



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT D'ENQUÊTE



BEAD-air-A-2012-017-I

Date de l'événement	14 septembre 2012
Lieu	Cuers Pierrefeu
Type d'appareil	WG13 LYNX MK4
Immatriculation	F-XHAU n° P807
Organisme	Armée de l'air/SIAé
Unité	AIA Cuers Pierrefeu

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'événement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'événement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes certaines ou possibles. Enfin, dans le dernier chapitre, des propositions en matière de prévention sont présentées.

Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.

UTILISATION DU RAPPORT

L'objectif du rapport d'enquête technique est d'identifier les causes de l'événement et de formuler des recommandations de sécurité. En conséquence, l'utilisation de la deuxième partie de ce rapport et des suivantes à d'autres fins que celle de la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : SIRPA marine

Photos :

- Pages 8, 9, 13 et 14 : BEAD-air

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	10
1.3. Dommages à l'aéronef	10
1.4. Renseignements sur le personnel	10
1.5. Renseignements sur l'aéronef	12
1.6. Conditions météorologiques	13
1.7. Télécommunications	13
1.8. Renseignements sur l'aérodrome	13
1.9. Enregistreurs de bord	13
1.10. Renseignements sur aéronef et sur la zone d'essai	13
1.11. Renseignements médicaux et pathologiques	14
1.12. Incendie	15
1.13. Questions relatives à la survie des occupants	15
1.14. Essais et recherches	16
1.15. Renseignements sur les organismes	16
1.16. Renseignements supplémentaires	17
1.17. Techniques spécifiques d'enquête	17
2. Analyse	18
2.1. Expertises	18
2.2. Reconstitution du mécanisme possible de l'incident	22
2.3. Analyse des causes des dysfonctionnements	22
3. Conclusion	30
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	30
3.2. Mécanisme plausible de l'évènement	31
4. Recommandations de sécurité	32
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	32
ANNEXE	36
ANNEXE HISTORIQUE DES PANNES SIMILAIRES SUR LA FLOTTE LYNX	37

GLOSSAIRE

AIA CP	atelier industriel de l'aéronautique de Cuers Pierrefeu
CA	commandant d'aéronef
CAC	contrôleur d'accélération
CEPA	centre d'expérimentations pratiques et de réception de l'aéronautique navale
CND	contrôle non destructif
DGA EV	direction générale de l'armement – essais en vol
DTP	directive technique provisoire
ENE	expérimentateur navigant d'essais
FIT	fiche d'intervention technique
HT	hors tolérance
IRBA	institut de recherche biomédicale des armées
MANOPS	manuel des opérations
MRP	moyeu rotor principal
MRA	moyeu rotor arrière
NSI	niveau de soutien industriel
PA	pilote automatique
PEH	pilote essai hélicoptère
RAC	rotor anticouple
SIAé	service industriel de l'aéronautique
SIMMAD	structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels aéronautiques du ministère de la défense
VIS	visite d'intégrité structure

SYNOPSIS

Date de l'événement : le 14 septembre 2012 à 10h45
Lieu de l'événement : aérodrome militaire de Cuers Pierrefeu
Organisme : armée de l'air
Service : service industriel de l'aéronautique d'Etat (SIAé)
Unité : atelier industriel de l'aéronautique (AIA) de Cuers Pierrefeu
Aéronef : hélicoptère WG13 MK4 LYNX
Nature du vol : vol de bon fonctionnement
Nombre de personnes à bord : cinq

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

A l'issue d'une visite de type « VIS2¹ », lors du dernier vol prévu dit « de bon fonctionnement », l'équipage est confronté, en stationnaire à 40 pieds, à un phénomène d'oscillations sur l'axe vertical. Le problème persiste malgré le débrayage du pilote automatique (PA). Le pilote décide d'effectuer un poser d'urgence. L'appareil prend sèchement contact avec le sol. L'anomalie s'y entretient, jusqu'à la réduction des moteurs. Après l'évacuation, l'équipage constate plusieurs déformations structurales.

Composition du groupe d'enquête technique

- Un directeur d'enquête technique du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un enquêteur adjoint du BEAD-air.
- Un officier pilote ayant une expertise sur hélicoptère Lynx.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur hélicoptère Lynx.

Autres experts consultés

- Constructeur de l'aéronef - Westland
- AIA CP

Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air est prévenu téléphoniquement le vendredi 14 septembre 2012 vers 11 heures 00 par le centre d'expérimentations pratiques et de réception de l'aéronautique navale (CEPA), puis par message de l'AIA CP.

Le directeur d'enquête, l'enquêteur adjoint, les experts pilote et mécanicien rejoignent Cuers le 17 septembre 2012, en début d'après midi.

Enquête judiciaire

Une enquête préliminaire est ouverte par le parquet de Marseille. Elle est confiée à la brigade de gendarmerie de l'air de Cuers.

¹ Visite d'intégrité structure.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Indicatif mission : Icare I

Type de vol : vol technique de mise au point industrielle

Type de mission : vol de bon fonctionnement

Dernier point de départ : aérodrome de Cuers Pierrefeu

Heure de départ : 10h00

Point d'atterrissage prévu : aérodrome de Cuers Pierrefeu

1.1.2. Préparation du vol

A l'issue d'une visite de type « VIS2 » réalisée au sein de l'AIA CP, les vols de mise au point industrielle sont réalisés par un équipage mixte du CEPA (pilote essai hélicoptère - PEH) et du SIAé/AIA CP (expérimentateur navigant d'essais – ENE), par délégation de la direction générale de l'armement essais en vol (DGA EV) d'Istres. Il convient de noter que préalablement à l'entrée en chantier, l'appareil fait l'objet d'une cession gratuite de la SIMMAD vers le SIAé. Au moment de l'incident, l'appareil appartient au SIAé.

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

Durant les précédentes opérations de contrôle, le pilote signale une panne intermittente du bouton CAC CUTOOUT² (situé sur le manche cyclique pilote cf. photo n° 1), qui ne coupe pas toujours la voie collective « COLL 1 » du pilote automatique. Après plusieurs échanges infructueux, la panne est finalement diagnostiquée au niveau de la servocommande collective. Le mercredi 12 septembre 2012 et le jeudi 13 septembre 2012 au matin, un échange standard est effectué. Il s'accompagne de la dépose/pose des alternateurs pour des motifs d'accessibilité (cf. photo n° 2).

Le bloc manette est déposé pour réglage (suite à un jeu constaté sur la molette d'alignement des couples moteurs), puis reposé. Les opérations réalisées à l'atelier font l'objet d'un contrôle sans remarque. Les essais au sol, effectués le jeudi après midi, sont concluants.

² « Après la modification mod.305C/STI 95, un bouton de coupure calculateur d'accélération CAC se trouve sur chaque manche de pas cyclique pour permettre le débrayage rapide d'un calculateur d'accélération défectueux en cas d'urgence. Le fait de presser et de maintenir le bouton « CAC CUTOOUT » coupe les deux voies calculateur d'accélération. Le bouton peut être relâché après avoir pressé les boutons « COLL 1 et 2 » sur le boîtier de commande PA » Réf : UCF AN 110 AL 108 1.6 page 13 – janvier 1991.

Vendredi 14 septembre 2012 à 10h10, un point fixe d'étanchéité est effectué. A l'issue du démarrage des deux moteurs, les essais de coupure hydraulique ainsi que les essais du PA avant l'embrayage sont conformes. Après l'embrayage, la synchronisation moteurs, la mesure du sillage et des balourds du moyeu rotor principal (MRP) et du rotor anti-couple (RAC) sont nominales.

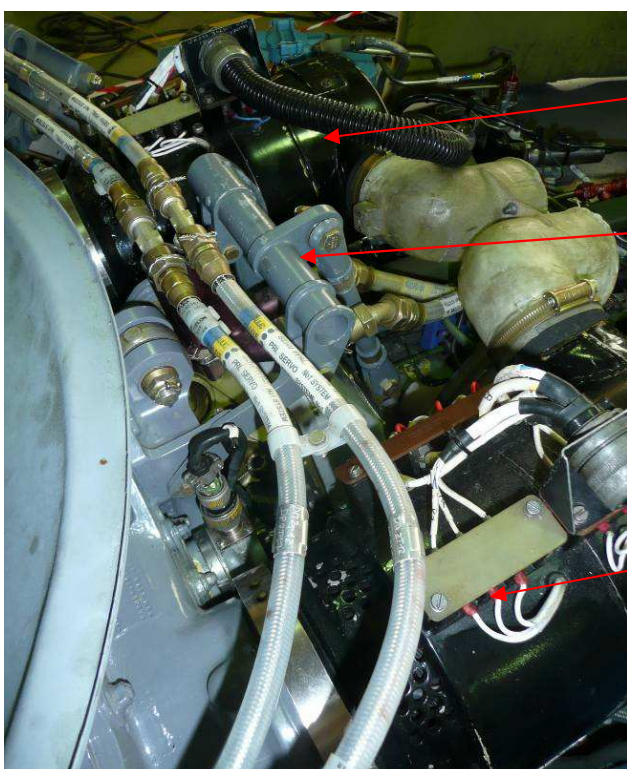
Après la coupure, l'étanchéité de la servocommande et des alternateurs est confirmée. A l'issue, un stationnaire de sécurité puis un vol technique de 20 minutes sont effectués à équipage minimum (un PEH/un ENE). Aucune anomalie n'est constatée.



Bouton AFCS
CUTOUT

Bouton
poussoir CAC
CUTOUT

Photo n° 1 : bouton poussoir CAC CUTOUT



Alternateur

Servocommande
collectif

Alternateur

Photo n° 2 : servocommande collectif

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

L'équipage se repose à 10h34 afin de récupérer trois techniciens nécessaires à la vérification du réglage voilure. Une courte translation est effectuée. Le pilote se met en stationnaire, face au vent (de secteur nord pour 11 à 16 kt) à une hauteur de 40 pieds. Il ressent un premier à-coup léger au niveau du siège. Puis l'aéronef oscille sur l'axe vertical de manière brutale et entretenue à une fréquence estimée de 2 à 3 à-coups par seconde. En concertation avec l'ENE le pilote annonce et débraye les chaînes du PA à l'aide du bouton AFCS CUTOUT³ (cf. photo n° 1). L'ENE annonce et coupe les deux voies collectives (COLL 1 et COLL 2⁴), du contrôleur d'accélération (CAC), sur le boîtier de commande PA (cf. photo n° 3). Ces deux actions sont sans effet sur le comportement de l'aéronef. Les oscillations perdurent. Aucune anomalie n'est ressentie dans les commandes de vol qui sont efficaces et répondent aux sollicitations.

Le pilote décide un atterrissage d'urgence. Il baisse le pas. A environ deux mètres du sol, il entame une action mesurée de remise de pas. La descente est freinée. L'appareil touche le sol sèchement. Les oscillations continuent. Le pilote coupe les moteurs à l'aide des manettes de débit. L'ENE réduit la manette de vitesse NR. Dès la réduction des moteurs le phénomène disparaît. Le pilote coupe les robinets basse pression. Le frein rotor n'est pas tiré pour éviter tout départ d'incendie. Dès l'arrêt du rotor le commandant de bord ordonne l'évacuation. Les personnels sont aussitôt pris en compte par les services d'incendie et de secours.



Bouton COLL1 du boîtier de commande PA

Bouton COLL2 du boîtier de commande PA

Photo n° 3 : boîtier de commande PA

³ « Une pression sur le bouton AFCS CUTOOUT du manche de pas cyclique débraye les chaînes de tangage, roulis et lacet ainsi que les fonctions tenue de cap et tenue de hauteur radiosonde du PA ; les vérins de tangage, roulis et lacet se recentrent ». Réf : UCF AN 110 AL 109 1.6 page 8 – décembre 1993.

⁴ « L'engagement et le débrayage du CAC (chaîne de pas général) s'effectuent par la sollicitation sur les boutons COLL1 et 2 du boîtier de commande PA ». Réf : UCF AN 110 AL 108 1.6 page 13 – janvier 1991.

1.1.5. Localisation

- Lieu :
 - pays : France
 - département : Var
 - commune : Cuers Pierrefeu
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Cuers Pierrefeu

1.2. Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			
Graves			
Légères	1		
Aucune	4		

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
WG13 MK4 LYNX n° P807			X	

1.4. Renseignements sur le personnel

1.4.1. Membres d'équipage de conduite

1.4.1.1. Commandant de bord

- Age : 39 ans
- Sexe : masculin
- Unité d'affectation : CEPA-10 S
 - fonction dans l'unité : chef du détachement *Panther* à la sous-direction réception
- Formation :
 - qualification : PEH - classe B
 - école de spécialisation : EPNER
 - année de sortie d'école : 2011

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur Lynx	sur tous types	dont sur Lynx	sur tous types	dont sur Lynx
Total (h)	2 675	1 100	127.7	14.6	37.9	5.7

- Date du dernier vol comme pilote :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 12 septembre 2012
 - sur tous types :
 - de jour : 12 septembre 2012
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte verte
 - date d'expiration : 31 septembre 2013

1.4.1.2. Expérimentateur navigant d'essai

- Age : 51 ans
- Sexe : masculin
- Unité d'affectation : AIA CP
- Formation :
 - qualification : expérimentateur navigant d'essai
 - école de spécialisation : EPNER
 - année de sortie d'école : 2004
- Heures de vol comme ENE :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur Lynx	sur tous types	dont sur Lynx	sur tous types	dont sur Lynx
Total (h)	3 800	230	44.8	8.9	7.4	3.7

1.4.2. Autres personnels

Trois mécaniciens (personnels militaires de la marine nationale affectés à l'AIA CP) sont à bord en vue d'effectuer un relevé vibratoire de la voilure en vol, à titre de confirmation et suite à l'échange de la servocommande collective. Il s'agit d'un chef de visite titulaire du brevet de maîtrise (assis en position 5^{ème} homme), d'un spécialiste porteur Lynx titulaire du brevet supérieur (assis en position sonariste) et d'un mécanicien titulaire d'un baccalauréat professionnel de maintenance aéronautique (assis en position 4^{ème} homme). Le but est également de former un personnel à ce contrôle tout en rafraichissant les connaissances du chef de visite.

Ces personnels sont inscrits à l'annexe 2 de la liste des personnels navigants occasionnels de l'AIA CP, « autorisés à effectuer des vols sans risque physiologique potentiel, en date du 28 août 2012 ».

1.5. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de l'air
- Commandement organique (ou opérationnel) d'appartenance : SIAé
- Base de stationnement : AIA de Cuers Pierrefeu
- Type d'aéronef : hélicoptère WG13 MK4 Lynx
- caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis visite
Cellule	WG13 MK4 Lynx	P807	5 644,9	L'aéronef est en sortie de VIS2
Moteur G	ROLLS ROYCE GEM MK204	7 052	4 559,6	
Moteur D	ROLLS ROYCE GEM MK204	7 117	2 704,6	

1.5.1. Maintenance

L'examen de la documentation technique témoigne d'un entretien conforme aux programmes de maintenance en vigueur.

1.5.2. Performances

L'appareil ne fait l'objet d'aucune restriction d'emploi et les performances sont dans les normes.

1.5.3. Masse et centrage

Hélicoptère dans le domaine de masse (4 430 Kg) et de centrage.

1.5.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : Jet A1
- Quantité de carburant au décollage : 680 kgs
- Quantité de carburant estimée au moment de l'événement : 550 kgs

1.5.5. Autres fluides

Un prélèvement d'échantillons d'huile hydraulique H515 est effectué dans chaque bache et adressé au laboratoire du service des essences aux armées à Marseille.

1.6. Conditions météorologiques

Cavok. Vent de secteur nord pour 11 à 16 kt.

1.7. Télécommunications

L'équipage est en liaison avec la tour de contrôle de Cuers Pierrefeu

1.8. Renseignements sur l'aérodrome

Au moment de l'événement la piste 29 est en service.

1.9. Enregistreurs de bord

Néant.

1.10. Renseignements sur aéronef et sur la zone d'essai

1.10.1. Examen de la zone (Cf. photo n° 4)

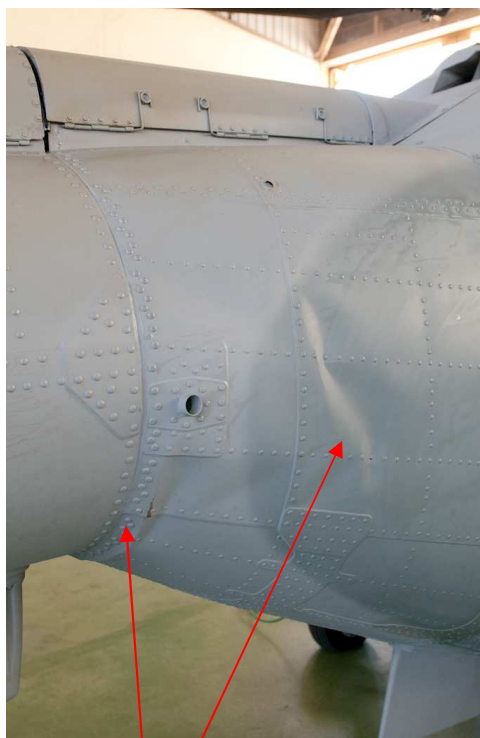


Zone du stationnaire
à 40 feet

Photo n° 4

1.10.2. Examen de l'aéronef

Présence de déformations structurales importantes au niveau de la jonction structure centrale poutre de queue (pliures) ainsi que la déformation des attaches de trains (cordon d'étanchéité craquelé et présence de criques) – (Cf. photos n° 5 à 7).



Déformations
et pliures

Photo n° 5



Déformations
et pliures

Photo n° 6



Cordon craquelé et
présence de criques

Photo n° 7

1.11. Renseignements médicaux et pathologiques

BEAD-air-A-2012-017-I

Date de l'événement : 14 septembre 2012

1.11.1. Membres d'équipage de conduite

1.11.1.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : CEMPN
 - date : 06 juin 2012
 - résultat : apte
 - validité : 6 mois
- Examens biologiques : effectué RAS
- Blessures : néant

1.11.1.2. Autres membres d'équipage ENE

- Dernier examen médical :
 - type : CEMPN
 - date : juillet 2012
 - résultat : apte
 - validité : 12 mois
- Examens biologiques : effectué RAS
- Blessures : néant

1.11.2. Autres personnels

L'ensemble des membres d'équipage a été examiné par le médecin de l'antenne médicale de la base aéronavale d'Hyères, dépêché sur place. Le chef de visite (assis en position 5^{ème} homme) a dû réaliser des examens d'imagerie du rachis. L'état des autres membres d'équipage ne nécessite pas d'exploration complémentaire.

1.12. Incendie

Sans objet.

1.13. Questions relatives à la survie des occupants

1.13.1. Abandon de bord

Dès l'arrêt du rotor le commandant de bord ordonne l'évacuation.

1.13.2. Organisation des secours

Un protocole est signé entre l'AIA CP et la société AMO STPI qui effectue une prestation de sécurité incendie durant les points fixes. La demande est faite, par télécopie, lors de la prévision de vol. Les pompiers disposent d'un véhicule de classe 3 et sont en liaison avec l'hélicoptère au moyen d'une VHF sur la fréquence 119.7.

Dès l'arrêt du rotor les personnels sont aussitôt pris en compte par les services d'incendie et de secours (AMO STPI), présents sur les lieux.

1.14. Essais et recherches

La panne est intermittente et complexe. Compte tenu du niveau d'expertise de l'AIA CP, sur Lynx, la conduite des essais et recherches sur l'aéronef est confiée au responsable sécurité en entretien de cet établissement. Le programme d'investigations est validé par le BEAD-air.

1.15. Renseignements sur les organismes

L'AIA CP exerce un rôle d'expert auprès de la SIMMAD et des unités de management de la DGA sur les parcs et matériels maintenus, grâce à l'expérience acquise dans l'ingénierie de maintenance, le contrôle non destructif (CND), les recherches de fissures (corrosion marine et fatigue des cellules des aéronefs) etc.

L'établissement est certifié ISO 9001, ISO 14001, EN 9100/9110 et V2000.

Il est en cours d'agrément FRA 145 pour la maintenance aéronautique. A ce titre il réalise les visites de niveau de soutien industriel NSI (3ème et 2ème niveaux techniques d'interventions) des cellules, des équipements et de certains moteurs des aéronefs des forces armées et de la DGA EV

Il est également en cours d'agrément FRA 21 J et G pour ce qui concerne la conception et la fabrication. Il dispose à cet effet de bureaux d'études, de bancs d'essais. Il met en œuvre des processus de conception, développement, intégration de nouvelles fonctionnalités et de conception de solutions de réparation ou fabrication d'ensembles structuraux.

L'AIA CP est en outre détenteur de certificats de type supplémentaires liés à des modifications d'aéronefs notamment pour le Lynx.

Principalement implanté sur la base aéronavale d'Hyères, le CEPA, (outre ses missions d'expérimentation), est en charge de fournir un pilote qualifié pour les vols techniques de mise au point industrielle (au profit de l'AIA CP, sur les aéronefs provenant de la marine nationale). Le protocole signé le 02 février 2012, sous le timbre 0-2633-2012 DEF/EMM/MGN/NP entre la DGA EV et le CEPA prévoit ces vols dans ses articles 9 et 10. Par télécopie l'AIA CP effectue ses prévisions de vol. Elles sont adressées aux opérations du CEPA qui détache un pilote. Les conditions d'exécution et en particulier l'application du manuel des opérations (MANOPS) de la DGA EV sont précisées dans le protocole.

1.16. Renseignements supplémentaires

Les vols et points fixes réalisés dans le cadre de la mise au point du Lynx P807 font suite à une visite industrielle de niveau 2 type VIS (visite d'intégrité structure). Ils sont conformes à l'acte technique N° 081-06/CEP/ASA/SCA du 24 mars 2006.

1.17. Techniques spécifiques d'enquête

Néant.

2. ANALYSE

L'incident porte sur un poser dur faisant suite à l'apparition au stationnaire, d'un phénomène vibratoire, brutal et entretenu (estimé à 2 à 3 coups par seconde), sur l'axe vertical.

L'analyse qui suit se décompose en trois parties. La première résume les résultats des différentes expertises. La seconde a pour objet de reconstituer le scénario de l'événement. La troisième consiste à identifier les causes possibles de cet incident.

2.1. Expertises

2.1.1. Mensuration de l'aéronef

La mensuration de l'aéronef est effectuée par les personnels de l'AIA CP.

Elle montre des écarts significatifs hors tolérance (HT) avec la dernière mesure effectuée au cours de la visite VIS2 :

- écart HT de plus de 1° sur la ligne d'arbre (arbres 2 à 5 : Points C, D, E et F) ;
- écart HT de l'ordre de 40' en longitudinal sur le plan fixe (Pt G) ;
- écart HT de l'ordre de 40' en longitudinal sur le plancher cabine (Pts H1, H2, J1 et J2) ;
- écart HT de l'ordre de 50' en longitudinal sur l'ailette Gauche (Pt K1) ;
- écart HT de l'ordre de 20' en latéral sur le plan fixe.

Il est possible de conclure que la poutre de queue a été sollicitée en longitudinal lors de cet atterrissage forcé, ce qui paraît tout à fait cohérent avec l'évènement observé. Le plan fixe a de plus été sollicité en latéral, sans doute à cause de l'absorption du couple du moyeu rotor arrière (MRA), ce qui paraît également cohérent avec la plissure observée au côté droit du cadre C3353A.

L'écart HT du train gauche alors que le train droit ne semble pas avoir été touché traduit sans doute le fait que l'appareil s'est posé au sol côté gauche en premier ce qui est normal sur ce type d'hélicoptère.

Compte tenu de ces déformations la reconstruction nécessite l'intervention de l'industriel Westland, pour définir les conditions d'une éventuelle remise en état.

L'hypothèse d'un poser dur, ressenti par l'équipage, à l'origine de la déformation structurelle, est confirmée.

2.1.2. Essais de reproduction de la panne au sol

Durant les investigations sur le système du PA (avec boîte de coupure et oscilloscope) deux phénomènes furtifs sont apparus en mode transition⁵ (mode supérieur non engagé lors de l'incident) :

- mode « Transition collective » engagé : anomalie d'une durée d'une minute avec allumage voyant PA : écart de deux volts entre les deux sorties *pick off* voie 1 et voie 2. Pas de reproduction possible ultérieurement.

- mode « Transition collective » engagé à 50 ft, hauteur radio sonde à 50 ft : la voie 2 s'est mise à osciller (0 – 700 mv, f : 1 Hz) et la voie 1 aussi (1.3V, f=0.15 Hz). Le phénomène est visible sur les aiguilles du boîtier de visualisation. Il est visible sur Position (infos *Pick off*) et sur Demande (info CAC). Il n'entraîne pas d'allumage de voyant mais provoque une oscillation de la tige de servocommande collective de l'ordre de 0.5mm, f =0.5 à 1Hz.

Les manches collectifs sont immobiles. Les oscillations ont duré 20 mn jusqu'à ce que l'on incline fortement (angulairement) le boîtier CAC. Il n'a pas été possible de reproduire le phénomène une deuxième fois.

Cette anomalie proche de celle vécue par l'équipage est reproduite par l'utilisation d'un mode supérieur qui n'était pas engagé lors de l'incident.

L'hypothèse d'un fonctionnement erratique de la chaîne collective de commandes de vol avec apparition d'anomalies complexes et furtives est certaine. Le rapport avec la panne observée n'est pas formellement établi. Le mode transition collective du PA n'était pas engagé lors de l'incident. Par contre ces phénomènes mettent en cause la servocommande collective pour le premier et le boîtier CAC pour le second.

2.1.3. Vérifications sur aéronef

Les vérifications approfondies sur l'aéronef, menées par les personnels de l'AIA CP font l'objet de l'annexe n° 1.

Les points remarquables sont les suivants :

- Les câbles des servocommandes

Aucune anomalie n'a été observée à l'AIA CP sur les câbles de servocommandes. La continuité et l'isolement sont conformes. Les diverses manipulations de câbles n'ont pas permis de reproduire la panne. La vérification de la tenue des broches des prises concernant l'asservissement en collectif ne révèle aucune anomalie.

⁵ « Le mode transition amène l'appareil à partir des condition d'engagement vers le vol stationnaire avec couplage doppler à hauteur de vol stationnaire sélectionnée et à une vitesse sol nulle en 5 secondes minimum. L'engagement et le débrayage du mode de transition s'effectuent par sollicitation simultanée sur les boutons TRANSITION – CYCLIC et COLLECTIVE du boîtier de commande ASM ». Réf : UCF AN 110 AL 105 1.6 page 15 – juin 1986.

- Analyse des signaux entrée/sortie de la servocommande collective

L'analyse des signaux entrée/sortie de la servocommande collective (sorties *Pick off*, alim *Pick off*, *By Pass*, Solénoïdes) lors d'une coupure de PA et de CAC est effectuée pour mettre en évidence la disparition de tous les signaux. L'essai est concluant. Il permet notamment d'attester du bon fonctionnement des boutons COLL 1, COLL 2 et de leur chaîne de commande.

Lorsque l'équipage a déconnecté le PA et le CAC, ces derniers se sont bien mis hors circuit. Les boutons COLL 1 et COLL 2 étaient opérants.

- Boîtier CAC

Le boîtier CAC est désolidarisé de son support pour pouvoir le manipuler en fonctionnement. Lorsque la servocommande collective est au neutre, un écart de 800mV est observé sur la mesure des solénoïdes entre la voie 1 et la voie 2, avec un déphasage de 180° (à titre d'information 100mV pour le *PITCH*, 400mV pour le *ROLL*). Quand le CAC est incliné, l'écart s'annule et les signaux des voies Coll 1 et Coll 2 sont en phase. En effectuant des mesures sur le retour *Pick off*, on constate, CAC à plat, une tension alternative aléatoire de 3V sur la voie 1, aucune sur la voie 2. Lorsque le boîtier CAC est incliné, la tension aléatoire disparaît.

Sur le banc Sésame de l'AIA CP (sans ouverture du boîtier et sans toucher aux réglages) on constate que quatre valeurs de signaux envoyés à la servocommande collective sont hors tolérance.

L'hypothèse d'un fonctionnement aléatoire du boîtier CAC est certaine. Le rapport avec la panne observée est possible.

- Filtres CAC

Suite à une modification (MOD 699), le constructeur a introduit un adaptateur filtrant sur les faisceaux du CAC pour améliorer la fiabilité des systèmes. Il convient de signaler que l'origine de cette modification ne résulte pas d'un fait technique.

Le dysfonctionnement d'un filtre CAC pourrait engendrer un à-coup en COLL par exemple à la coupure d'un alternateur lorsque les voies CAC sont engagées. Il s'agit généralement d'un seul à-coup de faible amplitude.

Le message n°48NP2607 SAERO/CENT/TECH de 2006 : Pilote automatique – MOD 699 – Introduction d'adaptateur filtrant sur les faisceaux" impose l'échange systématique du filtre CAC en cas d'impossibilité de désengager une voie collective. L'AIA CP est destinataire de cette directive (cf. annexe 2) qui aurait dû être appliquée au cours du dépannage.

Aucune mention n'est faite d'un échange de filtre CAC durant la visite VIS2 du Lynx P807. En revanche les mécaniciens ont permuté les deux filtres CAC pour tenter de lever le doute sur leur état.

L'hypothèse d'un dysfonctionnement d'un filtre CAC est possible.

- Câbles du système d'asservissement en collectif de la servocommande collective

La vérification des câbles du système d'asservissement en collectif révèle un défaut de blindage d'un fil alimentant le solénoïde de la commande de la servocommande collective (voie 2), par l'intermédiaire du CAC. Le défaut disparaît au moment de la dépose des trois derniers tyrap au droit de la barrette de la borne DJ10.

Un défaut erratique de blindage au niveau de la commande (solénoïde) de la servocommande collective est certain. Sa relation avec la panne observée est possible.

2.1.4. Expertise du fluide hydraulique

Une analyse systématique d'huile hydraulique H515 prélevée dans chaque bache de l'aéronef est confiée au laboratoire du service des essences aux armées à Marseille.

Les résultats indiquent une pollution hors tolérance du circuit 2 (classe 10 voir 11 notamment pour les grosses particules, au lieu de classe 7). Des prélèvements sont opérés dans la bache du circuit n° 2 à deux niveaux de hauteur. Ils révèlent après analyse un niveau de pollution hors tolérance (en surface de classe 9 et au fond de classe 10/11). L'hypothèse de la possibilité d'un résiduel permanent dans les baches du fait des cloisonnements internes, sans gêne pour obtenir un circuit aéronef propre, par l'intermédiaire des filtres amont et aval, est émise par l'AIA CP. Interrogé sur le sujet le constructeur répond et indique que le prélèvement effectué directement dans la bache à l'aide d'une seringue n'est pas adapté et apporte une pollution. Compte tenu de l'absence de colmatage filtre la pollution du circuit est donc écartée.

Seule la bache du circuit n° 2 est polluée. L'état du fluide hydraulique dans le circuit est conforme. Aucun colmatage n'a été observé. L'impact de cette pollution sur l'accident est rejeté.

2.1.5. Contrôle de la qualité de l'huile hydraulique du banc

Les quatre bancs hydrauliques de maintenance utilisés par l'AIA CP sont contrôlés et montrent une pollution admissible de classe 2 et 3.

L'hypothèse d'une pollution du circuit par les bancs hydrauliques de maintenance est rejetée.

2.2. Reconstitution du mécanisme possible de l'incident

La chronologie de l'événement a pu être reconstituée en se fondant sur l'étude des cahiers d'ordre, des formes 11 et sur le recueil des témoignages du PEH, de l'ENE, des trois mécaniciens présents à bord et des pompiers.

Lors de la mise en stationnaire face au vent à une hauteur de 40 pieds l'aéronef entre en oscillations sur l'axe vertical de manière inattendue, brutale et entretenue. La fréquence est estimée de 2 à 3 à-coups par seconde. Les modes supérieurs du PA ne sont pas engagés. Le pilote annonce et débraye les chaînes du PA à l'aide du bouton AFCS CUTOFF. L'ENE annonce et coupe les deux voies collectives du CAC, sur le boîtier de commande PA. Ces deux actions restent sans effet sur le comportement de l'aéronef. Les oscillations perdurent. Les commandes de vol sont efficaces et répondent aux sollicitations. Le pilote décide un atterrissage d'urgence. L'appareil touche le sol sèchement. Les oscillations augmentent légèrement au posé. Dès la réduction des moteurs le phénomène disparaît. La durée des à-coups de l'apparition à l'atterrissage est estimée à environ 5 secondes. Les symptômes observés sont les suivants :

- aucun déplacement non ordonné des commandes n'est constaté ;
- aucun effort dans les commandes de vol n'est ressenti ;
- pas de collectif dur, ni de montée intempestive du collectif ;
- pas d'ordre opposé dans les commandes ;
- pas d'impression de grippage ;
- oscillations sur l'axe collectif fréquence 2 à 3 Hz.

Les expertises révèlent divers dysfonctionnements sur la chaîne d'asservissement de la commande collective qui ont conduit l'équipage à appliquer une procédure d'urgence au cours de laquelle l'appareil impacte fortement le sol.

2.3. Analyse des causes des dysfonctionnements

Aucune cause environnementale n'a été décelée dans la survenue de l'incident. Les investigations se sont portées sur les domaines relevant de la technique et des facteurs humains et organisationnels.

2.3.1. Domaine technique

2.3.1.1. Historique des pannes similaires sur la flotte Lynx

Quatre pannes similaires sont recensées et détaillées en annexe 1. Lors des dépannages respectifs les organes ou accessoires suivants sont le plus souvent incriminés et échangés, pour certains plusieurs fois avec ou sans succès :

calculateur d'accélération – servocommande collective – état et cheminement des câblages – filtre CAC – « câblage plancher/servocommande WG1346-021041 ».

- Directive technique provisoire émise par la SIMMAD

Suite au retour d'expérience des incidents survenus sur les Lynx P 260 et P 622, la SIMMAD ordonne en 2008 le remplacement des « câblages électriques équipés coupure plancher mécanique » sur l'ensemble du parc Lynx (cf. message n° 662/DEF/SIMMAD/FLOT/HELO-TECHMAR du 26/02/2006 suivi de la directive technique provisoire (DTP) n° 06/SIMMAD/LYNX/2008). Ces câblages peuvent présenter des anomalies sans que les contrôles mis en place puissent les déceler. Cette directive est appliquée sur le Lynx 807 en mai 2009.

Le « câblage électrique équipé coupure plancher mécanique servocommandes WG1346-021041 », a été échangé sur le LYNX n° P807 en 2009. Il a été contrôlé en continuité et en isolement par l'AIA CP. Aucun défaut n'a été relevé. Sur indications de l'industriel Westland, la vérification de la tenue des clips de retenue des broches dans les prises du câblage d'asservissement en collectif a été effectuée. La vérification de l'absence de glissement des broches mâles / femelles également. Aucun autre contrôle n'est possible au plan industriel. En conséquence l'hypothèse d'une défaillance de ce câblage est rejetée.

2.3.1.2. Analyse du constructeur

- Le manuel de vol⁶ décrit la panne de réaction circuit ouvert :

« si une panne de circuit ouvert se produit sur une boucle de réaction vérin série, le vérin oscille d'une butée à l'autre en réponse aux entrées (ordres) normales de calculateur *Flight Control System*. La voie en état de fonctionnement s'oppose à l'effet de l'oscillation jusqu'à un certain point et diminue ainsi l'importance de la perturbation sur l'appareil.

En vol, si le défaut se situe sur la chaîne pas général, le mouvement est ressenti comme une secousse verticale brutale et sèche, à environ 3 Hz. Le pavé PA peut ne pas s'allumer sur le tableau central des pannes pour ce défaut ».

Ces symptômes de panne sont identiques à ceux décrits par l'équipage.

- Essais sur recommandation de Westland

Westland confirme un risque de contre réaction aux commandes collectives en cas de coupures d'informations au niveau de la servocommande collective. Le constructeur n'a jamais réussi à reproduire le phénomène au sol car il est lié aux conditions de vol.

L'hypothèse de l'apparition en vol d'un phénomène de contre réaction aux commandes collectives par coupures d'informations au niveau de la servocommande collective est probable. Signalé par le constructeur, il n'a pas pu être reproduit au sol.

⁶ UCF AN110, section 40 page 22.

- Informations complémentaires

Selon Westland, actionner le bouton CAC CUT OUT ou désengager les deux voies COLL 1 et COLL 2 sont des actions de même nature qui provoquent les mêmes effets. Elles doivent stopper les à-coups.

L'absence d'effet lors du désengagement des voies COLL 1 et COLL 2 par l'ENE est anormale.

Westland signale également qu'à plusieurs reprises il aurait recommandé l'application de la modification n° 346 qui selon lui améliore le cheminement des câbles des servocommandes en optimisant leurs rayons de courbures. Cette proposition aurait été faite également en 2008 lors du changement des câblages WG1346-021041 sur tout le parc Lynx.

Cette modification est connue de la DGA et de la SIMMAD pour être sensée « assurer la protection des appareils de la *Royal Navy* en introduisant un câblage blindé au niveau des servocommandes et une métallisation complémentaire » en vue de l'implantation d'un poste radio supplémentaire non détenu sur les avions français.

Au final Westland confirme que la modification n° 346 n'est pas applicable pour le parc Français. Elle est adoptée pour les avions anglais, allemands, norvégiens et nigériens. Elle a été introduite initialement pour améliorer la protection des câblages contre les rayonnements HF. Westland poursuit ses investigations pour identifier les raisons pour lesquelles elle n'est pas applicable au parc MK4 Français.

La modification n° 346 n'est pas applicable au parc français pour des raisons autres que techniques. Son adoption offrirait néanmoins une amélioration du cheminement des câbles des servocommandes, en optimisant leurs rayons de courbures.

2.3.2. Domaine relevant des facteurs humains et organisationnels

L'analyse des facteurs humains est basée sur le modèle HFACS.

2.3.2.1. Conditions préalables à la survenue du poser dur

- Enjeu et délai de sortie de visite

L'avion se trouve en fin de visite VIS2 après 11 mois de travail. La panne de CAC CUTOUT perdure le mardi 11 septembre 2012. L'avion doit être impérativement livré aux forces le lundi 17 septembre 2012. Le dépannage est donc contraint. La méthode employée est celle d'un « dépannage opérationnel ».

La pression temporelle due au respect des délais et accrue par la persistance d'une panne en toute fin de visite a pu affaiblir les protections habituelles d'un atelier de soutien industriel.

- Une panne complexe et intermittente

A l'origine, les techniciens sont confrontés à une panne intermittente du bouton CAC CUTOUT situé sur le manche cyclique pilote, qui ne coupe pas toujours la voie collective « COLL 1 » du pilote automatique. Après plusieurs échanges infructueux la panne persiste.

In fine, le lever de doute s'effectue au plus vite. L'inversion des branchements des voies COLL 1 et COLL 2 permet d'incriminer la servocommande collective, par basculement de la panne en voie 2. La permutation des filtres CAC lève le doute sur ces derniers. Le branchement de la servocommande collective n° 175 en parallèle élimine semble-t-il l'anomalie. L'analyse est rapide et le fait d'identifier un élément satisfait et rassure les techniciens. Le travail est effectué en dehors des horaires habituels.

L'historique des dépannages similaires montre toute la difficulté à poser un diagnostic pertinent dans cette situation.

La difficulté d'isoler et de lever la panne intermittente a pu contribuer à favoriser la survenue de l'incident. Les techniciens ont pu penser avoir levé la panne en toute logique alors qu'elle était en sommeil.

2.3.2.2. Conditions relevant de la supervision ou de l'organisationnel

- Absence de procédure d'analyse de cette panne

Le manuel de maintenance du Lynx ne possède pas de chapitre structuré analyse de panne dans ce cas. Dès lors, la méthode devient empirique et reste fondée sur le bon sens aéronautique et la connaissance des règles de l'art et l'expérience.

L'absence de documentation d'analyse structurée de ce cas de dysfonctionnement rend difficile la recherche de la panne intermittente et a pu permettre la survenue de l'incident.

- Absence d'échange du filtre CAC

Le message "MSG 48NP2607 SAERO/CENT/TECH de 2006 : Pilote automatique – MOD 699 – Introduction d'adaptateur filtrant sur les faisceaux" impose l'échange systématique du filtre CAC en cas d'impossibilité de désengager une voie collective. L'AIA CP est destinataire de cette directive qui aurait dû être appliquée pendant le dépannage.

Aucune mention n'est faite d'un changement de filtre CAC durant la visite VIS2 du Lynx P807. En revanche les mécaniciens ont permuté les deux filtres CAC pour lever le doute sur leur état.

La méthode employée par les personnels du SIAé ne prend pas en compte le retour d'expérience signalé par la marine nationale.

- Historique particulier de la servocommande collective n° 175

La panne observée sur le Lynx P260 conduit à la dépose de la servocommande collective n° 175 le 02 avril 2004. La fiche d'intervention technique (FIT) du 31 mars 2004 indique « à-coups en collectif au sol sur Lynx P260. Passage au banc, panne non constatée ». La panne qui perdure sur le Lynx P260 est finalement attribuée au câblage équipé coupure plancher mécanique servocommandes WG1346-021041. La servocommande n° 175 est donc remise en stock.

La consultation des FIT concernant la servocommande n° 175 (source AMASIS) indique ensuite :

- **FIT du 13 juillet 2005** : « application ctrl 6 partie b. rotation de l'embout à œil. Versement en 5ème section en attente de décision ».

Cette anomalie est découverte à l'occasion d'un contrôle de parc demandé par message n 12481/05/SIMMAD/ Flotte/F09. Le 28 novembre 2005 la servocommande est retournée chez le fabricant Goodrich. Elle subit une révision partielle. Elle est restituée aux forces le 09 novembre 2006. Elle entre en stock bon état.

Le 19 mars 2008 elle est déclarée hors tolérance lors du contrôle pour extension de la limite de stockage.

- **FIT du 20 mars 2008** : « limite de stockage atteinte. Essai NULL LANE 1 = à-coups électriques lors du déplacement vérin PA + soufflet détérioré, E/S *pick off* voie 1 effectué sans effet ».

La servocommande est envoyée en réparation chez le fabricant Goodrich. Elle est prise en compte le 09 avril 2010. Elle subit une seconde révision partielle et est libérée le 22 juin 2010, conformément aux règles de la FAR 145.

- **FIT du 23/11/2011** : Passage au banc - essais bon fonctionnement général – Bon pour reprise de stockage.

La servocommande collective n° 175 est finalement avionnée sur le Lynx P807 la veille de l'incident.

Ce constat conduit la SIMMAD à éditer la DTP n° 03/SIMMAD/F09/LYNX/2012 qui interdit de vol par mesures conservatoires les servocommandes non avionnées si l'équipement ne totalise aucune heure de vol depuis une mention « panne non constatée ».

L'hypothèse d'une nouvelle défaillance de la servocommande collective n° 175 est possible. Elle n'a pas été avionnée depuis 2004. La DTP émise par la SIMMAD met en doute le retour des équipements avec la mention « panne non confirmée ».

- Rédaction de la procédure d'urgence du manuel de vol

Le manuel de vol Lynx⁷ décrit la panne de circuit ouvert sur la boucle de réaction du vérin série de la chaîne de pas général. Le vérin oscille alors d'une butée à l'autre en réponse aux ordres du calculateur FCS. Le mouvement est ressenti comme une secousse verticale, brutale et sèche, à environ 3 Hz.

Cette description correspond exactement aux symptômes ressentis par l'équipage.

Le manuel de vol précise ensuite deux réactions :

« - Avant modif. 305 PT C/STI 95

Il faut appliquer du pas général et il faut se mettre en vol en translation. Cette action sature le calculateur d'accélération ce qui réduit l'oscillation ; ensuite on peut relâcher temporairement le levier de pas général pour que les deux voies "COLL" soient désengagées au niveau du boîtier de contrôle FCS. Par la suite, si nécessaire, la chaîne peut-être réengagée et la voie défectueuse identifiée et désengagée.

- Après modif. 305 Pt C/STI 95 (équipant le Lynx n° P807)

Le bouton de coupure calculateur d'accélération doit être pressé et maintenu pour désengager les deux voies du calculateur d'accélération. Ensuite, il faut stabiliser l'appareil en vol stationnaire et atterrir ou se mettre en configuration de vol en translation en condition de sécurité avant de relâcher le bouton de coupure calculateur d'accélération, d'identifier et désengager la voie défectueuse.

En cas d'atterrissage avec le bouton de coupure calculateur d'accélération maintenu pressé ; Il doit continuer à l'être jusqu'à ce que les deux voies "COLL" aient été désengagées au niveau du boîtier de contrôle FCS. Il ne faut pas tenter de faire le diagnostic de ce défaut au sol avec le rotor tournant car cela aurait pour résultat une secousse verticale brutale.

ATTENTION DANGER 1 : il ne faut pas tenter un atterrissage si les perturbations oscillatoires sont ressenties ; lorsque la modif. 305 PT C/STI 95 a été incorporée, "COLL 1" et "2" doivent être désengagés avant que le bouton de coupure calculateur d'accélération ne soit relâché au sol.

ATTENTION DANGER 2 : le désengagement de la voie en état de fonctionnement aggrave les oscillations ».

Le traitement de la panne est présenté de telle sorte que la panne est sensée disparaître après la coupure des deux voies COLL 1 et COLL 2 du CAC. Ceci est confirmé par le constructeur. Dans cet esprit il est indiqué qu'il ne faut pas tenter un atterrissage si des perturbations oscillatoires sont ressenties.

La formulation de la mention **ATTENTION DANGER 1** est ambiguë. Elle signifie a priori qu'il ne faut pas tenter un atterrissage sans avoir au préalable traité la panne en désengageant les deux voies du CAC.

⁷ UCF AN 110 (4ème partie – procédure secours – p 22)

Le cas où la panne persiste après avoir désengagé les deux voies du CAC n'est pas traité dans la documentation. Dès lors, l'équipage n'avait plus de procédure à sa disposition.

La rédaction de l'UCF AN 110 (manuel de vol Lynx WG13 4ème partie – procédure secours – p 22) est confuse et ne prend pas en compte le cas de figure rencontré par l'équipage. Dès lors une barrière de protection est fragilisée.

- Rédaction de la procédure d'urgence du mémento aéronavale

Le MCF AN110-1 – Mémento de procédures normales et secours du Lynx MK4-WG13 définit les symptômes observés à la rubrique S44. La panne S44 est classée "Urgence immédiate". Elle nécessite donc de se poser dans les plus brefs délais sur une aire dégagée. (page S3 du MCF AN110-1).

Dans le même temps, l'avertissement spécifie: « En aucun cas, il ne faut tenter un poser avec une oscillation verticale effective. Si par mégarde la voie non incriminée est coupée, l'oscillation s'amplifie ».

**La rédaction du MCF AN110-1 (mémento de procédures normales et secours du Lynx MK4-WG13) établit un degré d'urgence qui contredit l'avertissement qui l'accompagne.
De plus le mémento ne prend pas en compte la modification 305 Pt C/STI 95 appliquée sur l'aéronef (bouton CAC CUTOOUT).**

- Réaction de l'équipage :

L'équipage est confronté de manière inattendue et brusque à un phénomène d'oscillation verticale entreteu. Les procédures sont interprétables contradictoires et ne traitent pas, au final, le cas d'une panne persistant après la coupure des voies COLL 1 et COLL 2.

La procédure du manuel de vol est rédigée pour un pilote seul à bord. Le fait d'être deux personnels navigants en place avant leur permet de se répartir les tâches :

- le pilote actionne le bouton AFCS CUTOOUT du manche de pas cyclique. Il débraye ainsi les chaînes de tangage, roulis et lacet ainsi que les fonctions tenue de cap et tenue de hauteur radiosonde du PA ; les vérins de tangage, roulis et lacet se recentrent.

Cette action n'est pas prévue mais demeure sans influence sur le déroulé de la panne selon le constructeur.

Simultanément l'ENE débraye le CAC (chaîne de pas général) par la sollicitation sur les boutons COLL 1 et COLL 2 du boîtier de commande PA ». Cette action reste sans effet.

Au final l'industriel estime que la procédure appliquée par l'équipage est adaptée et aurait du faire cesser les oscillations en vol.

La réaction de l'équipage découle plus de son niveau d'expérience et de sa connaissance de l'aéronef que de l'application de procédures interprétables et contradictoires. Elle est adaptée à la situation. Elle a permis de préserver les vies humaines mais n'a pas suffi à sauvegarder l'intégrité de l'aéronef.

3. CONCLUSION

L'incident est un poser dur faisant suite à l'apparition en stationnaire, d'un phénomène vibratoire, brutal et entretenu (estimé à 2 à 3 coups par seconde), sur l'axe vertical de l'aéronef.

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

Lors des vols de bon fonctionnement au terme de la visite VIS2, les techniciens sont confrontés à une panne intermittente du bouton CAC CUTOUT situé sur le manche cyclique pilote, qui ne coupe pas toujours la voie collective « COLL 1 » du pilote automatique. Cette panne est complexe. Quatre antécédents attestent de la difficulté d'en identifier l'origine.

Le manuel de maintenance du Lynx ne possède pas de chapitre structuré « analyse de panne » dans ce cas.

Un impératif temporel existe. En chantier depuis onze mois, l'aéronef doit être impérativement livré aux forces le lundi 17 septembre 2012. Le dépannage est donc contraint.

La méthode employée est celle d'un « dépannage opérationnel ». Elle fait appel au bon sens aéronautique et à l'expérience des techniciens.

Les filtres CAC ne sont pas remplacés mais intervertis pour lever de doute.

La servocommande collective est finalement incriminée et échangée.

La servocommande collective n° 175 a un historique particulier. Elle n'a pas été avionnée depuis mars 2004 et a été déposée lors d'une panne similaire finalement attribuée à un câblage.

Les premiers points fixes et vols de bon fonctionnement sont normaux et laissent présager que la panne est résolue.

Lors de la mise en stationnaire face au vent à une hauteur de 40 pieds l'aéronef entre en oscillations sur l'axe vertical de manière inattendue, brutale et entretenue. Les modes supérieurs du PA ne sont pas engagés.

Le pilote annonce et débraye les chaînes du PA à l'aide du bouton AFCS CUTOUT. L'ENE annonce et coupe les deux voies collectives du CAC, sur le boîtier de commande PA.

Les oscillations perdurent. Les commandes de vol restent efficaces et répondent aux sollicitations. Le pilote décide un atterrissage d'urgence. L'appareil touche le sol sèchement.

Les oscillations augmentent légèrement au posé et ne s'arrêtent qu'à la réduction des moteurs.

Les vérifications structurales montrent des déformations importantes de l'aéronef qui sont les conséquences du poser dur.

Les vérifications entreprises à l'AIA CP mettent en évidence des anomalies sur la servocommande collective et le boîtier CAC.

Des doutes persistent sur les filtres CAC qui n'ont pas été échangés.

Les vérifications permettent d'attester du bon fonctionnement des boutons COLL 1 et COLL 2 du boîtier de commande PA. Ils fonctionnaient de façon optimale et fournissaient l'ordre à la servocommande collective.

3.2. Mécanisme plausible de l'évènement

Le poser dur est consécutif à l'apparition brutale et inattendue d'oscillations entretenues sur l'axe verticale, en stationnaire à 40 pieds. Malgré la coupure des voies COLL 1 et COLL 2 du CAC sur le boîtier de commande PA le phénomène perdure contre toute attente. Le pilote décide d'effectuer un poser d'urgence. L'impact au poser entraîne des déformations structurales importantes.

Une panne intermittente préexistait sur le bouton CAC CUTOOUT situé sur le manche collectif pilote, qui ne coupait pas toujours la voie collective « COLL 1 » du pilote automatique. L'absence de documentation de dépannage adaptée à ce cas, conjuguée à un enjeu de sortie de visite ont entraîné une « analyse contrainte » de la situation.

Les techniciens ont pu penser avoir réglé l'anomalie en changeant finalement la servocommande collective. Les contrôles et vols consécutifs les ont sans doute confortés dans cette optique.

La rédaction de l'UCF AN 110 (manuel de vol Lynx WG13 4ème partie – procédure secours – p 22) est confuse. Elle décrit le phénomène mais ne couvre pas le cas de figure rencontré par l'équipage.

La rédaction du MCF AN110-1 (mémento de procédures normales et secours du Lynx MK4-WG13) établit un degré d'urgence qui contredit l'avertissement qui l'accompagne. De plus le mémento ne prend pas en compte la modification 305 Pt C/STI 95 qui équipe l'aéronef (bouton CAC CUTOOUT).

La procédure du manuel de vol est rédigée pour un pilote seul à bord. Le fait d'être deux personnels navigants en place avant leur permet de se répartir les tâches.

La réaction de l'équipage découle donc plus de son niveau d'expérience et de sa connaissance de l'aéronef que de l'application de procédures interprétables et contradictoires.

L'industriel estime que la procédure appliquée par l'équipage est adaptée et aurait du faire cesser les oscillations en vol ce qui n'a pas été le cas et reste inexpliqué.

La réaction équipage jugée adaptée à la situation a permis de préserver le personnel à bord.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

4.1.1. Absence de documentation structurée d'analyse de panne

Le manuel de vol UCF AN110, section 40 page 22 décrit la panne de réaction circuit ouvert, sur la boucle de réaction du vérin série de la chaîne de pas général, par des symptômes identiques à ceux rapportés par l'équipage. Quatre antécédents sont recensés au sein de l'aéronaval. Westland confirme un risque de contre réaction aux commandes collectives en cas de coupures d'informations au niveau de la servocommande collective. Le constructeur n'a jamais réussi à reproduire le phénomène au sol car il est étroitement lié aux conditions de vol.

Malgré cela aucune documentation structurée d'analyse de panne n'existe pour ce cas de figure.

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

la délégation générale de l'armement, en relation avec le constructeur, l'armée de l'air (SIAé) et la marine nationale de faire évoluer la documentation technique en la matière.

4.1.2. Analyse de panne « opérationnelle » effectuée en milieu industriel

L'absence de documentation de dépannage adaptée à ce cas, conjuguée à un enjeu de sortie de visite ont entraîné une « analyse opérationnelle » de la situation.

Les levers de doute judiciaires n'ont cependant pas permis d'écarter certaines anomalies constatées lors des contrôles postérieurs effectués à l'AIA CP (sur la servocommande collective et le boîtier CAC).

Cette procédure a en outre ignoré le message "MSG 48NP2607 SAERO/CENT/TECH de 2006 : Pilote automatique – MOD 699 – Introduction d'adaptateur filtrant sur les faisceaux" qui impose l'échange systématique du filtre CAC en cas d'impossibilité de désengager une voie collective. L'AIA CP est destinataire de cette directive. En revanche les mécaniciens ont permuté les deux filtres CAC pour lever le doute sur leur état.

La pression temporelle due au respect des délais et accrue par la persistance d'une panne en toute fin de visite a pu affaiblir les protections habituelles d'un atelier de soutien industriel.

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

l'armée de l'air (SIAé) de réévaluer ses processus industriels mis en œuvre lors d'une analyse de panne, en toute fin de chantier.

4.1.3. Rédaction du manuel de vol

L'UCF AN 110 (manuel de vol Lynx WG13 4ème partie – procédure secours – p 22) confirme un risque de contre réaction aux commandes collectives en cas de coupures d'informations au niveau de la servocommande collective.

Le traitement de la panne est présenté de telle sorte qu'elle est sensée disparaître après la coupure des deux voies COLL 1 et COLL 2 du CAC sur le boîtier du PA. Ceci est confirmé par le constructeur. Le cas où la panne persiste après avoir désengagé les deux voies du CAC n'est pas traité dans la documentation. Dès lors l'équipage n'avait plus de procédure à sa disposition.

La rédaction de l'UCF AN 110 est interprétable. Elle ne prend pas en compte le cas de figure rencontré par l'équipage. Dès lors une barrière de protection est fragilisée.

La configuration des Lynx de l'aéronavale est unique et son usage est totalement militaire. Westland, qui est détenteur d'un certificat de type délivré par la DGA, étudie certaines questions posées dont la plus importante :

Quelle conduite adopter lorsque la procédure d'urgence n'arrête pas les oscillations verticales, alors même que le manuel de vol décrit le phénomène ?

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

la délégation générale de l'armement, en relation avec la SIMMAD, le constructeur et la marine nationale de faire évoluer le manuel de vol, en clarifiant la conduite à tenir par les équipages sur cette panne d'une part et en traitant le cas rencontré par le Lynx n° P807 d'autre part.

4.1.4. Rédaction de la procédure d'urgence du mémento de l'aéronautique navale

La rédaction du MCF AN110-1 (mémento de procédures normales et secours du Lynx MK4-WG13) établit un degré d'urgence incompatible avec l'avertissement qui l'accompagne.

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

la marine nationale d'entamer une réflexion sur la classification des pannes dans les mémentos d'équipage.

De plus le mémento ne semble pas prendre en compte la modification 305 Pt C/STI 95 qui équipe l'aéronef (bouton CAC CUTOUT).

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

la marine nationale de corriger le MCF AN110-1 afin de le mettre en conformité avec le manuel de vol.

4.1.5. Poursuites techniques

Quatre antécédents sont recensés au sein de l'aéronavale. Lors des dépannages respectifs les pièces le plus souvent incriminées et échangées sont : calculateur d'accélération – servocommande collective – état et cheminement des câblages – filtre CAC – « câblage plancher/servocommande WG1346-021041 ».

Les contrôles effectués au sein de l'AIA CP ont permis de mettre en évidence plusieurs anomalies sur la servocommande collective ainsi que sur le boîtier CAC.

Une réunion de synthèse s'est déroulée à l'AIA CP en présence de représentants de la DGA DT de DGA EV, de la SIMMAD/flotte Helo 09, du BEAD Air, afin de faire le bilan des contrôles et de déterminer les pièces restant à expertiser. L'avis du constructeur Westland a été également requis. A la lumière des résultats obtenus, seuls les organes suivants nécessitent une expertise chez le constructeur ou ses sous-traitants dans le cadre de marchés ad hoc sous la responsabilité de la DGA DT/UMHELI, en liaison avec la SIMMAD (cf. annexe 5) :

- la servocommande collective PN 30495-211 n° 175 ;
- le boîtier CAC PN 49-013-13MOQ1 n° 639 ;
- les deux filtres CAC.

A l'issue de ces prélèvements l'hélicoptère Lynx n° P807 est remis au SIAé. L'AIA de Cuers doit également achever l'expertise des câblages aéronef par ultime test du bon contact des broches des prises concernant l'asservissement en collectif.

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

la délégation générale de l'armement, en relation avec la SIMMAD, le SIAé et le constructeur de poursuivre les investigations sur :

- la servocommande collective PN 30495-211 n° 175 ;**
- le boîtier CAC PN 49-013-13MOQ1 n° 639 ;**
- les deux filtres CAC ;**

dans le cadre de marchés de soutien technique dédiés et de tenir le BEAD-air informé de la date des expertises et de leurs résultats.

4.1.6. Historique particulier de la servocommande collective n° 175

La servocommande collective n° 175 a un historique particulier. Elle n'a pas été avionnée depuis mars 2004 et a été déposée lors d'une panne similaire, finalement attribuée à un câblage. Elle a subi deux révisions partielles chez l'industriel. Elle est contrôlée au banc pour reprise de stockage le 23 novembre 2011 et est alors déclarée « bon fonctionnement général ». Elle est finalement avionnée sur le Lynx P807 la veille de l'incident.

Ce constat conduit la SIMMAD à éditer une DTP qui interdit de vol par mesures conservatoires les servocommandes non avionnées si l'équipement ne totalise aucune heure de vol depuis une mention « panne non constatée ».

Cette séquence mérite d'être analysée par les services qualités de l'Etat français, qui effectuent la surveillance du réparateur concepteur de la servocommande collective, afin d'évaluer le processus industriel suivi.

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

la SIMMAD, en relation avec la DGA, d'évaluer les processus suivis par la société Goodrich dans le cadre des révisions partielles effectuées sur la servocommande n° 175 et sur la fiabilité de ces réparations en général.

4.1.7. Non adoption de la modification n° 346

Westland signale qu'à plusieurs reprises il a recommandé l'application de la modification n° 346 qui selon lui améliore le cheminement des câbles des servocommandes en optimisant leurs rayons de courbures tout en améliorant le blindage.

La perception étatique est toute différente. Cette modification ne concerne que les appareils de la *Royal Navy* pour un besoin propre.

L'industriel confirme que la modification n'est pas applicable aux avions français mais sans en connaître la raison exacte.

Afin de lever le doute, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

la délégation générale de l'armement, en relation avec le constructeur et la marine nationale de réévaluer la pertinence d'appliquer la modification n° 346 aux Lynx.

ANNEXE

ANNEXE Historique des pannes similaires sur la flotte Lynx37

ANNEXE

Historique des pannes similaires sur la flotte Lynx

- LYNX n° P624

Le 07 novembre 1995, lors d'un vol en station sonar, le CA perçoit l'allumage du voyant ambre PA et constate que le voyant COLL 2 est éteint. Le Lynx quitte la station et le CA applique la procédure (coupe la voie COLL 1 – coupe les deux voies pitch). D'importants à-coups verticaux sont alors perçus l'appareil restant pilotable et les paramètres étant normaux. Le CA coupe le PA et COLL *actuator*, les à-coups persistant, il pose l'appareil en urgence immédiate. Les à-coups sont ressentis jusqu'à la réduction rotor. Un dysfonctionnement du CAC est diagnostiqué. La persistance des à-coups est attribuée au non désengagement de la voie COLL 2 par le pilote. (cf. message RTS 24/96/SMD du 11 février 1996).

- LYNX n° P260

Entre le 16 décembre 2003 et le 19 mars 2004, des à-coups verticaux sont observés de manière aléatoire sur le Lynx P 260. La recherche de panne s'avère fastidieuse. De nombreuses pièces sont échangées sur l'aéronef dont la servocommande collective n° 175 qui équipe actuellement le Lynx P807. Le phénomène se reproduit malgré la dépose de cette dernière. Le câblage équipé plancher est finalement mis en cause. (cf. message RTS 16/04/HYE du 17 décembre 2004).

- LYNX n° P622

Le 03 octobre 2007, lors d'un vol technique, la mise en route s'effectue normalement et les essais du PA ne révèlent aucune anomalie. Afin de dégager l'aire le commandant d'aéronef décide de rouler sur une vingtaine de mètres. Après avoir arrêté la machine, il demande au copilote de positionner ses doigts sur les boutons AFCS-CUT OUT et CAC-CUT OUT. Il enclenche le PA ainsi que les voies COLL 1 COLL 2. Dès l'enclenchement de forts mouvements verticaux apparaissent (2 à 3 rebonds par seconde de la hauteur d'une roue). Le copilote appuie aussitôt sur les boutons AFCS et CAC CUT OUT afin de couper le PA et le CAC, sans effet. Le CA tente alors la même action, sans succès également. Il essaye alors d'atteindre l'interrupteur COLL ACTUATOR situé au dessus du copilote mais les mouvements verticaux très violents rendent l'action impossible. Dans le même geste, il attrape les manettes de débit des GTM 1 et 2 et les place au cran ralenti sol. L'intensité des mouvements verticaux diminue avec la chute des tours rotor, puis disparaissent lors de la perte de la génération alternative (NR < 78%). La panne est toujours présente malgré l'échange standard de la servocommande collective. Un défaut intermittent en continuité est finalement identifiée sur le « câblage équipé coupure plancher mécanique ». Les essais sont concluants suite à l'échange standard du câblage. (cf. message CRFT G3/HYE/07/33 du 20 décembre 2007).

- LYNX n° P621

Le 16 avril 2009 lors d'une mission au vol en formation sous JVN de deux Lynx le commandant d'aéronef en place droite (PF) se tient prêt pour l'enclenchement du PA. Lorsque le pilote gauche (PNF) enclenche la voie COLL 1 puis la voie COLL 2, un léger à-coup est ressenti par l'équipage. Le test complet du PA a été effectué 5 minutes plus tôt sans aucune anomalie. Le CA demande au PNF de couper les deux voies COLL et de les enclencher à nouveau dans le même ordre. Toujours ce même petit à-coup sans allumage du voyant PA et sans divergence des deux voies COLL. Le CA demande alors au PNF de couper une nouvelle fois les deux voies et de les réenclencher mais dans l'ordre inverse COLL 2 puis COLL 1. L'enclenchement de la voie COLL 1 provoque des à-coups verticaux très brutaux et très rapides. Le CA tente alors immédiatement de débrayer les voies COLL à l'aide du bouton CAC CUT OUT sans succès. Dans la foulée, il met la manette de débit GTM2 sur l'arrière. Le PNF dans le même temps met la manette de débit GTM1 sur l'arrière. Cette réaction rapide stoppe les mouvements verticaux avec la perte de la génération alternative (NR<78%). Ces forts mouvements ont duré moins de dix secondes. Les contrôles mettent en évidence un dysfonctionnement de la voie COLL 2. L'échange standard de la servocommande principale est effectué. (cf. événement 1/09/31F base sécurité des vols de l'aéronautique navale).