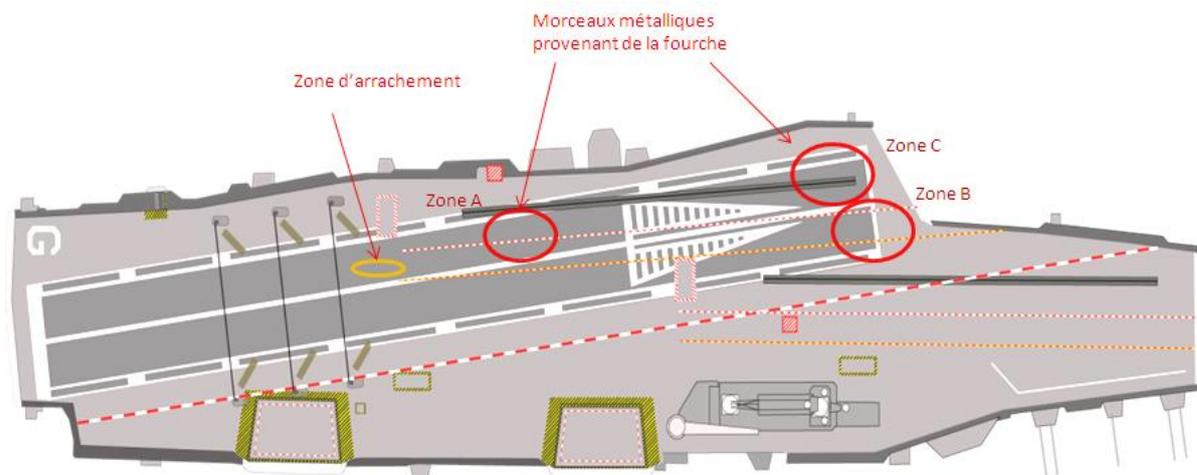
Le SEM est équipé d'un magnétoscope à cassette Hi8 qui permet selon le choix du pilote d'enregistrer la visualisation tête haute (VTH) ou la visualisation tête moyenne. Un enregistrement audio/vidéo de l'événement a ainsi été effectué sur cassette Hi8.

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

### 1.12.1. Examen de la zone

Le revêtement du pont d'envol a été endommagé (décollement et effritement) sur certains segments de la trajectoire de la roue auxiliaire.

Les morceaux de la fourche ont été retrouvés sur les zones mentionnées sur le schéma ci-dessous :



Vue générale du pont

Une partie des morceaux retrouvés se situe du côté gauche de la trajectoire de l'avion, à proximité de la zone d'arrachement du revêtement, alors que l'autre partie se trouve sur l'avant de l'avion.

### 1.12.2. Examen de l'appareil

A l'impact, l'amortisseur du train auxiliaire vient en butée mécanique puis la fourche de l'atterrisseur racle le pont d'envol. La fourche se brise au niveau de la liaison articulée fourche/tube tournant.



Vue générale de l'appareil



Fourche de l'atterrisseur brisé

En plus du train auxiliaire endommagé au niveau de la fourche et de l'amortisseur, la cellule de l'avion a subi des efforts structuraux au niveau des cadres 12 et 13, du côté droit du poste pilote.



Déformation de la cellule

Les bidons RP1 SE2 présentent un enfoncement.



Bidon gauche



Bidon droit

### **1.13. Renseignements médicaux et pathologiques**

- Dernier examen médical :
  - type : Centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN) Toulon
  - date : 18/01/2013
  - résultat : apte
  - validité : 5 ans
- Examens biologiques : non réalisés
- Blessures : aucune

## **1.14. Incendie**

Sans objet

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

### 1.15.1. Engagement d'un système d'arrêt

- Type de système d'arrêt : brin d'arrêt n°1
- Éléments lors de l'engagement du système d'arrêt :
  - vitesse : 134 kt
  - axe d'engagement : légère divergence vers la gauche

### 1.15.2. Organisation des secours

Le pilote a évacué l'appareil normalement.

## **1.16. Essais et recherches**

- Expertise métallurgique de la fourche par la Direction générale de l'armement/Techniques aéronautiques (DGA/TA) à Toulouse
- Examen technique au Service industriel de l'aéronautique (SIAE) AIA CP division équipements en présence BEAD-air et DGA/TA
- Expertise du fluide hydraulique retrouvé dans la chambre d'azote de l'amortisseur auxiliaire par DGA/Essais propulseurs (EP) à Saclay

## **1.17. Renseignements sur le rôle de l'officier d'appontage**

### Risques liés à l'appontage

Les principaux risques liés à l'appontage sont :

- une décélération de l'avion (montée en incidence)
- un avion trop bas par rapport à la pente nominale (risque d'impacter l'arrondi)
- excentrement trop important (endommagement des brins)

Pour faire face à ces risques lors de cette phase de vol délicate le pilote est aidé par un officier d'appontage qui lui donne les corrections à appliquer pour apponter dans de bonnes conditions.

### Rôle de l'OA

L'une des règles principales à appliquer pour assurer un appontage en toute sécurité est de maintenir l'assiette constante.

Les conseils des officiers d'appontage aux pilotes sont personnalisés en tenant compte des erreurs du pilote et de la manière dont il applique les corrections.

L'officier d'appontage doit guider l'avion en approche dans le but de :

- lui assurer la sécurité des vols
- lui éviter de toucher l'arrondi du porte-avions
- le faire apponter dans les normes : vitesse  $V_z$ , vitesse d'entrée dans les brins (environ 110 nœuds pour un SEM)

Plusieurs éléments sont essentiels :

- la pente (idéalement 3,7 degrés)
- les conditions de vent
- la tenue de l'axe (les OA exigent 1 m maximum de part et d'autre de l'axe central ; au-delà de 4 m il y a inspection obligatoire des brins, la tolérance maximale des brins est de 6 m)
- la tenue de la vitesse par l'intermédiaire de la manette des gaz

### Description du circuit d'approche

Le respect du circuit en amont de l'approche finale est primordial. Il existe trois étapes :

- arrivée au break
- dernier virage
- « *groove* » : aile à plat (durée environ 15 secondes) en approche finale

Le but est de garantir la meilleure arrivée à la fenêtre d'appontage, la vitesse, l'alignement et la pente dans les limites convenables.

Le guidage du pilote se fait dans le but de lui faire prendre le brin n° 2 avec un toucher de la crosse à environ 1,2 m devant le brin. Le taux de descente nominale est d'environ 3,5 m/s.

L'approche à l'appontage est constituée de trois parties consécutives :

- le « *start* » qui correspond au début de l'approche
- le « *middle* » correspondant à la phase milieu entre le « *start* » et l'appontage
- le « *close* » correspondant à l'ultime phase au-dessus de la mer

La phase la plus critique est l'arrivée au « *close* » car l'officier d'appontage n'a alors plus la possibilité d'ordonner le « *wave off* ». En effet, le « *wave off* » ne peut plus être demandé à ce moment-là au risque d'endommager le pont avec les moteurs, ou pire, d'engager la sécurité du personnel. Il est donc nécessaire d'anticiper les actions et les décisions avant le « *close* » même si d'ultimes corrections mineures pendant le « *close* » peuvent être données.

Les périodes de réentraînement sur le porte-avions sont toujours des phases délicates où la sécurité à l'appontage peut être engagée, les pilotes étant souvent très sollicités pendant tout le vol.

## **1.18. Renseignements supplémentaires**

### **1.18.1. Caméras de pont**

Les caméras du pont d'envol, enregistrant toute l'activité se déroulant sur celui-ci, ont permis de filmer l'événement. La qualité des prises de vues de ces dernières ne permet pas de voir avec précision les faits. Il y a cependant une vidéo amateur, prise par une caméra haute définition *GoPro*, qui permet de voir l'appontage sous un autre angle et avec une meilleure définition.

### **1.18.2. Point de situation sur le PACDG**

Le PACDG effectuait sa deuxième sortie en mer de l'année 2013 après une immobilisation d'environ 8 mois. Les travaux avaient débuté début novembre 2012 pour se terminer fin juin 2013.

La dernière sortie en mer avec le groupe aérien embarqué a eu lieu du 18 septembre au 26 octobre 2012.

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

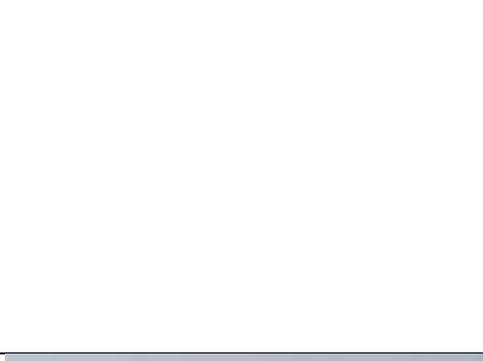
Sans objet

## **2. ANALYSE**

L'analyse a pour but d'expliquer les causes de la rupture du train auxiliaire lors de l'appontage. Elle s'appuie sur l'exploitation des vidéos de l'événement, sur les différents témoignages et sur l'expertise technique du train auxiliaire.

### **2.1. Séquence d'événement.**

La séquence d'événement a été réalisée sur la base de l'analyse des vidéos fournies par la caméra du pont d'envol et par une caméra haute définition d'un témoin de la scène. Le tableau suivant présente les captures d'écran des films réalisés.

	Caméra HD	Caméra de pont d'envol
<p><b>Contact crosse-pont</b></p>		
<p><b>Crosse en tension</b> (L'avion va être <b>fortement</b> plaqué au sol)</p>		
<p><b>Premier contact fourche-pont</b> (L'avion pique du nez de tout son poids. Les amortisseurs principaux semblent détendus à ce moment l'oreille de la fourche côté gauche est déjà cassée)</p>		
<p><b>Retour amortisseur</b> (La roue avant semble encore maintenue par l'oreille droite de la fourche)</p>		
<p><b>Rupture fourche et deuxième contact avec le pont</b> (L'oreille droite de la fourche de la fourche casse)</p>		

L'analyse des vidéos réalisées pendant l'appontage par les installations du porte-avions ainsi que la vidéo numérisée à partir de la cassette d'enregistrement du pilote (HI8) ont permis de décrire la séquence de l'appontage :

- la crosse attrape le brin 1 avec les roues principales qui ne touchent pas le pont
- toucher des roues principales après le deuxième brin ; panache de fumée blanche au toucher
- abaissement du nez avec enfoncement maximal de l'amortisseur de train auxiliaire ; frottement de la fourche de train sur le pont sur une longueur d'environ 1,90 mètres à droite et 1,80 à gauche (dont environ 15 cm de non arrachement du revêtement)
- léger relèvement du nez et faible détente de l'amortisseur de train auxiliaire pendant un très court instant
- nouvel abaissement du nez avec enfoncement de l'amortisseur de train auxiliaire puis rupture totale de la fourche
- poursuite de l'avion sur sa trajectoire, avec la fourche continuant de frotter sur le pont

**La rupture de la fourche est un événement rare qui peut avoir pour origine :**

- **un appontage hors limites**
- **une défaillance du brin d'arrêt**
- **une défaillance de l'amortisseur**

## 2.2. Analyse des causes environnementales

Le pilote effectue son deuxième appontage dans le cadre du réentraînement à l'appontage conformément à l'instruction permanente n° 61.0.02 ALAVIA/MDRA/DR du 25 juillet 2001 constituant le règlement d'appontage. Les conditions météorologiques sont bonnes et le pont est stable. La divergence (angle entre le vent relatif sur le pont et l'axe du pont oblique) est dans les normes.

**La cause de l'événement ne relève pas du domaine environnemental.**

## 2.3. Gestion de l'appontage par le pilote

### 2.3.1. Séquence d'appontage.

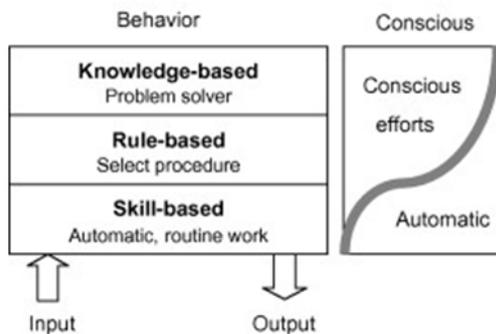
L'appontage impose certaines limitations :

- Vitesse d'entrée dans les brins (Veb) :  
Sur SEM, elle est de 110 kt max. La vitesse propre du SEM était dans le cas présent de 130 kt. Le vent sur le pont était quant à lui est de 27 kt. La Veb était donc de 103 kt, soit 7 kt de moins que la Veb maximale. **La vitesse d'entrée dans les brins était donc conforme.**
- L'alignement :  
Lors de l'appontage, le fait d'engager les brins en étant désaxé peut entraîner une décélération non-optimale voire une détérioration des brins. **Pour le cas présent, l'appareil était aligné.**
- La Vz (vitesse verticale) :  
La vitesse verticale maximale sûre du SEM à 8,1 t est de 3,45 m/s. Pour garantir cette dernière, les OA changent les réglages de l'optique d'appontage, ce qui a pour effet de modifier la pente. Dans le cas présent, selon la déclaration de l'OA en charge lors de l'appontage : « ... la passe manquait de moteur ce qui a eu pour conséquence un passage bas à la rampe (extrémité arrière du porte-avions). Le pilote retient le nez de l'avion au-dessus du pont... ». Ceci a pour effet de réduire la Vz. **Juste avant de toucher, le pilote cabre légèrement le nez de l'avion, ce qui constitue une erreur classique des jeunes pilotes en réentraînement.**
- La masse à l'appontage :  
Il existe plusieurs masses maximales à l'appontage sur SEM. La masse maximale normale à l'appontage est de 8,1 t. Le SEM 61 a apponté 20 kg au-dessus de cette masse. Le pilote était toutefois autorisé par les « consignes commandant » notifiées via la fiche de briefing complémentaire à apponter au-dessus de cette masse sans excéder 8,3 t (masse maximale occasionnelle). **L'appareil apponte avec une masse conforme aux directives.**
- L'assiette :  
Sans être une limitation l'assiette peut avoir une conséquence directe sur la Vz du train auxiliaire et donc sur l'impact subi par l'amortisseur. Le fait d'avoir une assiette plus grande augmente en effet la hauteur œil-crosse (HOC : hauteur entre l'œil du pilote et le croc de la crosse d'appontage). Il augmente également la hauteur entre le croc et le train principal. Il est ainsi possible que le croc accroche un brin d'arrêt alors que les roues ne sont pas encore en contact avec le sol provoquant alors une abatée franche vers l'avant. Les premiers constats indiquent que l'amortisseur avant a talonné (compression jusqu'à la fin de course). **L'analyse vidéo a démontré que l'assiette n'était pas optimale.**

**L'assiette trop importante en courte finale constitue une erreur qui entre dans les marges de tolérance. L'approche a été effectuée dans les normes d'appontage.**

### 2.3.2. Raté d'exécution

L'appontage nécessite des habiletés de pilotage solides libérant des ressources pour détecter des déviations à la norme et choisir la bonne action pour les contrer.



Selon le modèle S-R-K (Skills-Rules-Knowledge de Rasmussen, 1986), plus la tâche demandée se situe dans le domaine des habiletés (Skill), moins elle demandera de ressources et à l'inverse plus l'on se rapproche du domaine des connaissances (Knowledge), plus elle sera consommatrice de ressources. En prenant le modèle à l'envers, moins un individu dispose de ressources disponibles et plus ses actions s'orienteront vers le niveau « habiletés ».

Le pilote est à l'entraînement sous-chef de patrouille. Il est confirmé à l'appontage depuis un peu plus d'un an. Il est de retour sur le PACDG après une interruption de presque 8 mois. Lors de l'approche, le pilote commet une erreur classique des jeunes pilotes en réentraînement.

Il s'agit dans le cas présent de la troisième tentative d'appontage après deux « *wave-off* » après un vol intense dans une atmosphère chaude. Le pilote constatant un plan plus bas que nécessaire et plusieurs ordres de l'OA, voyant également le pont d'envol se rapprocher, le pilote exécute alors une action issue de ses réflexes « habileté » qui est de tirer sur le manche pour arrondir sa trajectoire comme tout pilote le ferait sur une piste.

**Le fait de retenir le nez de l'avion qui est une « erreur de procédure » a contribué à l'événement.**

### 2.4. Vérification du brin d'arrêt

Le brin d'arrêt fait le lien entre l'avion et une presse dont le réglage change en fonction du type d'avion et sa masse. Le réglage est commandé par AVIA et confirmé une fois que toutes les presses des trois brins sont parées et ajustées au réglage demandé. L'ensemble du processus décisionnel a bien fonctionné et les paramètres des installations étaient appropriés à l'appontage du SEM.

Les vérifications du brin d'arrêt n'ont révélé aucun dysfonctionnement.

**L'événement n'a pas été occasionné par un dysfonctionnement du brin d'arrêt.**

## 2.5. Expertise technique du train

### 2.5.1. Maintenance

#### Historique du train depuis dernière révision générale :

- RG effectuée le 25/11/2002 à l'AIA CP
- entre le 16/12/2002 et le 27/08/2009, a équipé successivement sur les SEM 69, SEM 64, SEM 25, SEM 11 et SEM 61.

L'atterrisseur est à jour de ses échéances.

Le dernier reconditionnement du train auxiliaire a été effectué le 11 juillet 2013 avec la valise Organisation du traité de l'atlantique nord (NATO) n° 1362. La valise NATO utilisée pour le dernier reconditionnement était conforme.

Le train n° U108 a été monté sur le SEM 61 du 27/08/09 au 17/07/2013. Ce train sortait d'un entretien au NTI2 effectué à l'atelier hydraulique de Landivisiau.

L'amortisseur a été posé sur l'atterrisseur U108 le 21/03/13. Depuis sa dernière RG effectuée en 1995, cet amortisseur a été expédié au NTI3 en 2000 pour vérification suite à un appontage dur.

**L'amortisseur a été entretenu en toute conformité.**

### 2.5.2. Vieillessement du SEM 61 :

3,1 heures de fonctionnement ont été effectuées depuis la visite de type V1N2 (fin de la visite le 14 juillet au soir). 76,5 heures de vol restantes avant sa réforme avec une butée calendaire fixée au 08/12/2013.

#### Surveillance des atterrisseurs sur le porte-avions :

L'indice de surveillance des trains (IST) pour les trois atterrisseurs se substitue au critère d'appontage comme paramètre de surveillance des trois atterrisseurs. Selon la mesure de la course restante (CRA) un coefficient est appliqué permettant d'imputer un vieillissement plus ou moins important.

Dans le cas du SEM 61, l'analyse de l'historique des IST et des CRA enregistrés depuis 2009 montre qu'aucun appontage dur n'a eu lieu pour le couple SEM 61/train n° U108 et que les valeurs d'IST ne sont pas excessives.

**Les 3 appontages effectués entre le 13 juillet et le 16 juillet ont été nominaux. Aucun coefficient de vieillissement n'a été appliqué.**

### 2.5.3. Expertises

#### 2.5.3.1. Examen de la fourche

L'expertise métallurgique de la fourche menée par DGA/TA n'a révélé aucune crique de fatigue. Il s'agit d'une rupture statique.

**La fourche est intègre au moment de l'impact.**

#### 2.5.3.1. Examen de l'amortisseur :

L'examen technique de l'amortisseur s'est déroulé à l'AIA CP.

L'examen technique a débuté par un passage sous presse afin de relever la courbe d'amortissement pour effectuer une comparaison avec la courbe théorique.

Une première mise en compression de l'amortisseur a permis de démontrer d'une part l'absence de blocage mécanique et d'autre part que la courbe d'amortissement obtenue n'est pas conforme à la courbe référence (20 t d'effort pour 179 mm de course au lieu des 26 t attendues). Afin de s'assurer du bon fonctionnement de l'amortisseur, un reconditionnement du vérin est effectué (remplissage de la chambre d'huile). En préalable à cette procédure, une quantité de fluide a été prélevée pour analyse.

L'opération de remplissage effectuée, l'amortisseur est de nouveau comprimé mais la courbe obtenue est semblable à la première.

Une étude plus poussée du plan de l'amortisseur fait alors apparaître avec certitude que cette méthode de remplissage laisse une poche d'air dans la chambre d'huile sans possibilité de la purger.

Il est alors décidé de procéder au remplissage de l'amortisseur en appliquant dans sa totalité la procédure utilisée à l'AIA CP. Cette procédure impose de réaliser avant le remplissage d'huile une mise en pression du piston de relevage (piston d'expansion) qui permet de chasser d'éventuelles poches d'air contenues dans la chambre d'huile de l'amortisseur.

Une fois la procédure complète appliquée, l'amortisseur est de nouveau mis en compression et cette fois-ci, la courbe est conforme.

Il ressort donc de ces différentes manipulations qu'une procédure incomplète peut conduire à un défaut du volume d'huile entraînant une diminution significative de la réponse de l'amortisseur.

A la suite des essais de compression, l'amortisseur a été entièrement démonté. Les examens visuels pratiqués sur les éléments de l'amortisseur ne mettent pas en évidence un éventuel défaut des joints en élastomère, des bagues en téflon et des éléments mécaniques qui compose l'amortisseur. De plus l'expertise du fluide prélevé a montré que celui-ci était conforme.

**Le reconditionnement complet a permis de retrouver les valeurs d'efforts nominales. Le démontage de l'amortisseur démontre que l'ensemble des éléments est intègre.**

**Le défaut constaté indique que l'amortisseur avait été mal reconditionné avant la campagne d'appontage.**

L'origine de ce mauvais reconditionnement n'a pas été déterminée. A l'instar de la procédure suivie dans un premier temps à l'AIA, il est probable qu'une mise en pression du piston de relevage n'avait pas été faite avant le remplissage d'huile et que des poches d'air subsistaient dans la chambre d'huile de l'amortisseur.

### 3. CONCLUSION

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

- Le PACDG est dans une phase de mise en condition opérationnelle après une longue période d'interruption.
- Le pilote est à l'entraînement sous-chef de patrouille, confirmé à l'appontage de jour, et en cours de réentraînement suite à un entretien technique majeur du PACDG.
- Il s'agit de son deuxième appontage après une interruption de huit mois.
- Le SEM se présente à l'appontage pour la troisième fois après deux « *wave-off* ».
- La passe manquant de moteur, le pilote retient le nez au-dessus du pont ce qui diminue la hauteur de la crosse et favorise l'accrochage du brin n°1 avec un peu trop d'assiette.
- A l'accrochage, l'abattée du nez de l'avion est importante et l'amortisseur vient rapidement en butée mécanique.
- L'amortisseur étant en butée mécanique, l'atterrisseur se comporte alors comme un bras de levier jusqu'à ce que la fourche vienne en appui sur le pont.
- L'oreille de la fourche du côté gauche rencontre en début de course un trou de saisine provoquant un à-coup et sa rupture.
- Au deuxième enfoncement de l'amortisseur, la fourche se rompt définitivement.
- Le système hydraulique du circuit d'atterrissage du SEM 61a fonctionné correctement.
- L'avion a été plaqué vers le bas et la fourche a impacté un trou de saisine plus dur que le train, se rompant.
- L'amortisseur est venu en butée. L'énergie qu'il n'a pas absorbée a été appliquée à la cellule provoquant la déformation des cadres 12 et 13 situés près du train auxiliaire.
- Le pilote évacue l'avion après sécurisation de son siège éjectable.
- Les relevés effectués au niveau des pneumatiques et des amortisseurs sont normaux.
- La presse du brin n°1 ne présente pas d'anomalie.
- L'amortisseur du train auxiliaire avait été mal reconditionné et présentait des qualités d'amortissement dégradées.

#### 3.2. Causes

Les causes relèvent du domaine technique et plus particulièrement du domaine de la maintenance.

Les qualités dégradées de l'amortisseur n'ont pas permis d'absorber l'énergie d'un appontage dans les normes mais comportant une abattée du nez importante. La fourche s'est brisée en heurtant un trou de saisine du pont d'envol.

## **4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE**

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

La cause de l'événement est un mauvais reconditionnement de l'amortisseur du train auxiliaire liée probablement à une application partielle de la procédure. Cette erreur a été répétée dans un premier temps lors de l'expertise technique réalisée au cours de l'enquête.

Afin d'éviter que cela ne se reproduise, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**au commandement de l'aéronautique navale d'étudier une amélioration de cette procédure et/ou d'y ajouter un contrôle systématique.**

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

Le BEAD-air a conscience de l'utilité des nombreux points d'accorage sur le pont du porte-avions en particulier dans le cas de la mise en œuvre des hélicoptères et du proche retrait du service du SEM. La présence de saisines dans la zone de toucher des roues des appareils a cependant contribué à l'événement.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**au commandement de l'aéronautique navale de mener une étude pour évaluer la pertinence de réduire la présence de trous de saisine dans la zone de toucher du train auxiliaire lors de la prise de brin.**