

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-T-2017-002-I

Date de l'évènement	24 janvier 2017
Lieu	BPC « Tonnerre » - au large de l'île du Levant
Type d'appareil	Puma SA330 Ba
Immatriculation	F-MDAF / n°1055
Organisme	Armée de terre

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'évènement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'évènement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes retenues. Enfin, des recommandations de sécurité sont proposées dans le dernier chapitre. Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure légale française.

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 lois et des règlements et relève de la responsabilité de son utilisateur.

CREDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : Bâtiment de projection et de commandement (BPC) « Tonnerre »

Photos :

- Pages 9, 15, 16 et 21 : BEAD-air
- Page 22 : Airbus Helicopters

Illustrations :

- Pages 7, 14, 18, 20, 23, 25 et 30 : BEAD-air
- Page 22 : Airbus Helicopters

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
CREDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	7
1.1. Déroulement du vol	7
1.2. Dommages corporels	9
1.3. Dommages à l'aéronef	9
1.4. Autres dommages	9
1.5. Renseignements sur le personnel	10
1.6. Renseignements sur l'aéronef	12
1.7. Conditions météorologiques	14
1.8. Aides à la navigation	14
1.9. Télécommunications	14
1.10. Renseignements sur la plateforme	14
1.11. Enregistreurs	15
1.12. Renseignements sur l'impact et sur l'aéronef	15
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	17
1.14. Incendie	18
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	18
1.16. Essais et recherches	18
1.17. Renseignements sur le BPC « Tonnerre »	18
1.18. Renseignements supplémentaires	19
2. Analyse	21
2.1. Expertises	21
2.2. Séquence de l'évènement	23
2.3. Recherche des causes de l'incident	23
3. Conclusion	33
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'évènement	33
3.2. Causes de l'évènement	33
4. Recommandations de sécurité	35
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement	35
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'évènement	37

GLOSSAIRE

ALAT	aviation légère de l'armée de terre
ALAVIA	commandement de l'aéronautique navale
BPC	bâtiment de projection et de commandement
CAG	circulation aérienne générale
CAM	circulation aérienne militaire
CEMPN	centre d'expertise médicale du personnel navigant
CIPNH	consignes permanentes d'instruction du personnel navigant sur hélicoptère
DIRPONVOL	directeur de pont d'envol
EAALAT	école d'application de l'aviation légère de l'armée de terre
IP	instruction permanente
IPD	indicateur de pente de descente
IRBA	institut de recherche biomédicale des armées
ME	mécanicien d'équipage (armée de l'air)
ME φ2	mécanicien d'équipage breveté à l'instruction phase 2
MOS	membre opérationnel de soute
MVAVT	mécanicien volant d'aéronef à voilure tournante
N2C	qualification confirmée à l'appontage de nuit sur plateforme de type 2
N2I	qualification initiale à l'appontage de nuit sur plateforme de type 2
OQA	officier de quart aviation
PI	pilote instructeur
RAC	rotor anti-couple
RRT	ravitaillement rotor tournant
SCA	<i>ship control approach</i> - approche guidée depuis un navire
TAG	<i>touch and go</i> - poser et décoller
VSV	vol sans visibilité

SYNOPSIS

Date de l'évènement : 24 janvier 2017

Lieu de l'évènement : bâtiment de projection et de commandement (BPC) « Tonnerre » - au large de l'île du Levant (Var)

Organisme : armée de terre

Aéronef : Puma SA330 Ba

Nature du vol : instruction à l'appontage de nuit

Nombre de personnes à bord : 5

Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Le mardi 24 janvier, un SA330 Puma décolle depuis le BPC « Tonnerre » à 19h30 pour une séance de qualification initiale d'appontage de nuit sur plateforme *multispots* (N2I) au profit du pilote en formation.

Après trois « *touch and go* » (TAG) réalisés par le pilote en formation, le pilote commandant de bord, agissant comme pilote instructeur (PI), poursuit la séance par la démonstration d'un appontage « monomoteur simulé ».

En très courte finale, lors du *flare*¹, alors que le PI remet l'aéronef à plat, l'équipage ressent à 20h14 un contact anormal avec le pont. Il pose à l'entrée du spot 6 et coupe les moteurs. L'équipage sort inspecter l'appareil.

L'aéronef est endommagé. L'équipage est indemne.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un expert technique du BEAD-air.
- Un officier pilote ayant une expertise sur Puma.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur Puma.
- Un médecin breveté de médecine aéronautique.
- Un officier de marine ayant une expertise sur plateforme mobile.

Autres experts consultés

- Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA).
- DGA essais propulseurs / DAI / RESEDA.
- Airbus Helicopters.
- Safran helicopter engines.

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air est prévenu le mercredi 25 janvier 2017 à 11h00 par le bureau prévention et maîtrise des risques aéronautiques de l'aviation légère de l'armée de terre.

Le groupe d'enquête se réunit le jour même sur le BPC.

¹ Le *flare* est une manœuvre effectuée près du sol, qui consiste à diminuer la vitesse de translation de l'hélicoptère par l'arrondissement de la trajectoire et la diminution de son taux de chute.

PAS DE TEXTE

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Type de vol : circulation aérienne militaire à vue (CAM V)

Type de mission : instruction à l'appontage de nuit sur plateforme de type 2

Dernier point de départ : BPC « Tonnerre »

Heure de départ : 19h30

Point d'atterrissage prévu : BPC « Tonnerre »

1.1.2. Déroulement

Un détachement d'une unité de l'armée de terre effectue une campagne d'appontage à bord du BPC « Tonnerre ». La semaine précédente, une instruction sur les différents types de plateforme et les procédures d'appontage est réalisée par un instructeur au profit des pilotes de Puma concernés.

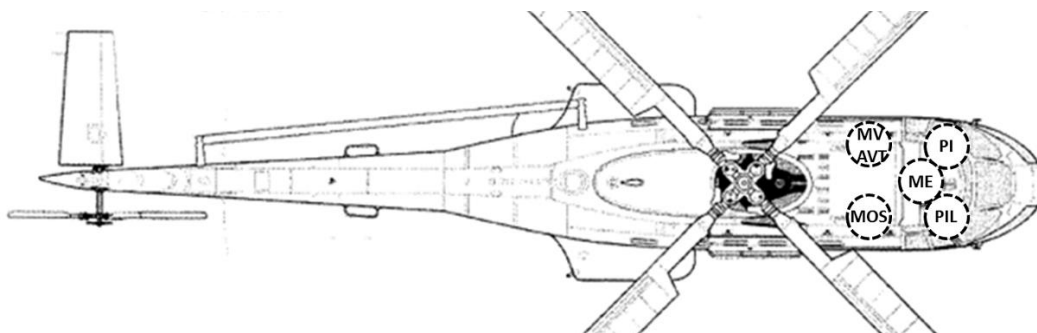
Deux pilotes de Puma sont en formation en vue d'une qualification initiale à l'appontage de nuit sur plateforme de type 2 (N2I)².

1.1.2.1. Préparation du vol

Le 24 janvier, une deuxième séance d'instruction est programmée sur le Puma n°1055 avec un changement intégral d'équipage rotor tournant à 19h10 et un ravitaillement rotor tournant (RRT).

L'équipage de la seconde rotation est constitué :

- du pilote (PIL) en formation (terre), en place droite ;
- d'un commandant de bord pilote instructeur (PI) (terre), en place gauche ;
- d'un mécanicien membre d'équipage (ME) (air), sur le strapontin ;
- d'un mécanicien volant d'aéronef à voilure tournante (MVAVT) référent (terre), en soute sur le siège biplace avant gauche ;
- d'un membre opérationnel de soute (MOS) (terre), en soute sur le siège biplace avant droit.



Position de l'équipage à bord du Puma

² Les niveaux de qualification et les programmes de formation associés sont définis par l'instruction permanente (IP) n° 62.0.05 ALAVIA/MDRA/NP du 29 juillet 2011 relative à l'appontage des pilotes d'hélicoptères.

Durant l'après-midi, le MVAVT enseigne au ME la procédure d'avitaillement rotor tournant.

L'ensemble de l'équipage assiste au briefing de pontée³ de 16h40 où six appontages et redécollages (*touch and go* - TAG), un guidage (*ship control approach* - SCA) et une percée de secours sont programmés. Ces exercices sont prévus sans utilisation du phare. A l'issue, l'instructeur détaille au pilote en formation et au mécanicien d'équipage la percée de secours et l'approche « monomoteur simulé » pour laquelle il souhaite faire une démonstration. Cette approche monomoteur n'est pas au programme N2I mais devra être maîtrisée par le pilote en formation pour la qualification confirmée N2C dont le test en vol est imminent.

A 19h05, l'équipage est prêt sur le pont d'envol et attend l'arrivée du Puma qui intervient avec une dizaine de minutes de retard. Le changement d'équipage est réalisé rotor tournant et l'avitaillement carburant est effectué par le ME de l'équipage montant. A 19h38, le pilote en formation décolle aux commandes du Puma.

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

Trois appontages et décollages sont effectués par le pilote en formation successivement sur les spots 5, 2 et 5. Ces trois TAG sont jugés techniquement satisfaisants par l'instructeur. Ce sont les premiers appontages de nuit réalisés par le ME. Il est aidé par le PI au cours des deux premiers circuits pour prendre le rythme de la séance. Au troisième tour, la synergie est jugée bonne par l'instructeur.

Le PI annonce qu'il effectuera la démonstration de l'appontage « monomoteur simulé » comme prévu lors de la préparation du vol. En fin de vent arrière, l'instructeur demande à l'officier de quart aviation (OQA) le spot 6 pour une approche monomoteur. L'OQA approuve. Le PI reprend les commandes en fin du tour de piste, à l'interception du faisceau vert de l'indicateur de pente de descente (IPD)⁴. A cet instant, le vent est faible, le roulis et le tangage sont nuls, le vent relatif annoncé est de 8 à 10 kt de secteur midi sur le pont. Le BPC fait route au cap 220° pour 3 kt.

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

Le pont d'envol étant à une hauteur de 21 m par rapport à la ligne de flottaison, la radiosonde est réglée sur 26 m. Le PI commente ses actions et ses repères pour le pilote en formation qui le suit par transparence aux commandes. Le plan est maintenu dans le secteur vert de l'IPD jusqu'en courte finale avec une vitesse indiquée (V_i) de 80 km/h.

Le ME annonce les hauteurs à partir de 60 m par rapport à la mer. Le PI quitte les indications de l'IPD pour se focaliser sur les repères du pont d'envol. La V_i est désormais de 70 km/h. En très courte finale, l'instructeur annonce le rapprochement du bateau en rappelant l'impression d'un « bateau qui saute aux yeux » briefée avant vol. Il effectue le cabrer.

Le ME annonce « cabrer 15° ». Sans l'entendre, le PI effectue une action aux commandes pour remettre l'hélicoptère à plat. Chaque membre d'équipage perçoit un bruit ou des vibrations indiquant un contact anormal avec le pont d'envol. Dans la continuité de son action, le PI pose le Puma, environ 1,5 m avant le spot 6. L'instructeur transfère les commandes au pilote en formation et contacte l'OQA pour couper les moteurs et constater les dégâts.

³ Le briefing de pontée, comprenant notamment un point météorologique, est le briefing des équipages par la plateforme mobile.

⁴ Cf. §1.18.2. Indicateur de pente de descente.

1.1.3. Localisation

- Lieu :
 - pays : France
 - coordonnées géographiques : N 43°00' / E 006°40'
 - hauteur du lieu de l'évènement : 21 m par rapport à la ligne de flottaison du BPC
- Moment : nuit
- Aérodrome le plus proche au moment de l'évènement : Hyères (LFTH)

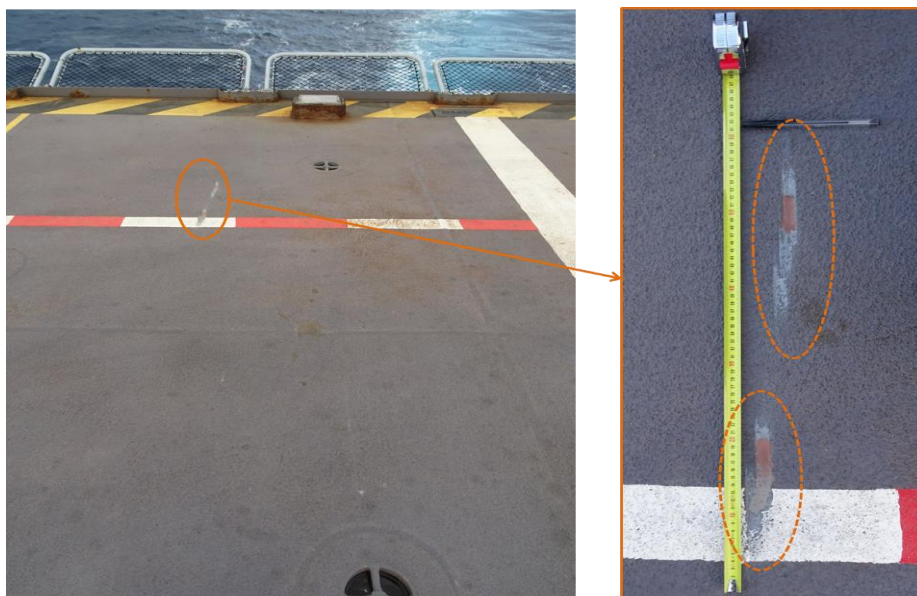
1.2. Dommages corporels

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			
Graves			
Légères			
Aucune	5		

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
Puma SA330			X	

1.4. Autres dommages



Vue des dommages sur le pont d'envol

Le contact de l'aéronef sur le pont d'envol a provoqué l'abrasion du revêtement « FERTEX » sur la partie arrière de la plateforme élévatrice de poupe. L'observation met en évidence deux zones. La première d'une dimension de 20 x 3 cm puis une autre de 18 x 4 cm.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1. Pilote instructeur

- Age : 34 ans
- Formation :
 - qualifications : Puma (2006), commandant de bord sur hélicoptère (2010), N1C⁵ (2013), moniteur hélicoptère de manœuvre (HM) (2015)
 - école de spécialisation : école d'application de l'aviation légère de l'armée de terre (EAALAT) du Cannet des Maures
 - année de sortie d'école : 2005
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Puma	sur tout type	dont Puma	sur tout type	dont Puma
Total (h)	2 421	2 011	87	87	5	5
Dont nuit	294	272	22	22	5	5

- Date du vol précédent comme pilote : 23 janvier 2017 (de nuit) sur Puma
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte verte VSV CAM/CAG⁶
 - date d'expiration : 31 mai 2017

1.5.1.2. Pilote en formation

- Age : 33 ans
- Formation :
 - qualifications : Puma (2008), chef de bord sur hélicoptère de manœuvre (2011), J2C⁷ (2013)
 - école de spécialisation : EAALAT du Cannet-des-Maures
 - année de sortie d'école : 2006

⁵ N1C : confirmé appontage de nuit sur plateforme de type 1 (*Single spot ship*).

⁶ VSV : vol sans visibilité - CAM : circulation aérienne militaire - CAG : circulation aérienne générale.

⁷ J2C : confirmé appontage de jour sur plateforme de type 2 (*Multiple spot ship*).

- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Puma	sur tout type	dont Puma	sur tout type	dont Puma
Total (h)	1 797	1 502	63	52	5	5
Dont nuit	380	332	20	19	1	1

- Date du vol précédent comme pilote : 23 janvier 2017 (de nuit) sur Puma
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte verte VSV CAM/CAG
 - date d'expiration : 30 avril 2017

1.5.1.3. Mécanicien d'équipage

- Age : 26 ans
- Formation :
 - qualification : mécanicien d'équipage breveté à l'instruction phase 2
 - école de spécialisation : escadron d'hélicoptères 01.067 « Pyrénées » de Cazaux
 - année de sortie d'école : 2016
- Heures de vol comme mécanicien d'équipage :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Puma	sur tout type	dont Puma	sur tout type	dont Puma
Total (h)	141	138	53	53	14	14
Dont nuit	21	19	9	9	1	1

- Date du vol précédent comme mécanicien d'équipage : 23 janvier 2017 (de jour) sur Puma

1.5.1.4. MVAVT

- Age : 34 ans
- Formation :
 - qualifications : MVAVT (2016), référent (2016)
 - école de spécialisation : école du matériel de Bourges
 - année de sortie d'école : 2012

- Heures de vol comme MVAVT :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont Puma	sur tout type	dont Puma	sur tout type	dont Puma
Total (h)	833	664	80	80	23	23
Dont nuit	244	204	25	25	12	12

- Date du vol précédent comme MVAVT : 23 janvier 2017 (de nuit) sur Puma

1.5.2. MOS

- Age : 28 ans
- Formation :
 - qualifications : chef de soute (2009), aide treuilliste (2010), aérocordage (2013), tireur (2015)
- Heures de vol comme MOS :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont (type d'aéronef concerné)	sur tout type	dont (type d'aéronef concerné)	sur tout type	dont (type d'aéronef concerné)
Total (h)	769	769	89	89	12	12
Dont nuit	172	172	17	17	1	1

- Date du vol précédent comme MOS : 23 janvier 2017 (de nuit) sur Puma

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de terre
- Commandement organique d'appartenance : aviation légère de l'armée de terre
- Type d'aéronef : Puma SA330 Ba
 - configuration : transport de troupes avec 1 réservoir carburant auxiliaire plein (450 L), au centre arrière de la soute
 - armement : néant

- caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	SA330 Ba	1055	EMJ ⁸ : 2 260	VP ⁹ : 516
Moteur 1	Turmo III C4	2010	RG ¹⁰ : 263	-
Moteur 2	Turmo III C4	2100	RG : 1 739	-

1.6.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme au programme de maintenance en vigueur¹¹.

1.6.2. Performances

Aucune limitation particulière des performances n'a été relevée.

Aucune réserve de vol ou utilisation de la liste de tolérances techniques et d'exploitation (LTTE) n'a été mentionnée.

1.6.3. Masse et centrage

Le centrage retenu par l'équipage est dans les normes, suite aux calculs effectués par le mécanicien navigant et son référent au début du vol :

- masse : 6 000 kg ;
- centrage : 4,73 mètres.

Les calculs effectués a posteriori montrent que le centrage est resté dans les limites de certification (entre 4,50 m et 4,95 m) durant le vol.

1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : F-34
- Quantité de carburant au décollage : 2 000 L
- Quantité de carburant restant au moment de l'évènement : 1 600 L

⁸ EMJ : entretien majeur.

⁹ VP : visite périodique.

¹⁰ RG : révision générale.

¹¹ La navigabilité des Puma de l'ALAT relève de la réglementation FRA.

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions

Au cours du briefing de pontée, les éléments météorologiques suivants sont fournis aux équipages : vent 190° 8 kt, visibilité 10 Nm, nébulosité éparse à 6 000 ft, température de l'air 14,5°C, pression atmosphérique (QNH) 1 017 hPa, mer belle (hauteur des vagues comprise entre 0,1 et 0,5 m), température de la mer 14°C, nuit noire (niveau 5) avec un coucher du soleil à 17h38 (l'évènement se produit à 20h14).

1.7.2. Observations

En soirée, les observations sont conformes aux prévisions. Le pont d'envol est de couleur « azur »¹².

1.8. Aides à la navigation

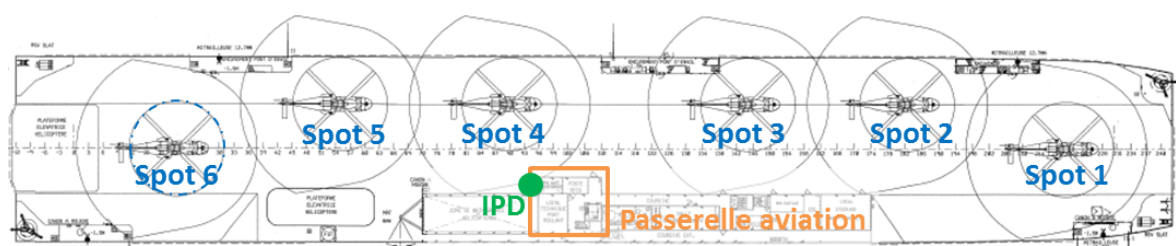
Sans objet.

1.9. Télécommunications

Durant le vol, l'équipage est en liaison VHF¹³ avec la passerelle aviation.

1.10. Renseignements sur la plateforme

Les équipements et caractéristiques des installations du BPC sont conformes à l'instruction sur les limitations de mise en œuvre des hélicoptères à bord des bâtiments de surface¹⁴. Au moment de l'évènement, le BPC est organisé pour l'activité aviation sans dérogation. Il suit un cap 220° et a un roulis et un tangage nuls. Le vent relatif enregistré est de 9 kt de secteur 1 heure.



Vue du pont d'envol

¹² La couleur « azur » correspond à un plafond supérieur à 1 000 pieds et une visibilité supérieure à 4,5 milles nautiques. Ceci signifie que les hélicoptères rallient à vue.

¹³ VHF : *very high frequency* - très haute fréquence.

¹⁴ Instruction n°1/DEF/EMM/BPROG/NP du 11 septembre 2014.

1.11. Enregistreurs

Le Puma n'est pas équipé d'enregistreur de bord.

Le contact du Puma avec le pont d'envol a été filmé par deux caméras à bord du BPC dont une caméra infrarouge.

Un dispositif portable numérique enregistre l'ambiance sonore au sein de la passerelle. Cet enregistreur pallie une panne du système d'enregistrement des radiocommunications du central opérations.

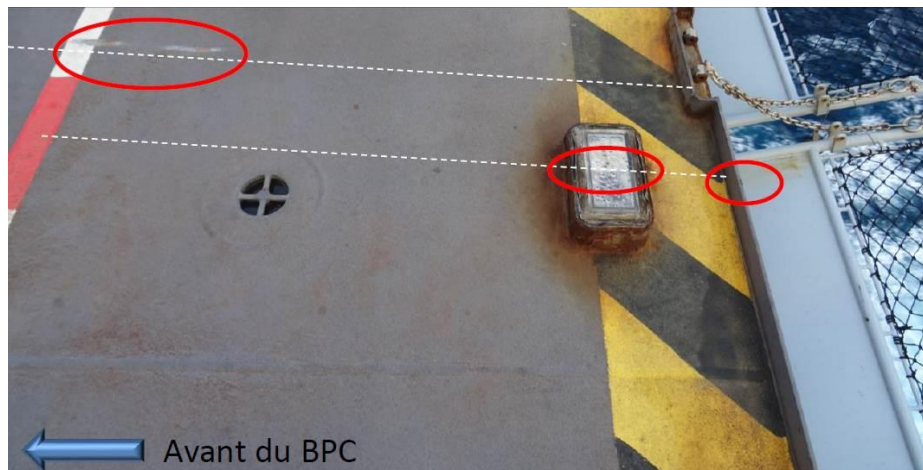
1.12. Renseignements sur l'impact et sur l'aéronef

1.12.1. Examen de la zone

Des marques sont relevées sur la plateforme élévatrice à proximité du spot 6. Outre les traces d'abrasion du revêtement de la plateforme (cf. §1.4), des marques sont visibles sur le balisage d'entrée de pont et sur le franc bord.



Vue de l'arrière du pont d'envol



Vue des traces au seuil de la plateforme élévatrice

1.12.2. Examen de l'aéronef

L'hélicoptère a subi de nombreux dommages :

- déformation de la partie inférieure de l'extrémité de la poutre de queue ;
- matage et abrasion de la béquille de protection du rotor anti-couple (RAC) ;
- arrachement de la ferrure inférieure de fixation de la béquille et déformation et criques de sa structure d'attache ;
- érosion des têtes de vis en extrémité des cinq pales du RAC et début de décollement des pales jaunes et bleues.

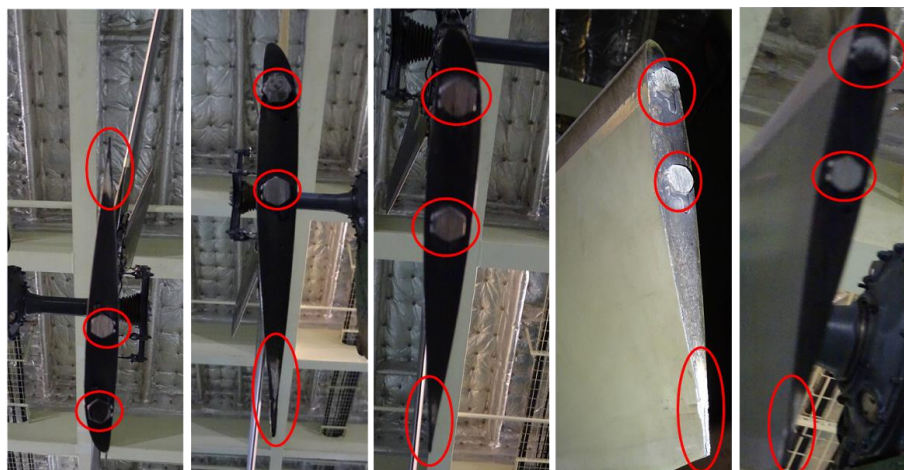


Poutre de queue et béquille



Béquille

Pale blanche n°20218	Pale noire n°21991	Pale rouge n°22801	Pale jaune n°20948	Pale bleue n°23525
----------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------



Pales du RAC

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1. Membres d'équipage de conduite

1.13.1.1. Pilote instructeur

- Dernier examen médical¹⁵ :
 - type : visite systématique en unité (référence : CEMPAN du 21 décembre 2015, apte 24 mois)
 - date : 20 décembre 2016
 - résultat : apte sans restriction
 - validité : 6 mois
- Examens biologiques : non effectués
- Blessure : aucune

1.13.1.2. Pilote en formation

- Dernier examen médical :
 - type : visite systématique en unité (référence : CEMPAN du 29 mars 2016, apte 12 mois¹⁶)
 - date : 12 septembre 2016
 - résultat : apte sans restriction
 - validité : 6 mois
- Examens biologiques : non effectués
- Blessure : aucune

1.13.1.3. Mécanicien d'équipage

- Dernier examen médical :
 - type : visite systématique en unité (référence : CEMPAN du 31 janvier 2015, apte 24 mois)
 - date : 12 juillet 2016
 - résultat : apte sans restriction
 - validité : 6 mois (jusqu'au 31 janvier 2017)
- Examens biologiques : non effectués
- Blessure : aucune

1.13.1.4. MVAVT

- Dernier examen médical :
 - type : visite en CEMPAN
 - date : 23 novembre 2016
 - résultat : apte sans restriction
 - validité : 24 mois
- Examens biologiques : non effectués
- Blessure : aucune

¹⁵ Selon instruction n°3300/DEF/EMAT/OAT/BEMP du 8 octobre 2014 relative à l'aptitude médicale des spécialistes navigants et non navigants liés à la mise en œuvre des aéronefs habités et non habités de l'armée de terre.

¹⁶ Par dérogation valable jusqu'au 30 avril 2017 avec surveillance annuelle au CEMPAN.

1.13.2. MOS

- Dernier examen médical :
 - type : visite systématique en unité
 - date : 7 mars 2016
 - résultat : apte sans restriction
 - validité : 24 mois
- Examens biologiques : non effectués
- Blessure : aucune

1.14. Incendie

Néant.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

Sans objet.

1.16. Essais et recherches

Airbus Helicopters a été consulté pour préciser la cinématique de la béquille au cours de l'évènement.

Une analyse des facteurs organisationnels et humains a été réalisée par le BEAD-air en liaison avec l'IRBA.

1.17. Renseignements sur le BPC « Tonnerre »

Deuxième bâtiment de la série des bâtiments de projection et de commandement de type « Mistral », le « Tonnerre » a été admis au service actif le 1^{er} juillet 2007. Il est à la fois :

- un porte-hélicoptères ;
- un hôpital ;
- un bâtiment capable de transporter des troupes et de les projeter grâce aux engins de débarquement amphibies ;
- une plateforme de commandement ;
- occasionnellement un bâtiment école.

Sa capacité d'embarquement est de 16 hélicoptères d'assaut et son pont d'envol de 5 200 m² permet d'accueillir simultanément jusqu'à 6 hélicoptères de tout type en service au sein de l'organisation du traité de l'atlantique nord (OTAN). Il est équipé de deux plateformes élévatrices pour une gestion optimisée du flux opérationnel des hélicoptères vers un hangar dédié de 1 800 m², équipé d'ateliers dimensionnés pour tout type d'opérations de maintenance.

L'activité aéronautique à bord du BPC « Tonnerre » relève du règlement de manœuvre pour la mise en œuvre des hélicoptères à bord des bâtiments de projection et de commandement de type « Mistral » (instruction permanente (IP) n°62.0.09 ALAVIA/MDRA/NP du 3 décembre 2014).

En ce qui concerne l'activité aérienne et la sécurité aéronautique, le commandant du BPC est assisté de plusieurs officiers.

Le commandant adjoint opérations (COMOPS) dirige les missions assignées au BPC. A ce titre, il coordonne les différentes missions, y compris celles concernant l'activité aérienne de la plateforme.

Le commandant adjoint aviation (COMAVIA) prend en compte tous les éléments concourant directement ou indirectement à assurer la sécurité des vols. Il est particulièrement chargé de veiller au respect des procédures de mise en œuvre des hélicoptères sur le pont et dans le volume aviation.

Les chefs de détachement sont placés sous l'autorité du COMAVIA. Ils le conseillent dans tout ce qui a trait à la mise en œuvre et aux missions de leurs aéronefs. Ils conservent personnellement leurs attributions en matière de sécurité aéronautique et d'expertise pour les aéronefs qu'ils mettent en œuvre.

L'officier pont d'envol - hangar (PEH) assiste l'officier aviation pour la circulation sur le pont et dans les hangars des aéronefs embarqués. Pour faire respecter la chronologie prévue pour la mise en œuvre des aéronefs, il dispose de directeurs de pont d'envol (DIRPONVOL) et de leur équipe.

L'officier de quart aviation (OQA) met en œuvre la passerelle aviation. Il assure le contrôle des aéronefs évoluant à vue, aux abords du BPC. Il tient compte de la limitation de son champ visuel dans la tour, imposée par la disposition des locaux. En conséquence, il ne peut gérer efficacement que le trafic sur bâbord de l'îlot.

L'officier chef du quart (OCDQ) supervise les mouvements des hélicoptères sur le pont et les manœuvres pour permettre leur mise en œuvre. Aucun mouvement ne peut être exécuté sans son ordre ou autorisation. Il détermine la route et la vitesse du bâtiment pour les manœuvres et mouvements de l'hélicoptère et il précise à l'OQA les conditions nautiques correspondantes. Il autorise ou interdit l'exécution des manœuvres liées aux déplacements à bord, aux décollages et appontages. Il ne peut qu'exceptionnellement revenir sur une autorisation et doit aussitôt prévenir l'OQA. Il décide de la couleur du pont et en informe le commandant.

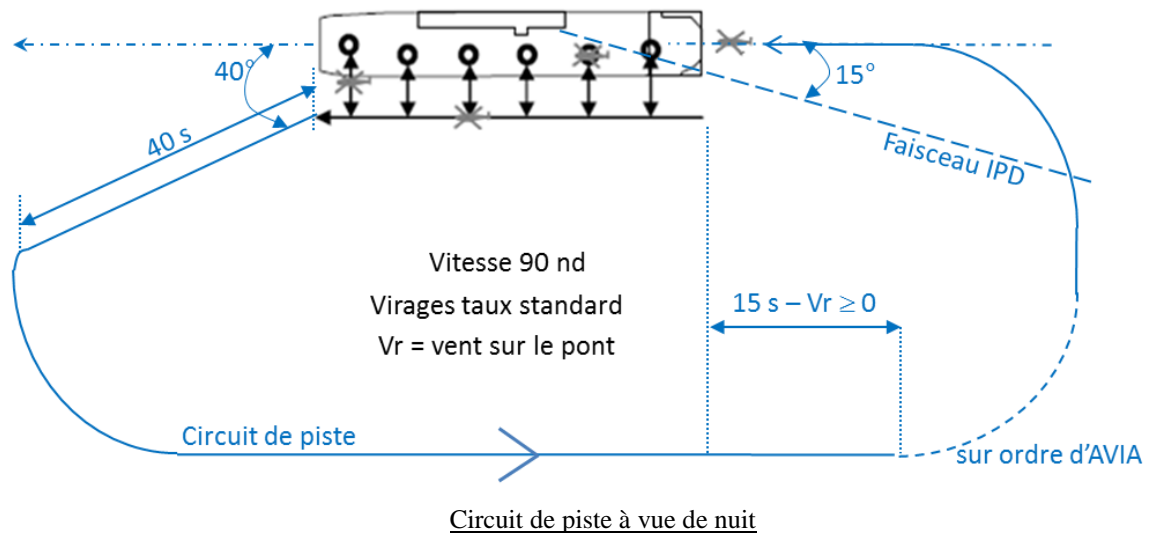
1.18. Renseignements supplémentaires

1.18.1. Circuit de piste avec présentation dans l'axe (vent de secteur midi)

Le circuit est effectué à 300 ft, 90 kt, à vue du BPC. Il est calibré pour être réalisé en 2 min 30 s et comprend les phases de décollage, de vent arrière et d'appontage. Il est contrôlé par l'OQA. La branche vent arrière s'effectue sur bâbord.

En finale, l'hélicoptère se met aux ordres du DIRPONVOL pour la phase appontage.

De nuit, ce circuit est autorisé uniquement aux hélicoptères disposant d'une tenue automatique d'altitude (RADALT) ou équipés d'une radio sonde.



Nota :

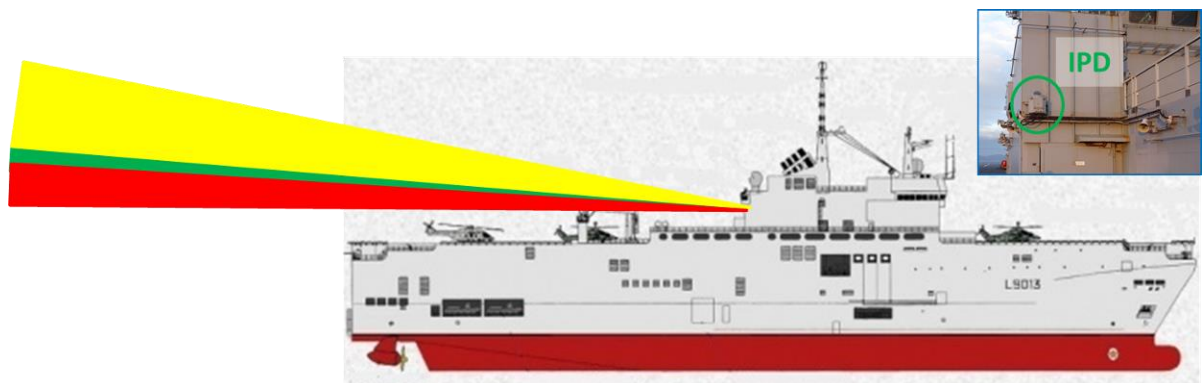
- les points de report sont : début de vent arrière, fin de vent arrière, étape de base, dernier virage et finale ;
- les aéronefs ne sont autorisés à poursuivre en étape de base que sur accord de l'OQA.

1.18.2. Indicateur de pente de descente (IPD)

L'indicateur de pente de descente donne aux pilotes une indication de secteur par rapport à une pente déterminée stabilisée en roulis et en tangage. Ce plan est réglable entre 2° et 5° au-dessus de l'horizon et était réglé à 4° au moment de l'évènement. L'ouverture en gisement du faisceau est de 15° de part et d'autre de l'axe d'approche. Cet axe est réglable de 0° à 90° de part et d'autre de l'axe du BPC et était réglé à 0° au moment de l'évènement.

Quand le pilote est dans le faisceau, il perçoit un signal de couleur verte aux abords du plan déterminé (ouverture en site de $2^\circ \pm 2\%$), jaune clignotant au-dessus et rouge clignotant en-dessous.

La portée maximale de nuit du signal est 3 Nm et l'intensité lumineuse était réglée aux environs de 20 % au moment de l'évènement.



Modélisation du faisceau de l'IPD

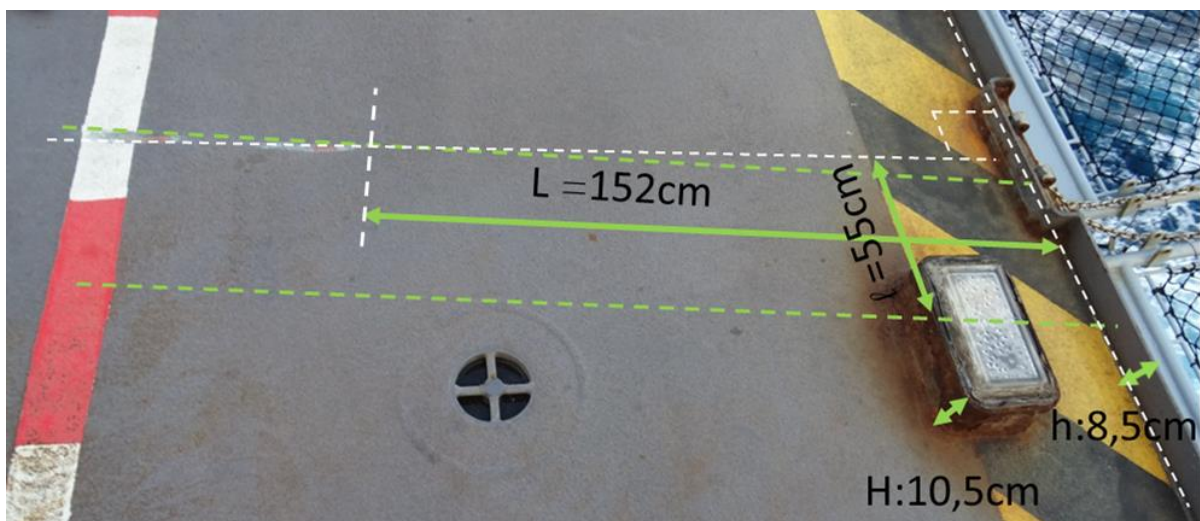
2. ANALYSE

L'analyse qui suit se décompose en trois parties. La première synthétise les résultats des différentes expertises. La deuxième décrit la séquence de l'évènement. La troisième cherche à identifier les causes de cet incident.

2.1. Expertises

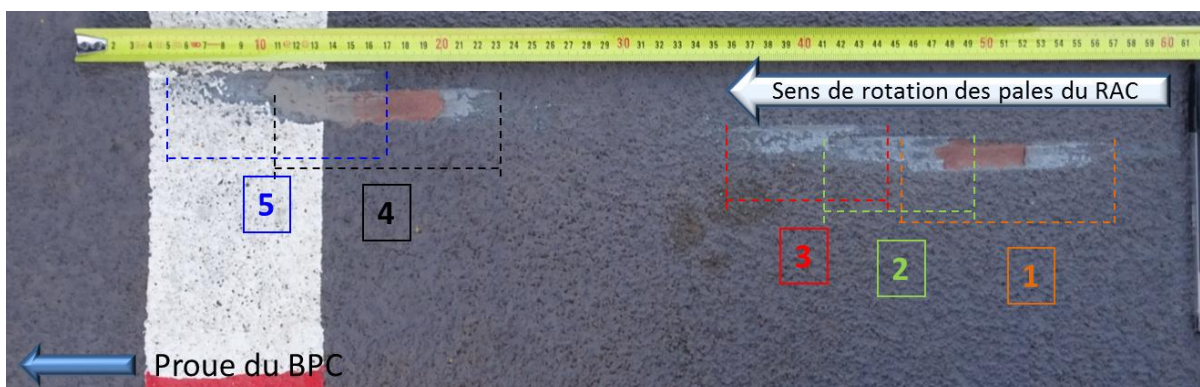
2.1.1. Pont d'envol

L'entraxe des marques relevées sur le pont est cohérent avec celui de la béquille et des pales du RAC (dont le débattement peut varier entre 25 et 72,5 cm).



Entraxe des traces

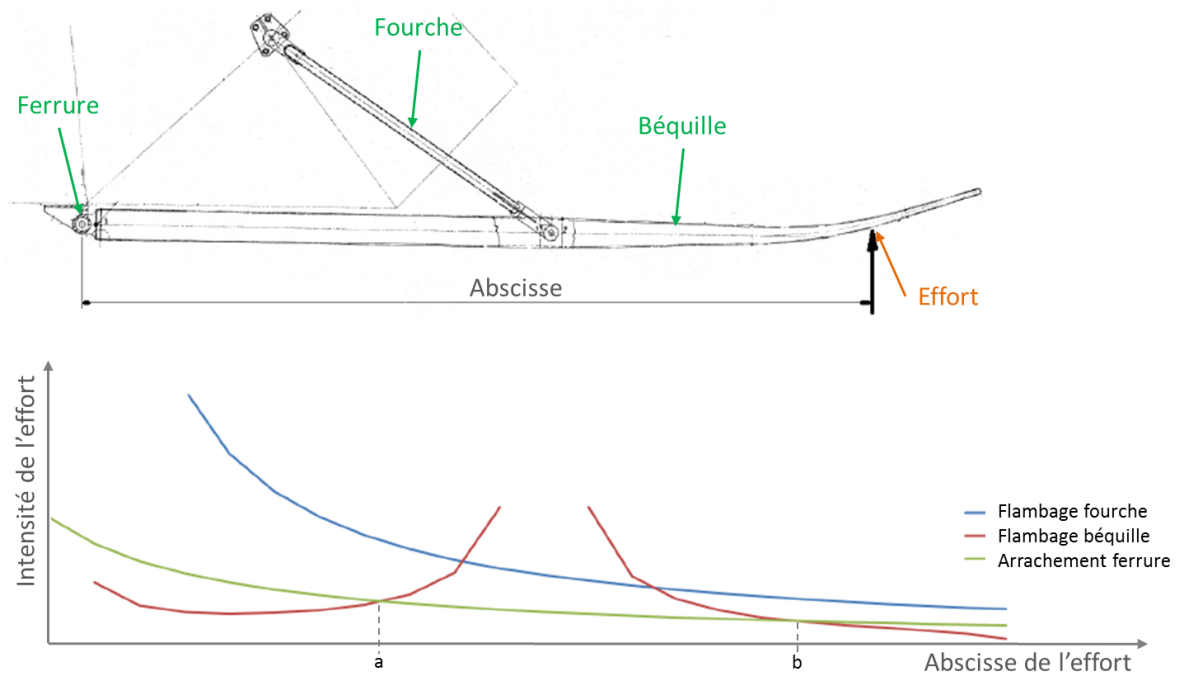
Les traces d'abrasion du revêtement « FERTEX » du pont d'envol sont dues au contact des extrémités des cinq pales du RAC avec le pont. L'angle de l'assiette à cabrer du Puma est alors d'au moins 15°.



Marquage du pont d'envol par les pales du RAC

La béquille heurte le seuil de la plateforme élévatrice, puis le RAC touche le pont.

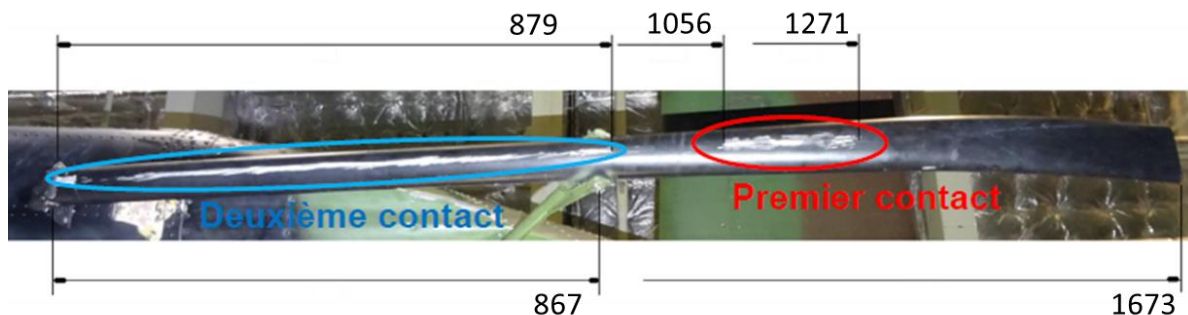
2.1.2. Cellule



Effets structuraux d'efforts appliqués à la béquille

La modélisation en poutre de la béquille permet de déterminer l'intensité d'un effort à appliquer en une abscisse donnée pour obtenir une rupture structurale. Il existe une zone d'application de l'effort au voisinage de la fourche (située entre les points a et b du graphique) pour laquelle un effort excessif produit l'arrachement de la ferrure. En dehors de cette zone moyenne, c'est le flambage de la béquille qui se produit.

Pour un effort oblique correspondant à un angle de cabrer de 15°, les valeurs de a et b sont de l'ordre de 600 et 1 300 mm.

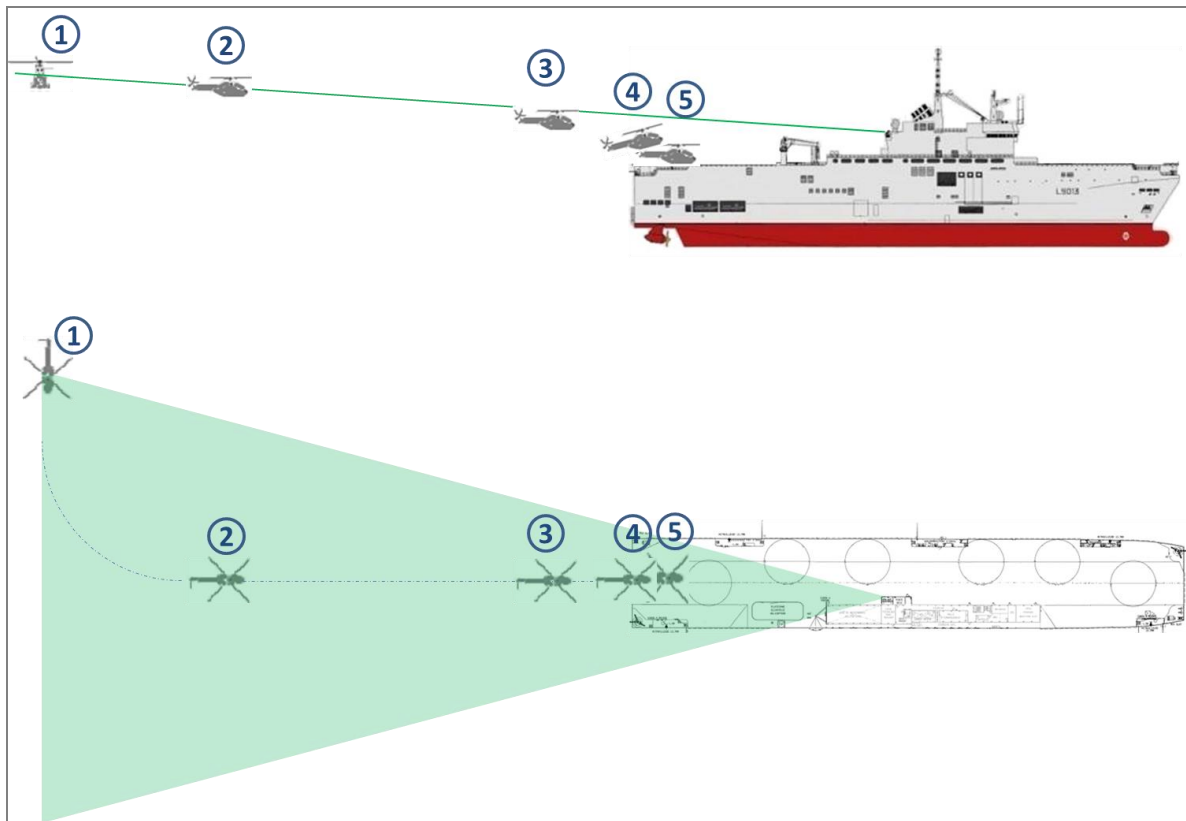


Marquage de la béquille par le pont d'envol (cotes en mm)

La béquille a heurté le pont en arrière de la fourche provoquant l'arrachement de la ferrure et le repli de la béquille contre la poutre de queue. Un second contact avec le pont (en fait le feu de pont) a imprimé la forme de la béquille dans la poutre.

En heurtant le pont d'envol, la béquille s'est partiellement arrachée et a endommagé la poutre de queue.

2.2. Séquence de l'évènement



Reconstitution de l'approche

1	Le PI prend les commandes à l'intersection du secteur vert de l'IPD.
2	Le PI met le Puma en descente dans le secteur vert de l'IPD. Le ME annonce les hauteurs.
3	Le PI dirige le Puma en direction du spot 6.
4	Le PI exécute le <i>flare</i> . Le ME annonce « cabrer 15° » sans être entendu par le PI. Le PI remet le Puma à plat.
5	La béquille du Puma heurte le seuil de la plateforme élévatrice et s'arrache en partie. Le RAC touche le pont d'envol. L'équipage a conscience d'un contact anormal. Le PI pose le Puma.

2.3. Recherche des causes de l'incident

2.3.1. Causes techniques

L'approche monomoteur est simulée par la limitation de la puissance à un niveau de pas dit « pas refuge ». Ce pas est calculé préalablement à partir du pas en stationnaire dans l'effet de sol (DES).

Lors de l'évènement, le pilote considère avoir disposé de la puissance attendue lors de son action sur le pas général. L'équipage n'a relevé aucun paramètre moteur anormal avant l'appontage.

Les dommages constatés sur l'aéronef sont consécutifs à l'évènement.

L'incident n'a pas d'origine technique.

2.3.2. Causes environnementales

Les conditions aérologiques et de mer étaient favorables.

Les conditions environnementales ne sont pas à l'origine de l'évènement.

2.3.3. Causes relevant des facteurs organisationnels et humains

2.3.3.1. Nature de la mission

Il s'agit d'un vol d'instruction au profit du pilote en formation en vue d'une qualification initiale à l'appontage de nuit sur plateforme *multispots* (N2I).

Lors de ce vol plusieurs exercices d'appontage et une démonstration de panne sont planifiés et briefés. L'instructeur a décidé de faire une démonstration à l'appontage en « monomoteur simulé ». Cette démonstration n'est pas prévue au programme N2I, mais l'ajout de cet exercice est cohérent dans la perspective de la qualification N2C. Il a bien été annoncé lors de la préparation du vol.

L'appontage de nuit en monomoteur est une compétence reconnue comme étant l'une des plus difficiles à acquérir.

La démonstration de l'appontage de nuit en monomoteur, annoncée lors de la préparation du vol, est réalisée au profit du pilote en formation afin de lui permettre d'anticiper les difficultés d'un exercice qu'il devra réaliser pour l'obtention de sa qualification N2C.

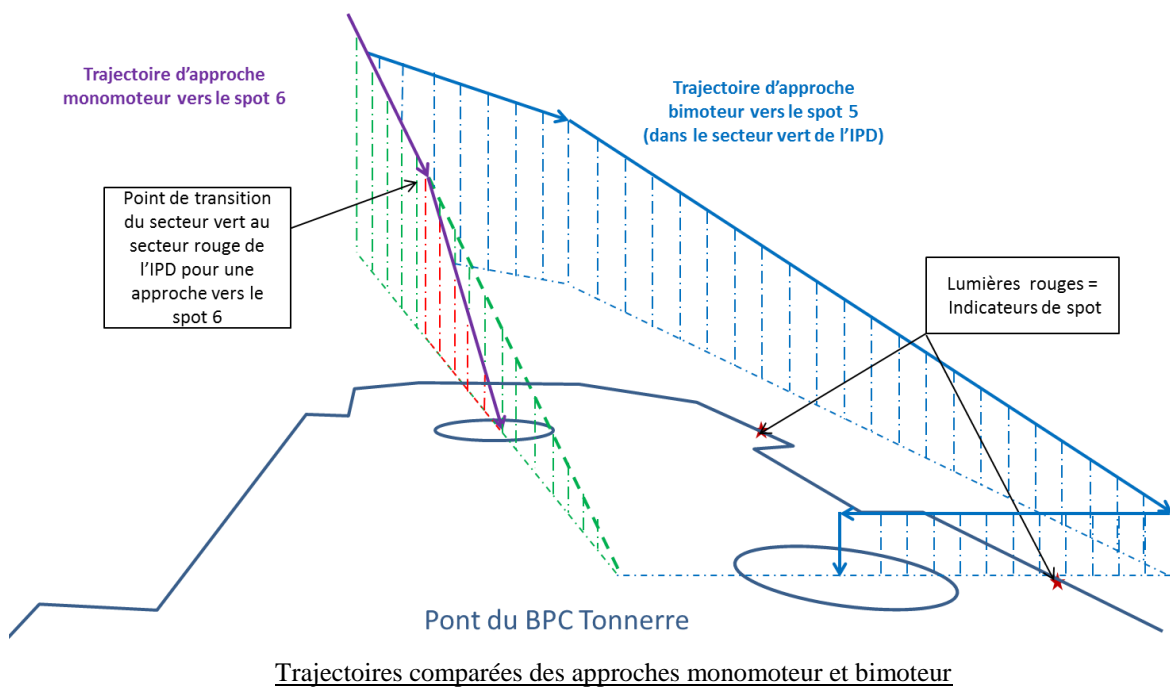
2.3.3.2. Repères visuels

La procédure bimoteur d'appontage sur le BPC « Tonnerre » permet aux pilotes de toujours disposer d'une aide visuelle en approche finale. Ils suivent d'abord le secteur vert de l'IPD qui les mène jusqu'au travers du spot 5, au-dessus de l'eau, puis les indications des bâtonnets lumineux du DIRPONVOL pour la translation à l'issue d'un stationnaire.

L'impossibilité d'assurer systématiquement un stationnaire en configuration monomoteur impose une trajectoire d'approche finale directe vers le spot 6 en « pont libre »¹⁷. La partie haute du secteur vert de l'IPD, à la limite du secteur ambre, est à suivre jusqu'à la proximité du pont où la fin de la procédure est réalisée sans repères visuels standardisés et sans aide du DIRPONVOL.

¹⁷ Une procédure « pont libre » consiste à effectuer soit un appontage sans aide du DIRPONVOL, ni utilisation de cales ou de saisines, soit un décollage sans guidage du DIRPONVOL. Cette procédure est utilisée lors de mises en œuvre sous jumelles de vision nocturne ou d'hélicoptères lourds, en entraînement à certaines pannes ou sur demande d'un pilote ayant signalé une situation d'urgence.

Le spot 6, comme les autres spots, n'est matérialisé que par un feu rouge sur le travers bâbord en bordure de pont, conçu et positionné avant tout pour les approches bimoteur. Son acquisition visuelle par les pilotes en approche monomoteur est rendue difficile du fait de la trajectoire d'arrivée.



Lors de l'évènement, le vol se déroule par nuit noire (niveau 5), ce qui renforce la difficulté à trouver des repères visuels. La bascule entre les repères de l'IPD et les références extérieures est faite en courte finale, ce qui laisse de très faibles marges de manœuvre aux pilotes.

La panne d'un moteur correspond à une situation d'urgence qui réduit les capacités de l'aéronef et sollicite fortement les ressources cognitives de l'équipage. En l'absence de DIRPONVOL, l'approche monomoteur offre moins de repères visuels aux pilotes pour un poser ponctuel.

L'absence d'aide visuelle à l'appontage dans la phase finale et le court délai dont dispose l'équipage pour acquérir les repères visuels en quittant les indications de l'IPD sont des facteurs contributifs de l'évènement.

2.3.3.3. Démonstration avec un équipage peu expérimenté

Le PI est considéré comme un pilote expérimenté. Il est pilote instructeur avec 2011 heures de vol sur Puma dont 272 heures de nuit. Il s'entraîne régulièrement à cet exercice. Malgré sa forte expérience, ce pilote considère cet exercice comme l'un des plus difficiles à réaliser.

La veille, à l'occasion de la prorogation de sa qualification N2C, le PI a réalisé un appontage « monomoteur simulé ». Lors de ce vol, le vent relatif était plus fort (30 kt contre 10 kt). La manœuvre était ainsi facilitée par la moindre vitesse de l'hélicoptère par rapport au BPC. Le PI n'a rencontré aucune difficulté pour exécuter la manœuvre, ce qui a pu renforcer sa confiance en lui.

Outre le pilote en formation à l'appontage de nuit, l'équipage de conduite est constitué d'une seconde personne à l'instruction : le mécanicien d'équipage, à l'instruction phase 2 (ME φ2)¹⁸.

Le ME totalise 138 heures de vol sur Puma dont 19 heures de nuit. Son affectation à l'unité quatre mois plus tôt est la première en unité opérationnelle. Sur ses 138 heures de vol, seules 53 heures ont été réalisées dans le dernier semestre. Il n'a pas d'expérience sur la procédure d'appontage en « monomoteur simulé ».

Bien que la manœuvre soit connue de façon théorique par le pilote en formation et le ME, leur manque d'expérience ne leur permet pas de participer activement au contrôle croisé au sein de l'équipage. Le MVAVT référent, assis en soute, n'a aucun visuel sur les instruments de vol et ne peut donc pas exercer un rôle de supervision.

La décision que prend le PI de réaliser la démonstration d'un appontage de nuit en « monomoteur simulé » avec un équipage aussi peu expérimenté dans des conditions de nuit noire (sans horizon) démontre une évaluation incomplète du risque. Sa forte expérience et la réussite de l'exercice la veille ont pu lui conférer un sentiment de confiance à l'origine d'une baisse de sa vigilance vis-à-vis du risque que présente cet exercice.

Le PI sous-évalue le risque que présente l'exécution d'un tel exercice avec un équipage aussi peu expérimenté.

2.3.3.4. Expérience du ME

Pour la démonstration, le PI se guide avec les secteurs de l'IPD qu'il quitte à proximité du pont avec très peu de références visuelles et peu de temps avant de débiter le *flare*. Pendant ce temps, le pilote en formation est concentré à suivre par transparence les actions de l'instructeur et à écouter ses commentaires. Il délaisse son rôle de surveillance et ne recherche pas de potentiels écarts. Seul le ME est alors en mesure de s'assurer que le PI a une bonne conscience de la situation et de détecter un éventuel écart à la situation attendue par la lecture et l'interprétation des instruments.

Lors de l'annonce des hauteurs lues à la radiosonde, le ME détecte une augmentation du taux de descente entre 45 et 30 m. Il n'est pas certain de constater un écart et cherche une contre-vérification par une boucle visuelle sur les instruments. N'ayant pas l'expérience de l'exercice, il n'alerte pas le PI afin de ne pas le perturber. Il constate alors un cabrer important de 15° qu'il annonce sans volonté d'interpeller les membres d'équipage. Dépassé par la vitesse de l'exercice, il n'a pas été en mesure d'identifier et d'analyser rapidement les paramètres essentiels permettant d'anticiper un écart et d'en avertir le pilote.

Le manque d'expérience du ME sur l'exercice est un facteur contributif de l'évènement.

¹⁸ Phase d'instruction post-brevet.

2.3.3.5. Rôle du MVAVT référent

Selon les consignes permanentes d'instruction du personnel navigant sur hélicoptères (CPIPANH)¹⁹, le ME φ2 est obligatoirement encadré par un mécanicien d'équipage instructeur (§ 2264). Dans le cas présent, cet encadrement est assuré par un MVAVT référent (terre).

L'armée de l'air considère que la phase 2 d'instruction « permet au ME nouvellement breveté de vieillir et de mûrir en vue d'accéder à la fonction de mécanicien d'équipage opérationnel (MEO) et de participer en autonome aux missions de l'unité » (§ 2261). L'armée de l'air et l'armée de terre interprètent ce texte de manière différente.

L'interprétation communément admise au sein des unités de l'aviation légère de l'armée de terre (ALAT) de ce § 2261 est que la phase 2 d'instruction permet au ME nouvellement breveté :

- de vieillir ;
- de mûrir en vue d'accéder à la fonction MEO ;
- et de participer en autonome aux missions de l'unité.

Pour l'armée de l'air, la phase 2 d'instruction permet au ME nouvellement breveté :

- de vieillir ;
- et de mûrir, en vue :
 - d'accéder à la fonction MEO ;
 - et de participer en autonome aux missions de l'unité.

Ainsi, à la lecture du texte, les unités de l'ALAT considèrent que le ME est apte à participer en autonomie aux missions de l'unité alors que l'armée de l'air estime qu'il ne l'est pas encore. La notion d'encadrement prévue au § 2264 est interprétée par les unités de l'ALAT comme du conseil et nullement comme de la supervision dans les tâches courantes comme le considère l'armée de l'air.

Les unités de l'ALAT ont une lecture des conditions de supervision du ME par le MVAVT référent divergente de l'esprit dans lequel l'armée de l'air les a conçues.

2.3.3.6. Manque de prise en compte de l'expérience du ME

La mission du soir devant commencer par un RRT que n'a jamais effectué le ME jusqu'ici, le MVAVT référent réalise un briefing spécifique sur le sujet. L'exercice d'appontage « monomoteur simulé » n'y est pas abordé. En effet, les tâches attendues portent sur la supervision de paramètres et sont jugées acquises. Les paramètres clés et les valeurs limites associées n'ont donc pas été abordées avant le vol par le MVAVT référent.

Les potentielles difficultés rencontrées par le ME à l'instruction, lors de la démonstration de la manœuvre inédite pour lui, n'ont pas été suffisamment anticipées par le MVAVT référent.

¹⁹ CPIPNH n°107/CFA/EM/BAAP du 28 juin 2016.

2.3.3.7. Synergie au sein de l'équipage

Alors que tous les autres membres d'équipage ont pris leur place à bord lorsqu'il réalisait le RRT, le ME embarque en dernier à bord du Puma et s'intègre tardivement dans le travail en équipage en enchaînant directement par les vérifications avant stationnaire. Il ne bénéficie pas de sa routine habituelle pour s'accorder au rythme des pilotes. N'ayant pas eu le temps de prendre ses marques, il éprouve un sentiment d'inconfort mais ne l'exprime pas, ne souhaitant pas faire perdre du temps à l'équipage. A partir de cet instant, il peine à se synchroniser avec le rythme au sein du cockpit.

Lors des deux premiers tours de piste, le ME peine à trouver sa place. Il fait des annonces inutiles ou à un moment inadapté. Avec l'aide du PI, il corrige progressivement ses erreurs.

Au troisième tour de piste, alors que le ME commence à peine à être à l'aise au sein de l'équipage, le PI décide de faire au tour suivant la démonstration de l'appontage « monomoteur simulé », manœuvre que le ME n'a jamais pratiquée. Celui-ci sort alors à nouveau de sa zone de confort. Sous stress et en perte de confiance ponctuelle, le ME n'est pas en mesure d'assurer pleinement sa fonction de surveillance.

La décision du PI de réaliser la démonstration d'un exercice complexe aussi rapidement au cours du vol, alors que le ME n'est pas encore en pleine confiance, est un facteur contributif de l'évènement.

2.3.3.8. Prise en main de l'hélicoptère par le PI

Durant les trois premiers tours de piste, le pilote en formation a les commandes. Au début du quatrième tour, le PI informe son équipage et l'OQA de sa décision de réaliser la démonstration d'une approche « monomoteur simulé » et ne prend les commandes qu'à l'interception du secteur vert de l'IPD, en fin d'étape de base. Il est alors à une hauteur de 90 m. Il a donc les commandes durant moins d'une minute avant de débiter le *flare*.

Le PI a pris les commandes pour exécuter la démonstration sans s'accorder un temps suffisant d'accoutumance au pilotage avant de commencer la phase la plus difficile. Cette prise en main tardive peut avoir contribué à l'évènement.

2.3.3.9. Charge cognitive

L'unité est composée d'équipages de l'armée de terre et de l'armée de l'air interopérables depuis 2014. Les normes d'exploitation sont celles de l'armée de terre et sont décrites dans le manuel d'emploi de l'armée de terre (MANEX).

Dans l'équipage, seul le ME est un personnel de l'armée de l'air. Les attentes vis-à-vis d'un mécanicien navigant de l'armée de terre et de l'armée de l'air divergent quelque peu, notamment lors de l'atterrissage. Selon les normes d'exploitation de l'armée de terre, le MVAVT doit, en parallèle d'une supervision des paramètres, annoncer la hauteur selon un rythme qu'il juge adapté. L'objectif est de permettre ainsi au pilote d'obtenir une information continue de sa hauteur.

Le ME, dont les compétences sont encore en cours d'acquisition, n'a pas été initialement formé à réciter les paramètres au cours de l'approche. C'est donc une tâche supplémentaire qu'il doit assurer en même temps qu'une surveillance d'autres paramètres comme la vitesse ou l'assiette, lors d'une procédure qu'il n'a jamais pratiquée. Ce manque d'expérience lui demande donc de mettre en jeu des ressources cognitives importantes.

Par ailleurs, l'exercice est une démonstration, ce qui signifie que le pilote en formation n'a pas d'expérience sur la procédure. Son rôle attendu lors de la procédure est de suivre par transparence le pilotage et d'écouter les commentaires de l'instructeur. Ce dernier ne peut pas s'appuyer sur son pilote en formation pour les tâches de contrôle.

Aux alentours d'une hauteur de 30 m mer, le PI quitte la pente d'approche matérialisée par l'IPD. Il est alors totalement focalisé sur le peu de repères visuels qu'il détecte sur le pont. En débutant le *flare*, il doit de plus se concentrer sur le respect du pas refuge pour la simulation du monomoteur. Les ressources cognitives mises en jeu à cet instant sont telles que le PI n'entend plus les annonces du ME.

L'importance des ressources cognitives mobilisées chez le PI et le ME pour effectuer la démonstration au profit d'un équipage en double instruction (ME et pilote en formation) est un facteur contributif de l'évènement.

2.3.3.10. Capacité de perception

Par nuit noire, la capacité visuelle du pilote est très fortement limitée. En effet, à ce niveau de nuit et au-dessus de l'eau, les pilotes n'ont aucun repère sur l'horizon. Le pilotage se fait exclusivement aux instruments. C'est seulement en se rapprochant du bâtiment qu'ils commencent à en distinguer les lumières (d'abord l'IPD, puis les feux de pont).

Lorsque le PI initie le *flare*, l'IPD ne sert déjà plus de référence et seules les lumières vertes de l'entrée du pont sont distinguées nettement. La ligne formée par ces feux n'est pas une référence suffisante pour estimer son orientation spatiale. De plus, les récepteurs de proprioception²⁰ et vestibulaires²¹ ne sont pas suffisamment fiables pour assurer avec pertinence l'évaluation de l'attitude, de la vitesse ou de la hauteur de l'aéronef. Les équipages de l'armée de l'air y sont sensibilisés²². Il est alors fortement probable que le pilote n'ait pas détecté la trop forte assiette à cabrer allant jusqu'à 15° alors que la limite opérationnelle est de 12°.

L'intensité de la nuit et le manque de repères visuels en courte finale rendent difficile l'analyse par le PI de sa position par rapport au pont. Le ME insuffisamment expérimenté au regard de la difficulté de l'exercice n'est pas en mesure de mieux l'informer ni de l'alerter. Une conscience erronée de la situation est à l'origine de l'évènement.

²⁰ Le système de proprioception permet la perception, consciente ou non, de la position des différentes parties du corps. Il est constitué de récepteurs musculaires et ligamentaires.

²¹ Le système vestibulaire est un organe sensoriel barosensible, situé dans l'oreille interne, qui contribue à la sensation de mouvement et à l'équilibre chez la plupart des mammifères.

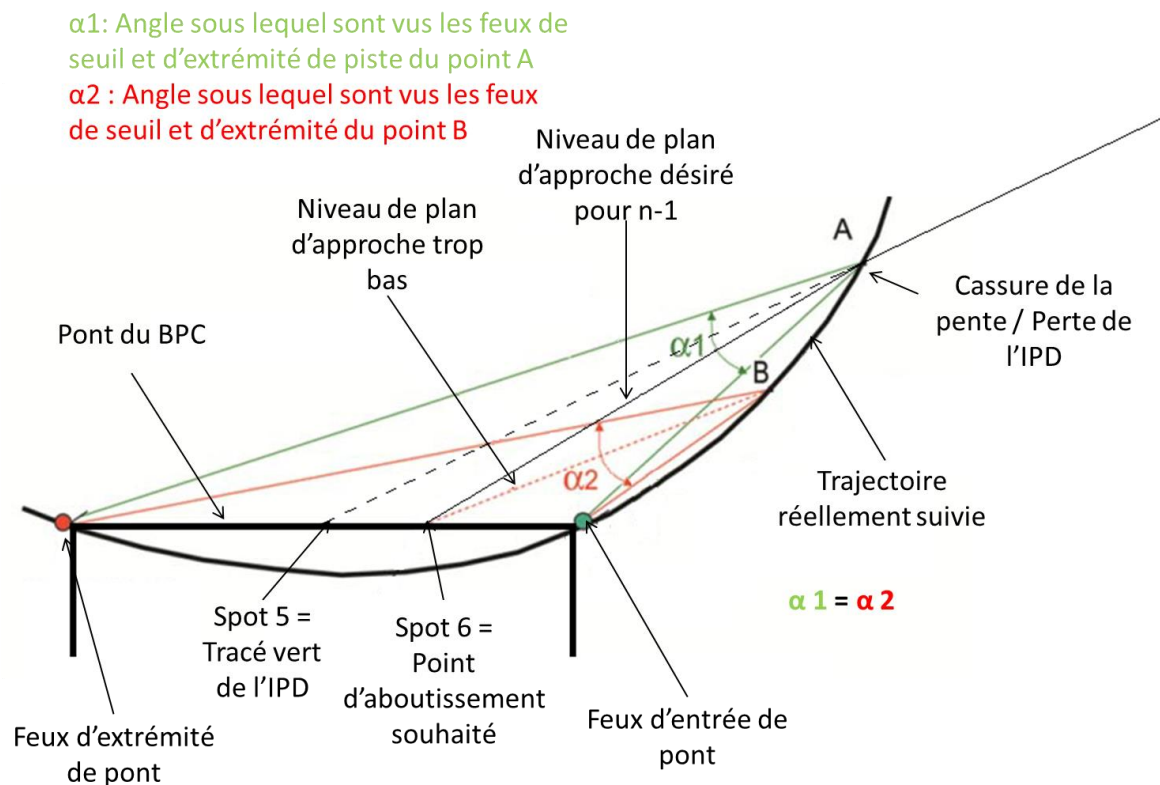
²² Le générateur d'illusions sensorielles (GIS) du département de médecine aéronautique opérationnelle (DMAO) de Mont de Marsan sert à sensibiliser les pilotes sur les principales illusions vestibulaires subies en aéronautique.

2.3.3.11. Illusion de Kraft

Dans les consignes de la marine, l'allumage du phare correspond à une panne réelle. En conséquence, l'équipage a décidé de ne pas l'utiliser pour l'exercice.

Une approche vers une piste faiblement ou pas éclairée dans une nuit sombre ou au-dessus de l'eau sans référence à l'horizon est fortement susceptible de générer une illusion perceptive, appelée illusion du trou noir ou illusion de Kraft.

Un pilote dépourvu de références visuelles autres que les feux de piste peut chercher à voir cette piste sous un angle constant. La trajectoire suit alors un arc capable²³. Le pilote creuse ainsi sa trajectoire durant l'approche et touche inévitablement le sol avant le seuil.



Illusion du trou noir (Kraft)

En courte finale d'une approche directe vers le spot 6 du BPC, le pilote doit quitter le secteur vert de l'IPD qui l'amène au spot 5 pour se diriger vers le spot 6. Il prend alors un taux de descente plus fort que précédemment. A défaut de références visuelles explicites, la trajectoire aura tendance à plus suivre un arc que le segment nominal.

L'approche du Puma était trop courte. La béquille de queue a heurté l'arrête du seuil du pont d'envol.

L'illusion de Kraft a pu contribuer à une approche trop courte.

²³ Le lieu géométrique voyant deux points sous le même angle est un arc de cercle dénommé arc capable.

2.3.3.12. Pratiques d'appontage « monomoteur simulé » dans la marine nationale

Le commandement de l'aéronautique navale (ALAVIA) est l'autorité en charge de la délivrance des qualifications à l'appontage de nuit des pilotes militaires français²⁴.

Pour une exécution plus sûre des manœuvres et souvent plus rapide, ALAVIA précise²⁵ que, dans les domaines de vent et de mouvements de plateforme autorisés :

- un vent de secteur 11h ou 1h compris entre 10 et 25 kt facilite la tenue du stationnaire ;
- un vent de secteur avant (compris entre 11h et 1h) et fort (entre 20 et 30 kt) est favorable aux approches à faible puissance, comme c'est le cas en monomoteur.

Dans les IP relatives à l'instruction et l'entraînement des équipages (définies par type d'hélicoptère), ALAVIA fixe des limites aux conditions de réalisation des exercices à l'appontage de nuit en monomoteur :

- réduction moteur réelle interdite ;
- masse permettant le stationnaire et fin d'exercice en stationnaire au-dessus du pont d'envol.

Sur Lynx et Caïman, une limitation supplémentaire relative au vent relatif sur le pont d'envol est définie : secteur midi pour 20 kt minimum.

Pour les hélicoptères multimoteurs, l'ALAT ne fixe pas les limitations avec un tel degré de précision.

ALAVIA, en charge des qualifications à l'appontage, se fixe des limites aux conditions d'instruction et d'entraînement à l'appontage de nuit qui ne sont pas reprises par l'ALAT.

2.3.3.13. Pratiques d'atterrissage « monomoteur simulé » dans l'armée de terre

La validité des qualifications des pilotes de l'ALAT est soumise à l'obligation d'effectuer tous les 6 mois une séance de procédure panne moteur en vol ou sur simulateur. Une séance doit être effectuée tous les 12 mois en vol. Ces fréquences sont doublées pour les équipages réalisant des vols techniques.²⁶

Ces séances de procédure panne moteur ne sont pratiquées que de jour. Toutefois, les équipages qui sont qualifiés à l'appontage de nuit (N1C ou N2C) doivent, en application des instructions d'ALAVIA, s'entraîner à l'appontage monomoteur de nuit selon une périodicité de 120 jours.

Alors que les équipages de l'ALAT qualifiés à l'appontage ne s'entraînent pas de nuit au monomoteur à terre, ils doivent le faire en mer.

²⁴ IP n° 62.0.05 ALAVIA/MDRA/NP du 29 juillet 2011 relative à l'appontage des pilotes d'hélicoptères (§5.1. Délivrance des qualifications).

²⁵ IP n° 62.0.00 ALAVIA/MDRA/-- du 21 octobre 2013 relative aux mouvements d'hélicoptères à bord des bâtiments de la marine nationale (§2.4.2.2. Choix des conditions les plus favorables).

²⁶ MANEX ALAT (A.05.02.00 - § 7.7.1 et § 7.8.1).

PAS DE TEXTE

3. CONCLUSION

L'évènement est un contact anormal avec le pont d'envol lors d'un appontage de nuit en approche « monomoteur simulé ».

3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'évènement

A 19h30 le 24 janvier 2017, un SA330 Puma décolle depuis le BPC « Tonnerre » pour une séance de qualification initiale d'appontage de nuit au profit du pilote en formation. Le mécanicien d'équipage, ME ϕ 2 de l'armée de l'air, exécute alors ses premières missions d'appontage sous la tutelle d'un MVAVT référent.

Après trois TAG effectués par le pilote en formation, le pilote instructeur estime l'équipage prêt pour la démonstration d'un appontage « monomoteur simulé ». Cet exercice, que le PI a pratiqué la veille, a été ajouté au programme de la séance et a été briefé avant vol. Le PI prend les commandes à l'interception du plan de descente. A cet instant, le vent relatif sur le pont est de secteur 1 heure pour 9 kt (contre 30 kt la veille). Le pilote en formation suit l'instructeur aux commandes par transparence. A partir de 60 mètres par rapport à la mer, le ME annonce régulièrement les hauteurs.

En courte finale, le PI quitte les indications de l'IPD pour se focaliser sur les repères du pont d'envol. En très courte finale, il annonce le rapprochement du bateau et effectue le cabrer. Le ME annonce « cabrer 15 ». Sans l'entendre, le PI effectue une action aux commandes pour remettre l'hélicoptère à plat. La béquille du Puma heurte le seuil de la plateforme élévatrice, s'arrache partiellement et endommage la poutre de queue tandis que les extrémités des pales du RAC abrasent le pont. L'ensemble produit un bruit et des vibrations faisant comprendre à chaque membre d'équipage la nature anormale du contact avec le pont d'envol. Dans la continuité de son action, le PI pose le Puma.

3.2. Causes de l'évènement

Les causes de cet incident sont :

- l'absence d'aide à l'appontage et le court délai dont dispose l'équipage pour acquérir les repères visuels en quittant l'IPD ;
- une sous-évaluation par l'instructeur du risque que présente l'exercice d'appontage « monomoteur simulé » par nuit noire :
 - o pour lequel il est le seul membre d'équipage à poste à avoir reçu un entraînement ;
 - o avec un vent relatif inférieur aux conditions optimales telles qu'il a pu les rencontrer la veille ;
 - o avec une prise tardive des commandes ne laissant pas un temps suffisant d'accoutumance au pilotage ;
- une sous-estimation du manque d'autonomie du mécanicien d'équipage qui réalise au cours du vol ses premiers appontages de nuit et qui n'est donc pas en mesure de lui apporter le soutien nécessaire ;
- la difficulté de l'exercice accentuée par la double instruction (pilote en formation et mécanicien d'équipage) et l'absence d'entraînement (à terre) à l'atterrissage « monomoteur simulé » de nuit.

Si ces facteurs ont contribué au fait que le PI finisse son approche trop bas et trop court, la réaction réflexe du PI de remettre l'hélicoptère à plat a permis de limiter l'ampleur des dommages qui auraient été dramatiques si le RAC avait heurté plus durement le pont.

PAS DE TEXTE

4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement

4.1.1. Procédure d'approche monomoteur sur un BPC

Dans le cas de l'évènement, l'approche « monomoteur simulé » est exécutée avec l'accord de l'OQA. S'agissant d'un exercice, l'équipage de l'hélicoptère n'allume pas son phare d'atterrissage qui aurait pu faciliter l'acquisition de repères visuels en courte finale. De même, l'OQA ne sollicite pas de l'OCDQ une modification de l'allure du navire qui aurait permis de procurer les conditions optimales de vent relatif pour l'appontage.

L'entraînement à l'appontage monomoteur a été réalisé dans des conditions beaucoup plus délicates qu'elles ne l'auraient été en situation de panne réelle.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à la marine nationale, de mettre la plateforme mobile à la route « aviation » optimale pour un appontage monomoteur lors de l'entraînement à cette manœuvre et de favoriser l'utilisation du phare d'atterrissage quand cet exercice est réalisé de nuit.

R1 – [T-2017-002-I]

4.1.2. Repères visuels en approche sur un BPC

Pour une approche en monomoteur de nuit sur un BPC, contrairement à une frégate, il n'existe pas de procédure s'appuyant sur des repères visuels remarquables pouvant aider les équipages à exécuter leur approche entre la sortie du secteur vert de l'IPD et l'appontage. L'intensité de la nuit, l'absence d'aide à l'appontage pour l'approche monomoteur et le court délai pour acquérir les repères visuels ont été à l'origine d'une conscience erronée de la situation par le pilote instructeur.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à la marine nationale, en liaison avec l'IRBA, d'étudier la définition de repères visuels sur les BPC permettant d'aider les équipages à poursuivre leur approche en courte finale vers le spot 6.

R2 – [T-2017-002-I]

4.1.3. Entraînement à l'appontage « monomoteur simulé » de nuit

Les exercices requis pour l'accession et le maintien de la qualification N2C, auxquels appartient l'appontage « monomoteur simulé », doivent être réalisés par nuit noire.

Pour l'entraînement de ses équipages à l'appontage « monomoteur simulé » de nuit, la marine nationale se fixe une limitation de vent relatif minimal sur le pont. Sur Caïman, une masse maximale est déterminée afin de permettre une première approche interrompue par un stationnaire 10 ft au-dessus du pont.

Pour l'entraînement de ses équipages à l'appontage « monomoteur simulé » de nuit, l'ALAT n'adopte pas de limitation supplémentaire par rapport à un appontage bimoteur. Par ailleurs, à terre, ces équipages ne s'entraînent pas à l'atterrissage « monomoteur simulé » de nuit.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de terre, en liaison avec la marine nationale, de réviser les conditions d'entraînement à l'appontage « monomoteur simulé » de nuit pour en réduire la difficulté et en améliorer la progressivité.

R3 – [T-2017-002-I]

4.1.4. Interopérabilité

Les normes d'exploitation de l'armée de terre s'appliquent à toutes les missions des unités de l'armée de terre, indépendamment de l'armée d'appartenance des membres d'équipage ou des hélicoptères.

Dans l'armée de l'air, la phase 2 du mécanicien d'équipage Puma correspond à la période entre l'acquisition du brevet de spécialité et la qualification opérationnelle. C'est une phase de murissement encadrée par un instructeur, l'autonomie du ME n'étant validée que lors de l'obtention de la qualification de mécanicien d'équipage opérationnel.

L'encadrement du ME ϕ 2 a été confié à un MVAVT référent de l'armée de terre qui n'a pas été sensibilisé sur le manque d'autonomie du ME ϕ 2.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air, de sensibiliser les chefs de spécialité d'unités interarmées ou d'autres autorités d'emploi ayant en gestion du personnel air sur les compétences offertes en fonction des qualifications air détenues.

R4 – [T-2017-002-I]

La lecture faite par les unités de l'ALAT du § 2261 des CIPNH a amené l'encadrement à surestimer l'autonomie du ME ϕ 2 qui réalisait lors de l'évènement ses premières séances d'appontage de nuit.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air, de reformuler les CIPNH afin qu'aucune ambiguïté ne soit permise sur la non validation de l'autonomie du mécanicien d'équipage phase 2.

R5 – [T-2017-002-I]

4.1.5. Double instruction

L'appontage monomoteur est un exercice délicat qui induit une forte charge cognitive des trois membres d'équipage de conduite, même pour des personnels qualifiés.

La réalisation d'une démonstration d'appontage « monomoteur simulé » au profit d'un pilote et d'un mécanicien d'équipage, tous deux à l'instruction sur cet exercice, a placé le PI dans une situation de surcharge cognitive.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de terre, à la marine, et à l'armée de l'air de ne pas réaliser, hors simulateur de vol, la formation simultanée de deux membres d'équipages de conduite pour des exercices critiques tels que l'appontage monomoteur.

R6 – [T-2017-002-I]

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

Les hélicoptères SA330 Puma utilisés par l'armée de terre ou l'armée de l'air n'étant pas équipés de moyens d'enregistrement, la compréhension du mécanisme de cet évènement repose uniquement sur les témoignages recueillis auprès de l'équipage.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de terre et à l'armée de l'air, en liaison avec la DGA, d'équiper leurs aéronefs d'enregistreurs de vol.

R7 – [T-2017-002-I]