



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT

D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



Photo : Joachin Bertrand - DDCS

BEAD-air-S-2013-013-I

Date de l'événement	02 octobre 2013
Lieu	Saint-Raphaël (Var)
Type d'appareil	Canadair CL415
Immatriculation	F-ZBFN - P33
Organisme	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
Unité	Base avions de la sécurité civile de Marignane

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

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

UTILISATION DU RAPPORT

L'objectif du rapport d'enquête de sécurité 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 : Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC)

Photos :

- Pages 11, 14 : BEAD-air

Illustrations :

- Pages 21, 22 : BEAD-air et *Google Earth*

Schémas :

- Pages 11, 13 : DGSCGC

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	6
1.1. Déroulement du vol	6
1.2. Tués et blessés	7
1.3. Dommages à l'aéronef	8
1.4. Autres dommages	8
1.5. Renseignements sur le personnel	8
1.6. Renseignements sur l'aéronef	9
1.7. Conditions météorologiques	12
1.8. Aides à la navigation	12
1.9. Télécommunications	12
1.10. Renseignements sur la base de déroutement d'Hyères	12
1.11. Enregistreurs de bord	12
1.12. Renseignements sur la zone d'entraînement et l'appareil	13
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	14
1.14. Incendie	15
1.15. Survie des occupants	15
1.16. Essais et recherches	15
1.17. Renseignements sur la BASC de Marignane	15
1.18. Renseignements supplémentaires	15
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	17
2. Analyse	18
2.1. Etat de fonctionnement de l'appareil avant l'événement et scénario de dégradation du ballonnet	18
2.2. Analyse des conditions aérologiques et hydrologiques	19
2.3. Analyse du vol et reconstitution du mécanisme de l'événement	20
2.4. Conditions préalables aux erreurs humaines	27
2.5. Conditions d'origine organisationnelle, culturelles ou systémiques	29
2.6. Gestion de l'événement par l'équipage et le chef de noria	31
3. Conclusion	32
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement	32
3.2. Causes de l'événement	32
4. Recommandations de sécurité	34
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	34
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	35
ANNEXES	37
ANNEXE 1 PROCEDURE D'ECOPAGE TYPE MAUVAISE MER	38
ANNEXE 2 PROCEDURE ANORMALE « CONDUITE A TENIR EN CAS DE PERTE DE BALLONNET »	42
ANNEXE 3 EXTRAIT DES CONSIGNES PERMANENTES D'OPERATIONS	43

GLOSSAIRE

BASC	base avions de la sécurité civile
CdB	commande de bord
COPIL	copilote
CVR	<i>cockpit voice recorder</i> – enregistreur de voix
DGSCGC	direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
FDR	<i>flight data recorder</i> – enregistreur de vol
g	constante de pesanteur : 9,81m.s ⁻²
kt	<i>knots</i> - nœuds (1 kt ≈ 1,852 km/h)
lbs	<i>pound</i> = livre US - 1 lbs = 0,45 kg
MEP, SEP	<i>multi et single engine pilot</i>
OSAB	officier de sécurité aérienne base
PCB	pilote commandant de bord
Vi, Vz	vitesse indiquée, vitesse ascensionnelle

SYNOPSIS

Date de l'événement : mercredi 02 octobre 2013 à 14h56
Lieu de l'événement : baie de Saint-Raphaël
Organisme : direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
Unité : base avions de sécurité civile de Marignane
Aéronef : Canadair CL415 F-ZBFN - P33
Nature du vol : entraînement à la reconnaissance de plans d'eau en mer
Nombre de personnes à bord : 2

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Lors d'un entraînement à l'écopage, le ballonnet droit de l'appareil heurte la mer. L'équipage est indemne. L'aéronef est endommagé.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un enquêteur adjoint du BEAD-air.
- Un enquêteur de premières informations (EPI).
- Un expert pilote.
- Un expert mécanicien.

Autres experts consultés

- Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA, site de Brétigny).
- Société Sabena Technics (site de Marignane).
- DGA-Essais Propulseurs (DGA-EP/DAI/RESEDA, site de Saclay).
- Météo France.

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air a été informé de l'accident par téléphone, vers 16 h 25 par la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC).

Un EPI a été désigné par le BEAD-air.

Le groupe d'enquête s'est réuni à Marignane dans l'après-midi du 03 octobre 2013 pour débiter les investigations.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Contexte du vol

La saison feu 2013 est caractérisée par l'activité opérationnelle la plus faible depuis 1993 (moyenne de 30 heures d'intervention feu par commandant de bord (CdB) sur les trois mois d'été). Dans ce contexte, le secteur Canadair a décidé de poursuivre une activité de vols d'entraînement soutenue jusqu'à fin octobre contrairement aux années précédentes, dans le but de maintenir la compétence. Il est ainsi prévu un entraînement à la reconnaissance de plans d'eau au profit de trois équipages. Le parcours choisi pour la noria de trois appareils est le circuit REC1 comprenant huit plans d'eau en mer à l'Est de Marignane. Sur chaque plan d'eau qui présente un niveau de difficulté différent, le chef de noria propose différents axes d'écopage intégrant ainsi diverses contraintes : axes du vent, axes d'évolution de la houle, activités maritime etc.

1.1.2. Vol

Indicatif mission : P33

Type de vol : CAG¹/VFR²

Type de mission : entraînement à la reconnaissance de plans d'eau en mer

Point de départ : aéroport de Marignane

Heure de départ : 14h00

Durée du vol prévue : 2 heures et 30 minutes

Point d'atterrissage prévu : aéroport de Marignane

1.1.3. Déroulement

1.1.3.1. Préparation du vol

Le briefing a été effectué par le chef de noria aux cinq autres membres d'équipage concernés. Sont notamment présentés :

- les prévisions météorologiques ;
- les informations aéronautiques relatives aux espaces aériens traversés.

Il décrit le déroulement de la mission qui comportera la réalisation de trois présentations suivies d'un écopage sur chaque plan d'eau :

- le premier écopage, standard en fonction de l'état du plan d'eau ;
- le second, ayant pour objectif de travailler une particularité telle que l'écopage par vent de travers ;
- le troisième défini selon les conditions du plan d'eau.

Le chef de noria précise que tout CdB ayant un doute sur une présentation est autorisé à interrompre l'approche.

¹ CAG : circulation aérienne générale

² VFR : *visual flight rules* – règles de vol à vue

1.1.3.2. Description du vol

Parti de Marignane à 14h06, le chef de noria adapte le circuit en fonction de l'activité maritime et les contraintes météorologiques. Après avoir effectué une dizaine d'écopages en mer sur quatre zones différentes (Le Brusuc, Almanarre (Hyères), Porquerolles et Brégançon), la noria se présente vers 15h00 en baie de Saint-Raphaël. A l'issue de la reconnaissance, la zone présentant une forte concentration de planches à voile, kite-surf et voiliers, le chef de noria propose³ d'effectuer le premier exercice face au vent selon un axe au 110°. A la fin de ce premier écopage interrompu à mi-plein compte tenu des conditions de mer rencontrées, il propose un deuxième écopage selon un axe au 200° avec un vent traversier de la gauche et une trajectoire parallèle au train de houle.

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

Le P33 est l'équipier n° 2 de la noria. Il effectue l'approche volets 15° avec une vitesse d'environ 90 kt. Le point de toucher est décidé et l'appareil amerrit à une vitesse de 75 kt. L'appareil s'« installe » et le pilote commandant de bord (PCB) décide l'ouverture des écopages. Après avoir récupéré environ 3 000 Lbs d'eau, une vague heurte violemment l'appareil.

Le PCB note que l'accéléromètre a dépassé les limites habituelles. Il affiche progressivement la pleine puissance et demandant la rentrée des écopages à son copilote, adopte l'assiette de décollage et « sort » l'avion de l'eau. Durant la phase de décollage, l'aile gauche se soulève et un léger à-coup à droite en lacet est ressenti alors que le pilote contre à gauche. Le décollage se poursuit et, effectuant les actions « après écopage », l'équipage constate la dégradation du ballonnet droit et l'annonce au leader.

1.1.4. Localisation

- Lieu :
 - baie de Saint-Raphaël (Var)
 - altitude de l'événement : surface de la mer
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Le Luc

1.2. Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			
Graves			
Légères			
Aucune	2		

³ Le verbe utilisé dans la documentation (cf. annexe 1) est « déterminer ». Il s'avère dans la pratique que les équipiers ont liberté de manœuvre sur le choix de l'axe d'écopage.

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
CL415 P33			X	

1.4. Autres dommages

Néant.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Commandant de bord

- Age : 46 ans
- Qualification : CdB opérationnel CL415
- Origine : armée de l'air (C160 Transall)
- Carrière base avions de la sécurité civile (BASC) :
 - entré à la BASC en mars 2008
 - copilote CL415 jusqu'à l'été 2012
 - vols d'aptitude CdB CL415 débutés en mars 2011
- Qualifié CdB opérationnel sur CL415 en juillet 2012
 - renouvellement qualification de type CL415 le 03 avril 2013
- Heures de vol comme pilote d'avions :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur avions	dont sur CL415	sur avions	dont sur CL415	sur avions	dont sur CL415
Total (h)	8 814	674	92	92	21	21
Dont en tant que CDB	4 533	202	88	88	21	21

- Nombre d'écopages en tant que pilote (en fonction de CdB ou de copilote (COPILOTE), pilote aux commandes ou non) : 2 739
- Nombre d'écopages en tant que CdB en place gauche

Total	Dans le semestre écoulé	Dans les 30 derniers jours
661	387	86

- Date du dernier vol sur CL415 et mission associée : 28 septembre 2013, intervention feu sur Marseille
- Date du dernier écopage comme PCB : 28 septembre 2013
- Carte de circulation aérienne : licence FCL CPL/IR
 - fin de validité QT et IR : 30 avril 2014

1.5.2. Copilote

- Age : 28 ans
- Qualification : COPIL opérationnel CL415
- Origine : civile SEP et MEP (DA40, DA42...)
- Carrière BASC :
 - entré à la BASC en mars 2012
 - vols d'aptitude copilote CL415 débutés en avril 2012
- Qualifié copilote opérationnel sur CL415 en juillet 2012
 - renouvellement qualification de type CL415 en avril 2014
- Heures de vol comme pilote d'avions :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur avions	dont sur CL415	sur avions	dont sur CL415	sur avions	dont sur CL415
Total (h)	2 890	212	73	73	10	10

- Nombres d'écopages comme COPIL :

Total	Dans le semestre écoulé	Dans les 30 derniers jours
722	269	44

- Date du dernier vol sur CL415 et mission associée : 23 septembre 2013, entraînement à la reconnaissance de plans d'eau
- Date du dernier écopage comme copilote : 23 septembre 2013
- Carte de circulation aérienne : licence FCL CPL/IR
 - fin de validité QT et IR : 31 mai 2014

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Commandement organique d'appartenance : DGSCGC, sous-direction des moyens nationaux, bureau des moyens aériens.
- Unité d'affectation : BASC de Marignane
- Type d'aéronef : Canadair CL415

- Caractéristiques :

	Type	Numéro	Heures de vol totales	Cycles de vol totaux	Heures de vol depuis la dernière visite 75h
Cellule	CL415	P33	5 161	4 594	16,3

- Nombres d'écopages : 18 271
- Nombre de largages : 18 451
- Nombres d'atterrissages : 3 093

1.6.1. Maintenance

Sans objet.

1.6.2. Masse et centrage

La masse et le centrage sont dans les limites spécifiées du manuel de vol. La masse de l'appareil calculée avec les éléments en possession du groupe d'enquête de sécurité est de 37 000 Lbs au moment du heurt de ballonnet⁴.

1.6.3. Performances

- Vitesse d'approche à adopter lors de la finale avant écopage : 90 kt
- Vitesse recommandée en écopage : 70 kt
- Vitesse de décrochage, en configuration écopage (volet 15°, train rentré), moteur réduit, à la masse de 37 000 Lbs : 72 kt
- Incidence de décrochage en configuration écopage : 43
- Vitesse de sortie de l'eau à la masse de 37 000 Lbs (Vg) : 78 kt
- Vmca : 84 kt
- V1 : 84 kt
- Temps nécessaire pour effectuer un plein en eau sur plan d'eau calme : 12 secondes
- Limitation vent travers en écopage : 12 kt

L'écopage est une phase de vol intermédiaire où se mélangent lois et forces aérodynamiques et hydrodynamiques. L'aéronef « *n'est plus tout à fait un avion et pas tout à fait un bateau* ».

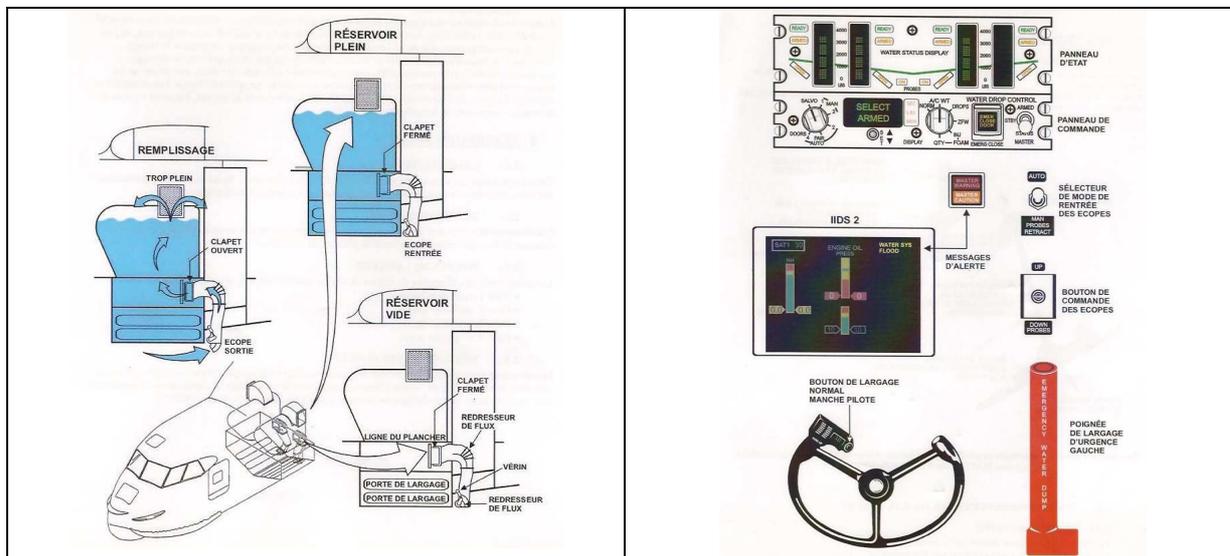
1.6.4. Carburant

- Quantité de carburant à la mise en route : 6 500 Lbs de F-34 avitaillées à Marignane
- Quantité de carburant restante au moment de l'événement : 4 500 Lbs

⁴ Masse à la mise en route – quantité de carburant consommé + quantité d'eau écopée.

1.6.5. Description du système d'écopage

L'ensemble du système de largage est composé de quatre compartiments indépendants d'une capacité totale d'environ 13 500 Lbs. Les quatre réservoirs peuvent être vidés, soit simultanément, soit deux par deux, soit individuellement. Le largage peut être commandé depuis les postes pilote ou copilote. Le système dispose d'un dispositif de délestage d'urgence et d'un circuit de fermeture en secours des portes de largages. Plusieurs voyants et indicateurs permettent de connaître l'état du système.



Vue d'ensemble, commandes et indicateurs du circuit de largage

1.6.6. Description de l'avertisseur de décrochage et du système de détection d'angle d'attaque

Le système avertisseur de décrochage comprend un détecteur sur le bord d'attaque de l'aile droite. A l'approche de l'incidence de décrochage, le détecteur est poussé vers le haut par le flux d'air. Lorsque l'angle d'attaque du flux arrive dans la plage de décrochage, le klaxon d'alarme de décrochage retentit dans le poste de pilotage. Le klaxon fonctionne en avance, 7 à 12 kt avant le décrochage effectif, pour donner aux pilotes le temps d'effectuer les corrections nécessaires. Le système de détection d'angle d'attaque indique en continu l'angle d'attaque de l'avion par rapport à son angle de décrochage. Le détecteur est une girouette positionnée sur le bord d'attaque de l'aile gauche, qui s'aligne dans l'écoulement de l'air. Ces signaux, ainsi que la position des volets sont transmis à un calculateur qui alimente l'indicateur d'angle d'attaque présent sur la partie supérieure du tableau pilote et donne une information de Vi/Vs.



Indicateur d'angle d'attaque

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions

Les prévisions de vol ont été présentées au briefing par le chef de noria à partir des données d'un portail météo Internet. Dans le secteur de la baie de Saint Raphaël :

- vent : secteur Sud-Sud-Est pour 10 à 15 kt ;
- visibilité : supérieure à 10 km ;
- nébulosité : pas de nuage significatif.

1.7.2. Observations sur le lieu de l'entraînement

Les équipages témoignent que les observations sur le lieu de l'événement sont conformes aux prévisions.

1.8. Aides à la navigation

Le pilote commandant de bord évolue en n° 2 d'une noria de trois appareils dont le chef assure une navigation à l'estime.

1.9. Télécommunications

Au moment de l'événement, l'équipage est en émission-réception sur une fréquence interne à la noria, en réception avec les opérateurs au sol et avec le contrôle.

1.10. Renseignements sur la base de déroutement d'Hyères

La base d'aéronautique navale d'Hyères comprend deux pistes. La piste 05 utilisée par l'équipage du P33 est revêtue et comprend une distance d'atterrissage de 1 900 mètres. Le niveau du service de sauvetage et de lutte contre l'incendie aéronaves sur les aérodromes (SSLIA) est de 7.

1.11. Enregistreurs de bord

1.11.1. Équipements des CL415 de la BASC

La DGSCGC a achevé en 2012 l'équipement de l'ensemble de sa flotte CL415 en enregistreurs de vol FDR (L3COM P/N 2202-2000-000) et d'enregistreurs de voix CVR (L3COM P/N 2100-1020-02), à mémoires statiques. 43 paramètres sont enregistrés sur le FDR, à des fréquences de 1 à 8 Hz. Quatre pistes sont enregistrées en boucle de 2 heures sur le CVR. Concernant les GPS 1 et 2 de l'appareil, la trajectoire n'est pas enregistrée.

1.11.2. Extraction des données

Concernant le FDR, les données ont été extraites le 04 octobre sans dépose (via le *quick access recorder* (QAR)), par l'expert mécanicien du BEAD-air (représentant de Sabena Technics). Les données sont complètes et valides.

Le CVR a été déposé de l'appareil le 04 octobre par l'expert mécanicien du BEAD-air et transmis à DGA EP/DAI/RESEDA le 07 octobre pour exploitation. Les données sont complètes et la qualité sonore permet leur exploitation.

1.11.3. Exploitation - Animation vidéo du vol

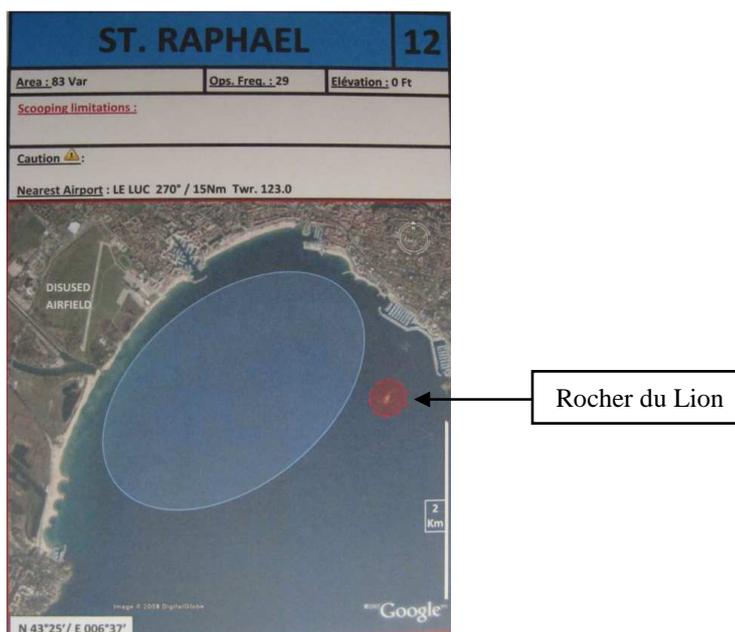
Afin d'analyser le vol lors de l'écopage, DGA EP/DAI/RESEDA a réalisé une animation vidéo à partir des données du FDR. La bande, issue du CVR a été synchronisée sur cette animation.

1.12. Renseignements sur la zone d'entraînement et l'appareil

1.12.1. Renseignement sur la zone d'entraînement

Concernant le vol d'entraînement à la reconnaissance de plan d'eau, il existe une vingtaine de circuits de reconnaissance de plans d'eau (de REC1 à REC 20). Le circuit REC1 correspond à un circuit de reconnaissance de plans d'eau en mer dans le Sud-Est.

Tous les plans d'eau sont répertoriés dans un manuel appelé recueil des plans d'eau. Il reprend chaque plan d'eau homologué et validé par région (Corse, Provence, Rhône/Alpes Languedoc/Massif Central, sud-ouest et France nord). Le plan d'eau de Saint-Raphaël est référencé n° 12 en Provence.



Fiche du plan d'eau de Saint-Raphaël

Les opérateurs au sol sont en contact VHF avec le chef de noria pour assurer la sécurité du plan d'eau. Ils peuvent être amenés à fournir une information de vent.

1.12.2. Renseignement sur l'appareil

Les principales constatations visuelles sur l'appareil sont les suivantes :

- le ballonnet droit est endommagé et ne tient plus que par quelques rivets ;
- le pylône comporte un enfoncement et une trace rouge sur la partie arrière à environ 80 cm du ballonnet.

La partie inférieure du Canadair ne comporte aucun des indices caractéristiques d'un impact brutal avec la mer (déformations des portes de train avant, moustaches, redan...).



Endommagement du ballonnet droit

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : CEMPN classe 1
 - date : 19 octobre 2012
 - résultat : apte pilote avion
 - validité : 1 an
- Examens biologiques et blessures : néant

1.13.2. Copilote

- Dernier examen médical :
 - type : CEMPN classe 1
 - date : 15 avril 2013
 - résultat : apte pilote avion
 - validité : 1 an
- Examens biologiques et blessures : néant

1.14. Incendie

Sans objet.

1.15. Survie des occupants

1.15.1. Témoignages des équipages relatifs à la gestion de l'événement

Dans le cadre de l'application des actions « après écopage », les deux membres d'équipages constatent l'endommagement du ballonnet droit. Le chef de noria est alerté. Ce dernier assiste son équipier n° 2 dans la gestion de l'événement et propose à l'équipier n° 3 de poursuivre son entraînement à la reconnaissance de plans d'eau. Le risque de perdre le ballonnet étant jugé important, il est décidé d'effectuer un survol maritime dans une configuration adaptée : à 100 ft de hauteur, à une vitesse d'environ 100 kt et volet à 10°. Le chef de noria conserve le contact avec le contrôle pour soulager son équipier. A la lecture de la procédure anormale « Conduite à tenir en cas de perte de ballonnet », il est décidé de se poser sur la base d'aéronautique navale d'Hyères considéré comme étant le terrain adapté le plus proche.

1.15.2. Organisation des moyens de secours sur la base de déroutement d'Hyères

Les moyens de secours au sol sont mis en œuvre, et les deux Canadair se posent sans encombre vers 15h21.

1.16. Essais et recherches

Néant.

1.17. Renseignements sur la BASC de Marignane

Le chef du bureau des moyens aériens (BMA) est le chef organique des moyens aériens de la Sécurité Civile. La BASC est dirigée par un chef de base. Douze Canadair, neuf Tracker, deux Dash8 et trois Beech 200 y sont mis en œuvre.

Elle compte 42 pilotes possédant la qualification de type CL415 dont :

- 25 commandants de bord dont 20 chefs de noria et 9 instructeurs (aussi qualifiés chefs de noria) ;
- 17 copilotes.

L'officier de sécurité aérienne base (OSA-B) est le conseiller du chef de base en matière de sécurité aérienne. Il est placé sous l'autorité du conseiller de sécurité aérienne du BMA.

L'OSA-B possèdent 5 OSA dont l'un est OSA du secteur Canadair. Les chefs de secteurs sont responsables de la sécurité aérienne dans leur secteur respectif. Le secteur Canadair dispose d'une cellule sécurité des vols dont l'OSA-S du secteur Canadair est le correspondant privilégié de l'OSA-B. La chaîne de la sécurité aérienne est encadrée par deux textes référentiels que sont :

- les directives générales de la sécurité aérienne (DGSA) ;
- les consignes permanentes de la sécurité aérienne (CPSA).

1.18. Renseignements supplémentaires

1.18.1. Formation à la qualification CdB opérationnel sur CL415

Le paragraphe qui suit est extrait des consignes permanentes formation entraînement et contrôle de la base d'avions de la sécurité civile, version du 09 mai 2012.

FORMATION QO (qualification opérationnelle)

Elle se répartit en deux phases :

- *Phase de transformation bombardier d'eau (TBE).*
- *Phase de mise en condition opérationnelle (MCO).*

1. Phase de transformation bombardier d'eau :

- *Un perfectionnement terrestre et hydro avec écopages : 20 heures de vol réparties en 15 missions (CDB 1 à CDB 15).*

Nota : Après le vol CDB 12, le pilote peut effectuer des vols hydro avec écopages, sur plans d'eau fermes, en tant que commandant de bord avec un copilote désigné par le chef de secteur ou le chef pilote.

A cet effet, une « note de circonstance » sera rédigée par le chef de secteur.

2. Phase de mise en condition opérationnelle :

Elle débute après l'exécution de CDB 15 et se compose de :

- *Connaissances théoriques : briefing effectuée par un instructeur sur le GAAR, documentations et procédures concernant les feux de forêt ;*
- *Reconnaissances plans d'eau et travail sur cibles (Alpes-Maritimes, Corse) réparties en 7 missions et 23 heures ;*
- *Un minimum de 5 missions feux et 100 largages ;*
- *Un perfectionnement au cours d'une saison estivale (comprenant au moins un détachement en Corse) ayant pour objectif de développer les aptitudes :*
 - *Au largage sur feux réels ;*
 - *A l'écopage dans toutes conditions opérationnelles (vent, houle et clapot) ;*
 - *Au travail en équipage ;*
 - *Au travail au sein d'une noria.*

Un vol de qualification sur feux (contrôle à la Qualification Opérationnelle) effectuée par le chef de secteur ou le chef pilote.

A l'issue du vol de contrôle d'aptitude, la qualification « commandant de bord opérationnel CL 415 » est attribuée par le chef de secteur, par délégation du chef de la BASC.

Nota1 : A partir de CDB 20, la prise d'alerte avec instructeur est possible. A cet effet, le chef de secteur adressera une autorisation de prise d'alerte aux CPN et CMO.

Nota2 : Des lors que la prise d'alerte est possible, le test CDB LM (Lâcher Mer), effectuée par le chef de secteur ou le chef pilote, peut intervenir à tout moment dans la programmation des vols, mais avant le test final QBE.

Nota3 : Le test CDB LM, après validation et habilitation signée par le chef de secteur, autorise le pilote à effectuer des « vols solo mer », comme commandant de bord avec un copilote désigné, en noria, derrière un avion avec instructeur.

1.18.2. Historique des endommagements de ballonnets sur CL415

L'analyse de l'historique des faits techniques permet d'estimer qu'environ une quarantaine d'endommagements de ballonnets se sont produits depuis 1994. Le traitement de ces

événements a évolué pour aboutir aujourd'hui à l'ouverture systématique d'une fiche d'incident lorsqu'un ballonnet est endommagé.

Le BEAD-air a pu exploiter 8 fiches d'incidents dont les principaux enseignements sont les suivants :

- les huit endommagements de ballonnets se sont produits durant une phase d'écopage (4 ballonnets droits et 4 gauches) ;
- 7 sont classés incident léger et 1 grave ;
- 7 endommagements se sont produits suite à heurts du ballonnet avec la mer, un avec un obstacle (bouée) ;
- aucune anomalie technique de l'appareil ne participe à l'événement, et il s'agit dans la plupart des cas d'erreur de technicité de pilotage ;
- pour 5 d'entre-eux, les conditions de vent participent à l'événement (pour les autres, non détermination par l'équipage du moment exacte où l'endommagement s'est produit) ; pour quatre de ces derniers, les conditions de mer ont été estimées mauvaises ;
- après une phase d'écopage, la plupart des endommagements de ballonnets sont constatés lors des vérifications « après écopage en vol » ;
- 1 événement a conduit à l'endommagement de la gouverne de gauchissement.

Dans la plupart des événements, les caractéristiques à la mer du Canadair CL415 sont remises en questions (performance du CL415 moindre que celle du CL215, surtout par vent de travers).

Concernant l'ensemble de ses événements, le ballonnet a joué son rôle de flotteur et a ainsi permis d'éviter d'enfourner la mer avec le bord d'attaque de l'aile.

Un autre événement a conduit à un accident et a fait l'objet d'une enquête du BEAD-air⁵.

Lors d'un exercice de marsouinage, le ballonnet droit est endommagé ainsi que la commande de roulis. Par la suite, l'équipage perd le contrôle de l'appareil en roulis.

A noter que le heurt de ballonnet avec la mer conduit à deux types d'endommagements différents : simple déformation de ce dernier ou arrachement plus ou moins important. Dans le deuxième cas, l'analyse des cas recensés montre que la commande de roulis peut-être endommagée avec des conséquences qui ont été dramatiques dans un cas.

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Sans objet.

⁵ Enquête BEAD-air S-2004-006-A.

2. ANALYSE

L'analyse qui suit s'attache à déterminer les causes de l'endommagement du ballonnet lors d'un écopage. Elle repose essentiellement sur les témoignages des membres d'équipage et du chef de noria, les données du FDR, les enregistrements audios du CVR ainsi que les traces radar des avions du chef de noria et de l'équipier n° 3.

Elle est composée de :

- l'étude de l'état de fonctionnement de l'appareil et du scénario de dégradation du ballonnet ;
- la détermination des conditions aérologiques et hydrologiques ;
- l'analyse du vol et de la reconstitution du mécanisme de l'événement ;
- la recherche des conditions préalables et de non récupération aux erreurs humaines ;
- la recherche des conditions organisationnelles, culturelles ou systémiques ;
- la gestion de l'événement par l'équipage et le chef de noria.

2.1. Etat de fonctionnement de l'appareil avant l'événement et scénario de dégradation du ballonnet

L'analyse des différentes sources d'information à disposition du groupe d'enquête de sécurité montre que l'appareil ne présentait pas d'anomalie technique en lien avec l'impact du ballonnet droit avec la mer. Les systèmes ont fonctionné de façon optimale. L'attitude de l'appareil est cohérente des actions aux commandes.

L'équipage a ressenti un contact brutal avec une vague, confirmé par la lecture de l'accéléromètre en cabine par le PCB (valeur de 3 à 4 g). Le paramètre d'accélération selon l'axe z (Gz) enregistré sur le FDR donne une valeur correspondant à 2,8 g. L'expérience acquise par le personnel de la BASC sur la lecture des paramètres du FDR confirme l'hypothèse selon laquelle le contact avec la mer a pu être important sans pour autant qu'aucun endommagement ne soit constaté sur la partie inférieure du fuselage (déformations des portes de train avant, moustaches, redan...).

Environ quatre secondes plus tard, le ballonnet droit entre en contact avec la mer :

- une assiette et un roulis respectivement de l'ordre de 8 et 7°;
- une vitesse indiquée de 61 kt environ ;
- un dérapage indéterminé à droite.

Le contact du ballonnet avec la mer dure moins de 1,5 secondes. Des efforts uniformes de la mer s'exercent sur la partie avant et inférieure du ballonnet générant :

- une déformation homogène de la tôle de type enfoncement ;
- un déchirement de la structure du ballonnet amenant au basculement du ballonnet de la droite vers la gauche.

Ce basculement amène un contact du ballonnet avec le pylône sur sa partie arrière droite provoquant un enfoncement.

L'équipage n'a pas été confronté à un dysfonctionnement de l'appareil. Le scénario d'endommagement du ballonnet droit a pu être déterminé.

Le contact du ballonnet droit avec la mer a stoppé l'augmentation du roulis de l'appareil et ainsi permis d'éviter un contact du bord d'attaque de l'aile droite avec la mer. Le ballonnet a

rempli son rôle et permis d'éviter des endommagements importants de la structure de l'appareil.

2.2. Analyse des conditions aérologiques et hydrologiques

2.2.1. Détermination par Météo France des conditions aérologiques et hydrologiques

L'analyse des conditions aérologiques et hydrologiques au moment de l'événement a été effectuée avec l'expertise de Météo France sur la base des principales sources d'informations suivantes :

- observations des terrains de Marseille, Hyères, Cannes, Fréjus et du sémaphore de Dramont ;
- relevés des bouées de Nice, Porquerolles et « Côte-d'Azur » (au large pour 50 Nm).

A partir de ces données et des modèles de simulation de Météo France, les conditions ont pu être estimées au lieu et au moment de l'événement en baie de Saint-Raphaël :

- aérologie : vents moyens à 10 mètres de hauteur : 110° pour 11 kt, maximum 16 kt ;
- hydrologie :
 - hauteur moyenne significative des vagues ($H_{1/3}^6$) : de l'ordre de 40 à 50 cm ;
 - hauteurs ponctuelles des vagues les plus élevées : entre 70 et 90 cm ;
 - longueur d'onde estimée entre deux crêtes : comprise entre 25 et 30 mètres (période mesurée entre 4,0 et 4,5 secondes) ;
 - direction approximative de provenance des vagues : sud-est.

Les quatre plans d'eau précédemment pratiqués avant celui de Saint-Raphaël étaient relativement à l'abri de la houle.

Les régimes de vent d'Est sur l'arc méditerranéen facilitent la pénétration de la houle dans la baie de Saint-Raphaël. Le premier écopage en baie de Saint Raphaël s'est effectué selon un axe à l'abri du rocher du Lion et face au vent. Le deuxième écopage s'est effectué avec une houle plus importante et avec un vent plein travers d'une douzaine de nœuds. Ainsi, les conditions de houle au moment de l'événement étaient les plus délicates abordées jusqu'alors par la noria.

2.2.2. Détermination par l'équipage des conditions aérologiques et hydrologiques

Les conditions aérologiques font l'objet de prévisions météorologiques qui permettent d'avoir, au sol et avant le décollage, une notion du vent présent sur chaque plan d'eau. Ces prévisions sont prises en compte par les équipages de Canadair. Elles sont réactualisées par l'analyse du plan d'eau, en vol, et peuvent parfois évoluer sur quelques centaines de mètres.

⁶ Hauteur significative, valeur moyenne du tiers supérieur des hauteurs des vagues observées sur une durée de 30 minutes.

Les conditions hydrologiques font l'objet de prévisions météorologiques qui permettent d'avoir, au sol et avant le décollage, une estimation de la houle au large. Les plans d'eau étant près des côtes, les modèles de prévision de Météo France ne sont pas capables de définir avec une précision suffisante l'état de la mer. Les prévisions de houle ne sont donc pas prises en compte par les équipages de Canadair. Les caractéristiques hydrologiques d'un plan d'eau sont déterminées en vol par les équipages lors de son survol. Elles peuvent parfois évoluer fortement sur quelques centaines de mètres. La détermination plus précise des éléments s'effectue au-dessus de la mer en courte finale.

L'analyse du témoignage des membres d'équipage du P33 montre que les caractéristiques du plan d'eau, déterminées lors du survol du plan d'eau de Saint-Raphaël, sont conformes à la réalité.

2.2.3. Limitations d'utilisation du Canadair CL415 dans une phase d'écopage

Les paramètres qui déterminent un état de mer sont multiples, et le paramètre de hauteur de houle ne suffit pas à lui seul à déterminer si un écopage est possible ou non. Le constructeur et l'exploitant n'ont du reste pas défini de limitations hydrologiques à l'utilisation du Canadair CL415.

Le constructeur n'a pas défini de limitation de vent pour une phase d'écopage. L'exploitant recommande à ses pilotes de ne pas effectuer d'écopage avec un vent de travers supérieur à 12 kt. En l'absence d'information de valeur exacte, le vent déterminé par un CdB reste une estimation résultant de la lecture d'un plan d'eau et fondé essentiellement sur son expérience.

Cette limitation est apparue à l'arrivée du Canadair CL415 au sein de la BASC en remplacement des CL215 au milieu des années 90. Des écarts de performance ont été constatés entre les deux appareils au niveau de la phase hydrodynamique de l'écopage. Il a ainsi été défini une limitation de 15 kt puis de 12 kt de vent de travers permettant de gérer les points suivants :

- le soulèvement de l'aile provoqué par le vent traversier accentué par la plaque d'extrémité d'aile qui constitue une surface portante supplémentaire ;
- la perte d'efficacité de la commande en roulis par un effet de masquage partiel de l'aileron (alors braqué vers le haut) par cette même plaque d'extrémité ;
- la réduction de la marge entre les flotteurs et la surface de l'eau en fin d'écopage.

Les conditions environnementales rencontrées lors de l'événement étaient les plus contraignantes depuis le début du vol. L'équipage n'a pas été confronté à un phénomène environnemental imprévu.

L'équipage est probablement aux limites de vent travers définis par l'exploitant, aucune limitation concernant l'état de la mer n'étant définie.

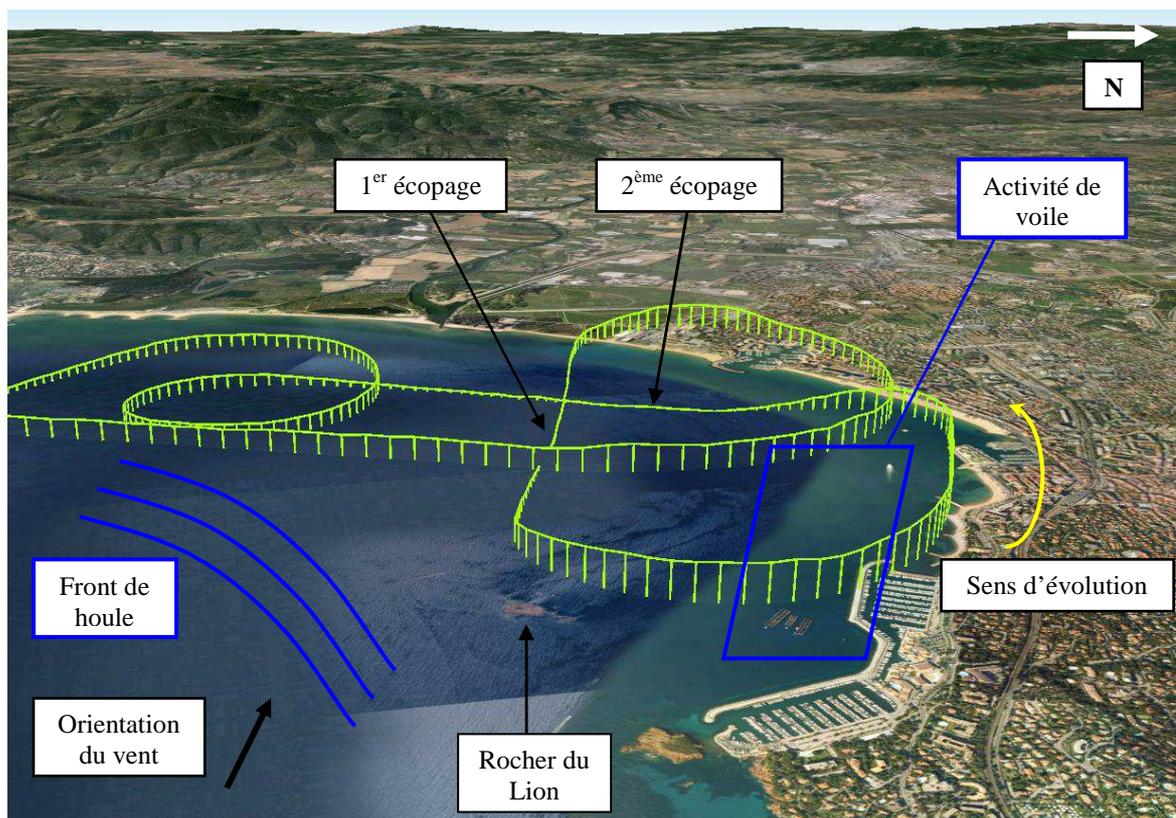
2.3. Analyse du vol et reconstitution du mécanisme de l'événement

Il s'agit de définir la séquence des faits comprenant les plans d'actions successifs des membres d'équipage. L'analyse du comportement de l'équipage par rapport aux attendus, lors des phases déterminantes du vol, permet ensuite d'en définir un mécanisme de l'événement.

2.3.1. Description détaillé de l'événement

Lors des deux phases d'écopage en baie de Saint-Raphaël la répartition des tâches à bord est la suivante :

- le pilote en place gauche est CDB, pilote en fonction, main gauche au manche et main droite sur les commandes de puissance ;
- le pilote en place droite est COPIL, main gauche sur la partie inférieure des commandes moteur pour contrer un sur-couple, main droite sur les commandes des écopés et des volets.

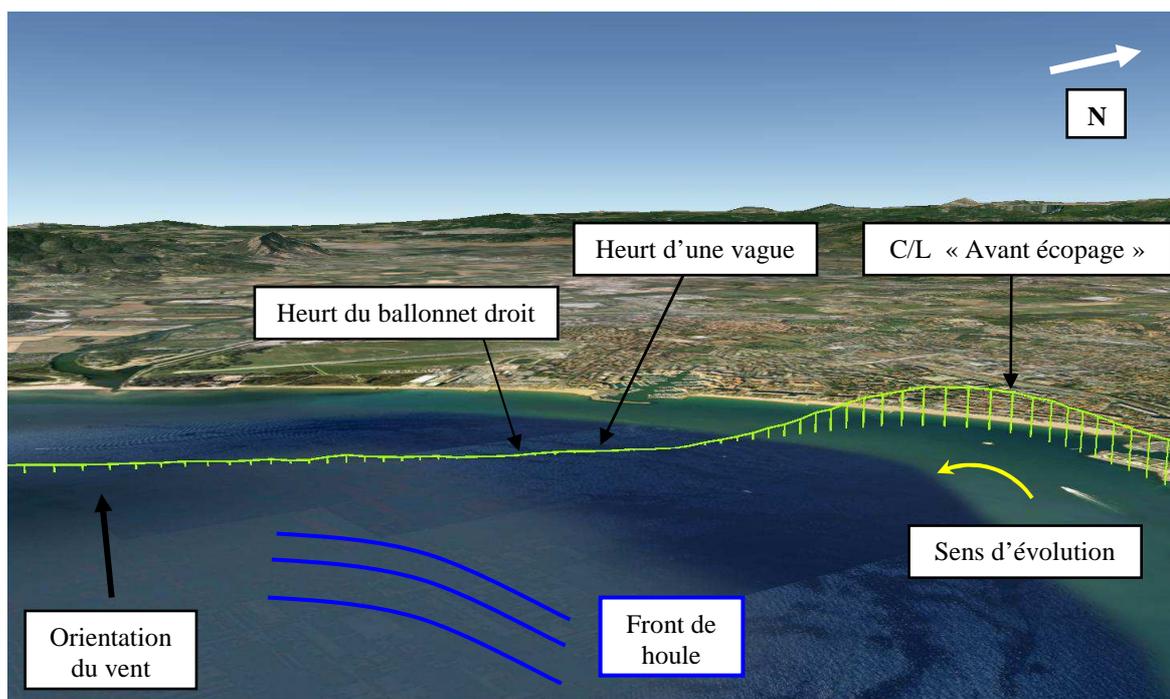


Circuits d'écopage de la noria en baie de Saint-Raphaël

Vers 15 heures, la noria de trois Canadair rallie la baie de Saint-Raphaël. Après une reconnaissance du plan d'eau et compte tenu d'une concentration d'activité de voile légère proche du trait de côte dans le nord de la zone, le chef de noria propose une première présentation secteur vent de face, sur un axe orienté au 110°, en direction d'un récif (rocher du Lion), afin d'atténuer les effets de la houle.

Au cours de ce premier écopage, l'équipage du P33 effectue une présentation type « mauvaise mer ». Du fait de la présence d'un clapot plus important sur la partie finale de la zone d'écopage et de la présence d'une embarcation, la séquence de remplissage est interrompue.

Après avoir procédé au largage, le chef de noria propose une seconde présentation au centre de la baie, orientée au sud, afin de travailler avec une houle et un vent travers gauche.



2^{ème} écopage du P33

Lors de cette deuxième présentation, la configuration des membres d'équipage du Canadair P33 est la suivante :

- en place gauche, le CdB, pilote aux commandes est en charge de :
 - déterminer la trajectoire optimale pour joindre le point de prise de contact optimale avec la mer ;
 - piloter l'aéronef en fonction des obstacles sur le plan d'eau, des variations de hauteur des vagues et des évolutions de l'orientation du train de houle ;
 - procéder au remplissage des réservoirs d'eau en ordonnant la sortie des écopés ;
- en place droite, le copilote non aux commandes est en charge :
 - d'effectuer les actions vitales sur ordre du commandant d'aéronef ;
 - de surveiller les paramètres de remplissage des réservoirs durant la phase d'écopage, main gauche sous les manettes de puissance, paré à contrer un sur-couple et main droite prête à actionner la commande des écopés et des volets si nécessaire.

En courte finale, au cap magnétique 189°, sans repère d'axe sur l'horizon, le commandant de bord effectue une approche standard. Durant cette séquence, il ne détecte aucune dérive de vent. Au contact avec la surface de l'eau, à une vitesse de 78 kt, l'avion « s'installe » sur le plan d'eau, l'angle d'incidence (AOA) augmente progressivement pour se stabiliser autour de 34° (valeur moyenne à l'écopage). La puissance est progressivement réajustée vers une position poignée de 44° pour stabiliser la Vi vers 70 kt. La profondeur oscille autour de 5° à cabrer, la position du volant est de 4° à gauche et la direction de 1,78° à droite. Ces deux derniers éléments montrent que le pilote contre la composante de vent travers gauche. Une très légère inclinaison à gauche pendant cette phase ne présente aucune anomalie particulière. Le CdB ordonne la sortie des écopés. Le COPIL actionne l'interrupteur de commande des écopés et la séquence de remplissage des cales débute alors que la Vi est de l'ordre de 67 kt.

A l'annonce de la sortie des écopés par le COPIL, le commandant d'aéronef augmente la puissance tout en contrant le mouvement à piquer autour de l'axe de tangage engendré par la

résistance des écopés à l'eau en appliquant une action à cabrer, profondeur à 18° pendant un tiers de seconde. Pendant ce temps, la vitesse continue de diminuer pour venir se stabiliser vers 62 kt.

Trois secondes et demie après la sortie des écopés, l'aéronef heurte une vague plus importante (Gz du FDR à 2.8 g⁷). Une seconde avant l'impact, le pilote aux commandes effectue une brève action sur la profondeur, il atteint le plein débattement arrière avant de revenir au neutre.

L'aéronef rebondit sur la vague et durant les deux secondes qui suivent le heurt, l'assiette de l'aéronef atteint une quinzaine de degré alors que le contact avec la vague entraîne une perte de 5 kt réduisant la vitesse à 57 kt. L'aéronef rebondit sur la mer à quelques mètres de hauteur avec la queue de l'aéronef affleurant probablement la surface de mer.

Le commandant d'aéronef décide d'effectuer une remise de gaz. Il ordonne la rentrée des écopés et affiche la puissance maximale. L'aéronef débute un mouvement de roulis et de lacet vers la droite accompagné d'un mouvement à piquer.

Le pilote effectue une correction à cabrer, en gauchissement et aux palonniers. Durant cette manœuvre, il atteint le plein débattement du gauchissement et de la profondeur. L'incidence atteint 42°. L'aéronef poursuit cependant son embardée à droite et en quelques secondes, l'assiette diminue de 14 à 6 degrés et l'inclinaison augmente à droite jusqu'à 7 degrés environ. L'appareil reprend contact avec la mer en touchant d'abord le ballonnet droit (Gz de 1,5 g) puis la carène (Gz de 2 g). Lors du contact du ballonnet avec la mer, le cap de l'appareil évolue du 194 au 202°.

Durant cette phase, le ballonnet de l'aile droite prend appui sur la surface de l'eau empêchant l'extrémité de cette dernière de percuter la mer. Le ballonnet impacte la surface de la mer et se déforme sous l'effet du dérapage et de la vitesse de l'aéronef.

Une seconde plus tard, les actions sur les commandes de vol entreprises par le CdB ramènent l'assiette de l'aéronef à 10 degrés à cabrer⁸, le cap au 199° et l'inclinaison à 2 degrés gauche. La vitesse augmentant, la phase de décollage se poursuit.

L'avertisseur de décrochage fonctionne pendant une grande partie de la séquence. Ce phénomène est habituel car l'indicateur d'incidence et l'avertisseur sont inexploitable dans la phase hydrodynamique.

Lors de la réalisation des actions vitales après écopage, l'équipage constate la détérioration du ballonnet.

L'événement est la conséquence d'une perte de contrôle temporaire de l'appareil dans une phase d'écopage. Suite au contact brutal avec une vague, l'avion se retrouve à une faible hauteur au-dessus de l'eau à une vitesse qui ne lui permet pas de voler. Le vent de travers soulève l'aile au vent sans que l'efficacité des ailerons soit suffisante pour contrer le roulis compte tenu de la vitesse. L'avion retombe à l'eau avec une inclinaison de 7° à droite générant l'endommagement du ballonnet.

2.3.2. Analyse des phases déterminantes de l'exercice d'écopage par rapport aux attendus

2.3.2.1. Analyse du contexte du vol et plan d'action envisagé du CdB

⁷Par expérience les écopages déclarés « durs » ayant entraîné l'analyse du FDR, montre des valeurs de Gz supérieurs à 2,2 g.

⁸Le commandant de bord a refusé la sortie des volets de la position 15° vers 25° proposé par son copilote. L'analyse des paramètres du FDR montre que le copilote a anticipé une réponse favorable en les sortant avant de les ramener en position 15 degrés. Cette action n'a cependant aucune conséquence sur l'enchaînement des actions ayant conduit au heurt du ballonnet car situé après l'événement.

Lors du premier écopage en baie de Saint-Raphaël, une présence importante d'embarcations est constatée sur un plan d'eau où il faudra trouver un endroit libre pour effectuer un écopage. L'équipage analyse l'état de la mer et le CdB affine son analyse en effectuant une procédure type mauvaise mer. Le CdB effectue un palier à quelques mètres de hauteur afin d'analyser les conditions hydrologiques et aérologiques. Le CdB constate un état de la mer avec une houle dont les crêtes sont inférieures à 70 cm et un vent de face d'une douzaine de nœuds. Il envisage une remise des gaz et finit par se mettre à l'eau estimant finalement que les conditions devraient être favorables.

Les écopages sont sortis et le remplissage s'initie. L'équipage est confronté à une série de vagues avec des accélérations lors des impacts atteignant 2,0 et 2,4 g pour les plus importantes. L'écopage est interrompu avec un remplissage des réservoirs à mi-plein environ. L'écoute du CVR montre que le travail en équipage a perdu en qualité et que certaines actions ne sont pas effectuées ou retardées révélateur d'une charge de travail en augmentation. Les deux autres équipages ont eux-aussi, interrompus l'exercice. Les deux membres d'équipage du P33 ont un échange rapide sur les conditions de mer qui ne leur a pas permis d'effectuer un écopage optimal. Ils entreprennent sans délai les actions nécessaires à l'intégration pour un deuxième écopage proposé par le chef de noria.

Lors de la deuxième approche, le CdB a conscience que l'écopage sera effectué avec une houle plus importante (car moins à l'abri) et un vent travers gauche aux limites définies par l'exploitant (12 kt). **Ainsi, le plan d'action du CdB durant l'approche du 2^{ème} écopage est de confirmer l'aérologie en courte finale pour effectuer une remise de gaz sans toucher la mer.**

2.3.2.2. Analyse de la décision du CdB de se « mettre à l'eau »

En courte finale, lors de l'approche standard (cf. annexe 1), le CdB ne ressent pas de vent significatif évalué à un maximum de 5 kt de travers « *les planches, c'est bon, le vent...* ». Il décide de se mettre à l'eau. L'analyse de Météo France et des paramètres du FDR montre que le vent travers gauche est de l'ordre d'une douzaine de nœuds. Ainsi, un défaut de perception des conditions aérologiques en courte finale par le CdB ne lui a pas permis de remettre en question le plan d'action en cours alors que la remise de gaz avait été préactivée dans la mémoire de travail.

Deux facteurs contribuent à cette erreur :

- l'absence de réalisation de la procédure type mauvaise mer qui aurait permis d'affiner l'analyse du vent ;
- l'absence de référence fixe (point de la côte, bouée, etc...) dans le champ visuel du pilote, la houle, qui évolue selon la même orientation que le vent, sert de référence.

Concernant ce dernier point, dans le secteur Est de la région méditerranéenne, les incendies de grandes ampleurs se produisent généralement en présence de mistral, vent de secteur Ouest, Nord/Ouest. Lors de telles conditions, les équipages de la BASC recherchent pour écoper des axes de travail proches du littoral, offrant une bonne protection au vent et à la houle. Compte tenu de la configuration géographique de la côte, les pilotes disposent de points de repère fixe sur l'horizon leur facilitant la détection d'une dérive provoquée par un vent traversier.

L'équipage du P33, se retrouve pour la première fois dans des conditions de mer formée et de vent traversier sans repère fixe dans le champ visuel. La seule référence en surface reste alors la forme de la houle qui a conduit le CdB à sous estimer la composante de vent traversier.

Enfin, l'analyse des comportements humains montre que les conséquences des risques liés à la non-exécution d'un exercice peuvent être considérées comme supérieures ou nettement plus probables que celui d'incident ou d'accident. Même si de façon objective, l'équipage

conserve le choix de le réaliser ou non. Cet arbitrage qui consiste à interrompre la production (quelle qu'elle soit et ici écopper en mer) pour des raisons de sécurité est toujours une décision difficile⁹. La production à court-terme est sacrifiée au dépend de conséquences sur la sécurité (pertes certaines de productivité à court-terme versus conséquences hypothétiques sur la sécurité).

2.3.2.3. Analyse de la gestion de la vitesse de l'appareil par les membres d'équipages

Les deux membres d'équipage participent à la gestion de la vitesse dans la phase d'écopage et l'objectif est de maintenir une vitesse de 70 kt environ avec un seuil minimal de 65 kt à ne pas franchir. Une vitesse minimale garantit une efficacité suffisante des commandes de vol et tout particulièrement en roulis pour éviter le contact d'un ballonnet avec la mer avec une houle formée et un vent de travers aux limites.

Certains pilotes, dans la configuration de l'événement (houle parallèle, vent de travers) peuvent même être amenés à élever les vitesses requises et minimales de 5 kt pour augmenter l'efficacité aux gouvernes.

Après la sortie des écopes, le CdB doit maintenir la vitesse en augmentant la puissance délivrée par les turbopropulseurs. L'environnement physique extérieur de l'aéronef affecte la difficulté du pilotage de l'appareil et il se concentre pour l'essentiel sur la gestion de houle avec un champ visuel orienté essentiellement devant le nez de l'appareil. L'attention nécessaire au contrôle de la vitesse de l'appareil par le défilement du paysage et les quelques coup d'œil sur le badin est alors probablement moindre et peu expliquer le défaut de surveillance de la vitesse qui diminue.

Concernant le COPIL, il lui est demandé dans le document « *Annonces standards équipage* » de « *vérifier les paramètres moteurs, Vi et WDC*¹⁰ ». Après la sortie des écopes, l'analyse des tâches du COPIL montre que la nature des tâches que doit réaliser le COPIL lors de cette phase nécessite une attention soutenue et centrée sur la vérification du bon fonctionnement du remplissage des quatre réservoirs de l'appareil (remplissage symétrique, annonce des masses de l'appareil, fermetures automatiques des écopes...). ... La réalisation de cette tâche nécessitant quelques secondes, une vitesse d'environ soixante nœuds est installée sans que le COPIL ne le constate et avertisse son CdB.

Enfin, le système comporte deux autres barrières pouvant aider le CdB à gérer sa vitesse mais qui, dans la situation de l'événement, n'apporte pas d'information pertinente :

- l'avertisseur de décrochage sonne pratiquement en permanence dans une phase d'écopage sur une mer formée ;
- l'indicateur d'angle d'attaque donne une information peu pertinente et difficilement exploitable sur une mer formée.

⁹Certains auteurs la qualifient même de « décision de sacrifice » (Woods, 2006).

¹⁰Water drop control.

Ainsi, suite à la sortie des écopés, la performance de l'équipage à la gestion de la vitesse n'est pas suffisante consécutivement aux points suivants :

- une part importante des capacités cognitive du pilote aux commandes est dédiée au pilotage de l'appareil dans une mer formée par vent de travers aux limites ;**
- l'attention du COPIL est concentrée sur la gestion du système de remplissage d'eau ;**
- l'avertisseur de décrochage et l'indicateur d'angle d'attaque produisent des informations peu exploitables dans une phase d'écopage sur une mer formée.**

2.3.2.4. Analyse de la gestion des conditions hydrodynamiques

Avant l'impact de l'appareil avec une vague plus importante, l'action sur la commande de profondeur montre que le pilote aux commandes a probablement réagit à l'apparition de la vague dans son champ visuel.

Le pilotage d'un Canadair CL415 nécessite d'anticiper la survenue d'une telle vague sur la trajectoire de l'appareil en orientant temporairement son champ visuel en amont de la trajectoire.

La détection tardive d'une vague plus importante est probablement la conséquence d'un rétrécissement du champ visuel du pilote aux commandes dans l'incapacité de libérer du temps pour anticiper un danger.

La part importante des capacités cognitives du pilote aux commandes dédiée au pilotage de l'appareil dans une mer formée a pu contribuer à la détection tardive d'une vague plus importante.

2.3.3. Mécanisme de l'événement

Suite à un défaut de perception des conditions aérologiques en courte finale, le CdB décide d'effectuer une phase d'écopage dans un contexte environnemental qu'il considèrerait comme dépassant ses capacités.

La gestion inadaptée de la vitesse de l'appareil et le défaut d'anticipation d'une vague sont les conséquences probables d'une charge de travail importante au pilotage de l'appareil sur une mer formée et vent de travers aux limites. La charge de travail dépasse les capacités du pilote aux commandes et de son copilote, ce dernier devant concentrer son attention sur la gestion du remplissage des réservoirs.

Le heurt de ballonnet avec la mer est la conséquence de la perte de contrôle temporaire de l'appareil durant la phase hydrodynamique d'un exercice d'écopage. Il a cependant empêché que l'aile n'enfourne la mer.

Ainsi, le mécanisme de l'événement comporte des erreurs humaines dans un contexte environnemental difficile générant une forte charge de travail, sans que l'équipage ne soit confronté à une anomalie technique ou un élément environnemental imprévu. Les paragraphes suivants évaluent les facteurs préalables et de non récupération aux erreurs ayant pu intervenir dans les comportements constatés des membres d'équipage.

2.4. Conditions préalables aux erreurs humaines

2.4.1. Apprentissage des savoir-faire nécessaires à l'écopage par mauvaise mer

2.4.1.1. Processus d'apprentissage de ces savoir-faire

Seule, la réalisation pratique de l'écopage à la mer permet d'acquérir l'ensemble des savoir-faire nécessaires au pilotage d'un Canadair CL415 dans une phase d'écopage. La formation théorique au sol ou l'entraînement en simulateur ne peuvent pas se substituer complètement au pilotage de l'appareil dans des conditions réelles.

De plus l'acquisition du savoir-faire à l'écopage nécessite une phase d'acquisition d'une expertise « écopage par mauvaise mer » post qualification CdB opérationnel CL415. Cette phase appelée « mûrissement » comprend la capacité d'évaluer si les conditions de mer et de vent permettent de réaliser une phase d'écopage dans des conditions de sécurité suffisantes.

2.4.1.2. Formation à l'écopage du commandant de bord

Il n'y a pas de qualification spécifique à l'écopage, la compétence étant acquise au travers de l'attribution de la qualification « commandant de bord opérationnel CL 415 ».

Les savoir-faire nécessaires à la pratique de l'écopage sont acquis progressivement :

- en tant que COPIL en place droite, comprenant que certains CdB en place gauche autorisent un COPIL à effectuer un écopage aux commandes sur un vol d'entraînement avant la formation qualifiante ;
- durant la formation à l'attribution de la qualification « commandant de bord opérationnel CL 415 » avec un instructeur en place droite ou un copilote (cf. nota3 du paragraphe 1.18.1).

Concernant le CdB du P33, les premiers écopages aux commandes (environ une centaine) ont ainsi été effectués en place droite et sans instructeur pour la plupart d'entre eux. Certaines actions de pilotage acquises initialement et non adaptées à une situation de pilote en place gauche auraient pu ressurgir plusieurs mois plus tard dans une situation à risques, stressantes et avec une charge de travail élevées. Cette hypothèse n'est pas retenue par le groupe d'enquête de sécurité considérant que les actions durant une phase d'écopage sont pratiquement similaires entre les deux places de pilotage. En revanche, le fait d'avoir effectué les premiers écopages en dehors d'un cadre d'instruction peut avoir induit de ne pas filtrer des actions inadaptées à une phase d'écopage. Il n'a pas été possible d'établir un lien avec l'événement. Ce point reste néanmoins une voie d'amélioration de la formation à l'écopage.

La formation « CdB opérationnel » s'est initiée en mars 2011 pour se terminer par l'acquisition de la qualification en juillet 2012. Durant cette phase, des vols d'entraînement et opérationnels ont pu être réalisés avec instructeur. Trois séances d'écopage avec un état de mer proche de celui rencontré lors de l'événement ont été réalisées¹¹ avec instructeur comprenant à chaque fois des références fixes dans le champ visuel.

¹¹Dont celle pour l'attribution de la qualification.

2.4.1.3. Phase de mûrissement du CdB à l'écopage par mauvaise mer

Même si une formation respecte les critères d'attribution de la qualification « commandant de bord opérationnel CL415 », il est reconnu par la plupart des pilotes référents qu'une phase de mûrissement d'environ 3 à 5 années de saisons de feu est nécessaire pour l'acquisition des savoir-faire nécessaires à la pratique de l'écopage en toute condition. L'événement se situe dans cette phase.

Depuis l'obtention de sa qualification en juillet 2012, l'analyse des heures de vols du CdB montre que les écopages réalisés l'ont été dans des conditions de mer peu formées et qu'il a ainsi développé son expertise au travers de situations plutôt favorables.

Ainsi, la phase de mûrissement, depuis l'attribution de la qualification CdB, a manqué de progressivité quant à l'apprentissage du savoir-faire à l'écopage **en mer formée**. L'analyse des éléments issus des témoignages du CdB montre que la technicité de la procédure type mauvaise mer est appréhendée par ce dernier mais que l'ensemble des risques associés à un écopage **sur une mer formée** ne sont pas encore assimilés.

Depuis quelques années, le nombre d'incendie en période estivale a fortement baissé. Il en résulte pour les équipages de la BASC une diminution de l'activité opérationnelle et une pratique moins régulière de l'écopage. Ainsi, une formation à l'attribution de la qualification CdB opérationnel qui pouvait s'étaler sur une seule saison peut s'étaler sur plusieurs étés. De plus, l'apprentissage ne bénéficie plus de l'effet de levier bénéfique induit par un entraînement continu et soutenu qui jouxte l'attribution de la qualification CdB suivant la formation initiale. Ses évolutions de la planification des apprentissages ont concerné plusieurs CdB en formation dans les dernières années, y compris le CdB du P33.

2.4.2. Contexte de l'exercice d'écopage

2.4.2.1. Pression temporelle

Le chef de noria prévoit d'effectuer une série de trois écopages sur chacun des huit plans d'eau envisagés avec un retour direct de Nice vers Marignane. Ce programme, implique une cadence soutenue. Ainsi, le chef de noria applique aux trois avions un rythme d'évolution soutenue entre les différents plans d'eau et des trajectoires courtes entre les différentes phases d'écopages. Les membres d'équipage du P33 subissent cette pression et l'expriment entre-eux sans que le chef de noria n'en soit formellement averti sur la fréquence : « *Il met du gaz ..., Il est pressé..., Il est à fond, on est à fond, et on a du mal à le rattraper* » ou « *Laisse pas beaucoup de marge à chaque fois... Veut en faire trois à chaque fois, ça va vite* ». L'équipage a l'impression de s'adapter à cette pression temporelle mais elle peut être contributive à l'apparition d'erreur comme, par exemple, lors de la décision de se « mettre à l'eau » selon une approche standard lors du deuxième écopage à Saint-Raphaël.

2.4.2.2. Rôle du chef de noria

Le CdB du P33 appartient à une noria constituée d'un chef et d'un équipier n° 3 très expérimentés. Le rôle du chef de noria est défini dans les consignes permanentes d'opérations (cf. annexe 3). Au regard des bénéfices attendus et du niveau de criticité estimé, il appartient au chef de noria de statuer sur l'acceptabilité de chacun des risques et, le cas échéant, sur la nécessité de mettre en place les mesures à même de les réduire pour lui-même et pour chacun de ses équipiers.

Au sol, lors du briefing, il a été précisé par le chef de noria que tout CdB ayant un doute sur une présentation est autorisé à interrompre l'approche.

En vol, les informations transmises durant les écopages en baie de Saint-Raphaël ont été des propositions d'axes d'écopage. Il n'y a pas eu de partage d'informations de sécurité concernant l'aérogologie ou l'état de la mer. L'expérience du chef de noria et de l'équipier n°3 n'a pas profité au CdB encore en phase d'apprentissage des risques liés à l'écopage en mer formée. L'absence de communication du chef de noria sur l'aérogologie et l'état de la mer vers son équipier est un facteur ayant pu contribuer à l'événement.

2.4.2.3. Expérience du COPIL à l'écopage par mauvaise mer

Durant la phase d'approche pour un écopage en baie de Saint-Raphaël, le CdB exprime des doutes sur la faisabilité d'un écopage dans de bonnes conditions vue l'état de la mer et les conditions de vent. Le COPIL acquiesce. Son expérience à l'écopage par mauvaise mer est relativement faible. Elle ne lui permet probablement pas de remettre en question les choix de son CdB.

2.4.3. Conclusion à l'analyse des conditions préalables aux erreurs humaines

L'analyse de la formation et de l'entraînement ont permis de déterminer deux facteurs ayant pu contribué à l'événement :

- les cents premiers écopages aux commandes ont été effectués en place droite et sans instructeur ; Certaines actions de pilotage acquises initialement en dehors d'un cadre d'instruction et donc non filtrées par un instructeur, ont pu resurgir dans une situation à risques, stressantes et avec une charge de travail élevée ;

- la phase de mûrissement a manqué de progressivité quant à l'apprentissage du savoir-faire à l'écopage en mer formée, le CdB n'ayant pas effectué d'écopage dans de telles conditions depuis sa qualification 15 mois plus tôt.

Au niveau du contexte de l'événement, la pression temporelle installée durant cet exercice et l'absence de communication du chef de noria sur l'aérogologie et l'état de la mer vers son équipier sont les deux principaux facteurs retenus ayant pu contribuer à la survenue des erreurs humaines.

2.5. Conditions d'origine organisationnelle, culturelles ou systémiques

2.5.1. Gestion du risque liée à l'apprentissage des dangers à l'écopage type mauvaise mer

Le CdB, qui se trouve dans sa phase de mûrissement, se trouve confronté à de nombreux dangers qu'il doit appréhender. Il prend certains risques qu'il pense calculés, mais qui reposent pour l'essentiel sur sa seule expérience. L'encadrement de la BASC est conscient de cette situation mais aucune limite particulière n'a été définie dans ce domaine. Au niveau de la préparation des vols ou durant les vols, l'exploitant n'a pas défini de limitations opérationnelles particulières. Un pilote peu expérimenté et plus vulnérable concernant la gestion des risques peut se laisser entraîner à ses limites.

2.5.2. Transfert du savoir-faire des anciens vers les jeunes

L'analyse de l'événement a montré qu'un certain nombre de risques pouvaient être méconnu d'un jeune CdB en phase de mûrissement. Elle a aussi montré que la plupart de ces risques étaient connus des pilotes plus expérimentés, ces derniers y ayant été confrontés. Concernant

le risque associé à un écopage sans référence fixe dans le champ visuel du pilote, le CdB n'y a jamais été confronté. Au sein de la BASC, de nombreux efforts ont été déployés pour transférer les savoir-faire des anciens vers les jeunes. Ce transfert s'effectue pour l'essentiel lors des vols d'instruction en situation et ainsi les risques abordés dépendent essentiellement du contexte du vol d'instruction. Certains risques peuvent ne pas avoir été abordés en vol d'instruction et le CdB en phase de mûrissement s'y trouvera confronté seul.

2.5.3. Prise en compte des heurts de ballonnet

Le heurt de ballonnet est accepté par la majorité de la population des personnels navigants de la BASC comme faisant intrinsèquement partie des risques du métier. Le sentiment prégnant est qu' « *il y a toujours eu des ballonnets et qu'il y en aura toujours* ». La phase d'écopage par mauvaise mer est considérée dangereuse et le sentiment que l'on ne peut rien y changer est prégnant. Ce point apparaît dans le traitement des fiches d'incident où les termes « *aléas* » et « *fatalité* » sont régulièrement utilisés dans les conclusions. La plupart de ces événements sont considérés, dès le départ, comme des défauts de technicité dans des conditions difficiles (mer, vent) d'écopage avec un aéronef peu performant durant la phase hydrodynamique. Ainsi, les exploitations des données des enregistreurs FDR et CVR, pourtant à disposition, ne sont que peu exploitées alors qu'ils constituent un outil essentiel à la compréhension de l'erreur humaine. Par exemple, les vitesses à l'écopage ne sont que rarement relevées dans le traitement des fiches d'incidents alors que c'est l'un des paramètres essentiels permettant d'expliquer une perte d'efficacité des commandes de roulis pouvant amener à l'endommagement d'un ballonnet.

2.5.4. Conclusion à l'analyse des conditions organisationnelles, culturelles ou systémiques

Durant un vol d'entraînement à l'écopage en conditions de mauvaise mer pour un CdB peu expérimenté, la gestion du risque est un processus individuel, laissé à son appréciation personnelle. De plus, certains risques peuvent ne pas avoir été abordés durant la phase d'instruction du CdB et il s'y trouvera confronté seul durant sa phase de mûrissement. Concernant les heurts de ballonnets, ils sont considérés comme des aléas d'une phase d'écopage à risque et peu de moyens ont été développés pour y faire face.

2.6. Gestion de l'événement par l'équipage et le chef de noria

Dans le cadre de l'application des actions « Après écopage », les deux membres d'équipages constatent l'endommagement du ballonnet droit. Le chef de noria est alerté par le PCB. Ce dernier assiste son équipier n° 2 dans la gestion de l'événement.

Le CdB passe par une phase temporaire de compréhension de ce qui s'est passé. Il conclut rapidement en disant « *on demandera le FDR de toute façon* » pour avoir une compréhension plus précise de l'événement.

Les check-list de l'équipage ne comportent pas de procédure correspondant à la situation. L'analyse de son comportement montre qu'il a agi en intégrant les deux risques principaux suivants associés au détachement du ballonnet droit détérioré :

- collision de la gouverne de roulis ;
- collision avec une tierce personne au sol.

Le risque de collision de la gouverne de roulis par le ballonnet qui se détache a été écarté par l'équipage suite aux constats suivants :

- absence de point dur et fonctionnement cohérent de la commande de roulis ;
- inspection visuel du chef de noria qui a rallié son équipier.

Le risque de collision avec une tierce personne a été géré en adoptant :

- une vitesse réduite limitant les mouvements du ballonnet pour réduire la probabilité de se détacher ;
- une trajectoire évitant les survols de zones habitées permettant de limiter des conséquences dramatiques, au-dessus de la mer, en se dérivant sur un terrain côtier et en sortant le train au-dessus de la mer.

La procédure anormale « Conduite à tenir en cas de perte de ballonnet » n'est pas adaptée à la situation vécue par l'équipage. Le CdB en a conscience et demande cependant à son co-pilote de la lire, en particulier le paragraphe « Si le décollage est décidé ». La décision initiale d'atterrir à Marignane est alors révisée et le CdB décide de se dérouter sur la BAN d'Hyères, « terrain adapté le plus proche » à ce moment du vol.

L'éventualité d'amerrir a été rejetée d'emblée considérant que les risques de se poser sur la mer étaient importants avec plusieurs scénarii possibles :

- enfournement de l'aile droite avec un ballonnet inopérant ;
- endommagement de la commande de roulis avec l'arrachement du ballonnet ;
- gestion difficile d'un canadair en mer sans possibilité de redécoller en l'état.

L'analyse du comportement de l'équipage du P33 et du chef de noria montre que les actions ont été adaptées à la situation rencontrée.

3. CONCLUSION

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

Une noria de trois Canadair décolle de Marignane vers 14h00 pour un vol d'entraînement à la reconnaissance de plans d'eau au profit des trois équipages. La durée de vol prévue est de 2h30. Le canadair P33 est le deuxième avion de la noria. L'équipage est composé d'un PCB aux commandes en place gauche et d'un copilote en place droite.

Après avoir effectué une dizaine d'écopages en mer sur quatre zones différentes, la noria se présente vers 15h00 en baie de Saint-Raphaël pour une série de trois écopages. Lors du deuxième écopage, le ballonnet droit heurte la surface de la mer. Le chef de noria assiste son équipier n° 2 dans la gestion de l'événement et les deux équipages se posent sans encombre sur la base d'aéronautique navale d'Hyères. L'appareil est endommagé au niveau du ballonnet droit, l'équipage indemne.

L'endommagement du ballonnet est la conséquence d'une perte de contrôle temporaire de l'appareil dans une phase d'écopage. Suite au contact brutal avec une vague, l'avion se retrouve à une faible hauteur au-dessus de l'eau à une vitesse qui ne lui permet pas de voler. Le vent de travers soulève l'aile au vent sans que l'efficacité des ailerons soit suffisante pour contrer le roulis compte tenu de la vitesse. L'avion retombe à l'eau avec une inclinaison de 7° à droite générant l'endommagement du ballonnet mais empêchant que l'aile enfourne la mer.

L'équipage n'a pas été confronté à un dysfonctionnement de l'appareil ni à un phénomène environnemental imprévu. Avant de se présenter pour un deuxième écopage en baie de Saint-Raphaël, la représentation mentale de l'environnement au niveau aérologique et hydrologique est conforme à la réalité.

L'examen du comportement de l'équipage par rapport aux attendus a permis de définir un mécanisme de l'événement comportant des erreurs humaines dans un contexte environnemental difficile (vent de travers aux limites et mer formée) :

- suite à un défaut de perception des conditions aérologiques en courte finale, le CdB décide d'effectuer une phase d'écopage dans un contexte environnemental qu'il considérait comme dépassant ses capacités ;
- la gestion inadaptée de la vitesse de l'appareil et le défaut d'anticipation d'une vague plus importante sont la probable conséquence d'une charge de travail importante au pilotage de l'appareil sur une mer formée et en présence d'un vent de travers aux limites. Cette charge de travail dépasse les capacités du pilote aux commandes et de son COPIL, ce dernier devant concentrer son attention sur la gestion du remplissage des réservoirs.

3.2. Causes de l'événement

L'analyse de la formation et de l'entraînement ont permis de déterminer deux facteurs ayant pu contribué à l'événement :

- les cent premiers écopages aux commandes ont été effectués en place droite et pour une partie sans instructeur. Certaines actions de pilotage acquises initialement, non adaptées à une situation et non filtrées par instructeur ont pu ressurgir dans une situation à risques, stressantes et avec une charge de travail élevée ;
- la phase de mûrissement a manqué de progressivité quant à l'apprentissage du savoir-faire à l'écopage en mer formée, le CdB n'ayant pas effectué d'écopage dans de telles conditions depuis sa qualification 15 mois plus tôt.

Au niveau du contexte de l'événement, la pression temporelle installée durant cet exercice et l'absence de communication du chef de noria sur l'aérogologie et l'état de la mer vers son équipier sont les deux principaux facteurs retenus ayant pu contribuer à la survenue des erreurs humaines.

L'analyse des conditions d'origine organisationnelle, culturelle ou systémique ont permis de déterminer les facteurs contributifs suivants :

- pour un CdB en phase de mûrissement, la gestion du risque est un processus individuel, laissé à son appréciation personnelle ;
- certains risques peuvent ne pas avoir été abordés durant la phase d'instruction du CdB et il s'y trouvera confronté seul durant sa phase de mûrissement ;
- les heurts de ballonets sont considérés comme des aléas d'une phase d'écopage à risque et peu de moyens ont été développés pour y faire face.

L'analyse du comportement de l'équipage du P33 et du chef de noria dans la gestion de l'événement montre que les actions ont été adaptées à la situation rencontrée.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

4.1.1. Gestion des risques auxquels sont confrontés les jeunes CdB en phase de mûrissement

Un CdB se trouvant dans sa phase de mûrissement, est confronté à de nombreux dangers qu'il doit appréhender. Il prend certains risques qu'il pense calculés, mais qui ne reposent que sur sa seule expérience. L'encadrement de la BASC est conscient de cette situation mais aucun processus particulier n'a été défini pour encadrer les jeunes CdB.

Un pilote moins expérimenté et plus vulnérable concernant la gestion des risques peut se laisser entraîner à ses limites. La plupart des risques sont connus des pilotes plus expérimentés, ces derniers y ayant été confrontés.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

A la DGSCGC,

- d'encadrer la progression d'un CdB en phase de mûrissement en gérant les risques associés à une phase d'écopage ;**
- de poursuivre la mise en place des moyens de capitalisation du savoir-faire des pilotes expérimentés de la BASC.**

Concernant l'écopage en mer formée avec vent de travers, différentes stratégies peuvent être envisagées pour encadrer l'activité d'un jeune CdB selon les conditions rencontrées :

- systématiser la procédure écopage mauvaise mer ;
- limiter la sortie des écopages lors des vols d'entraînement ;
- composer un équipage comprenant un copilote expérimenté...

4.1.2. Gestion de la vitesse de l'aéronef dans une phase d'écopage

Lors d'une phase d'écopage, l'un des objectifs principaux est de conserver une vitesse minimale permettant de garantir une efficacité suffisante des commandes de vol et tout particulièrement en roulis pour éviter le contact d'un ballonnet avec la mer.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

A la DGSCGC, d'améliorer la gestion de la vitesse par un équipage de Canadair CL415 en phase d'écopage.

Différentes voies peuvent être explorées. Il pourrait être envisagé de :

- systématiser l'annonce de la vitesse par le COPIL lorsqu'il se libère de la gestion des écopages et du remplissage des réservoirs ;
- utiliser un des trois index de l'indicateur de vitesse durant la phase d'écopage (index à 70 kt) ;
- définir un filtre supplémentaire, dans le cadre de l'analyse systématique des vols, permettant de relever les écopages effectués sous une vitesse seuil à définir (paramètres du

FDR : écopages sorties, Vi inférieure à une valeur à définir...) et d'en analyser les causes et conséquences.

4.1.3. Exploitation des enregistreurs

Le heurt de ballonnet est accepté par la majorité de la population des personnels navigants de la BASC comme faisant intrinsèquement partie des risques du métier. Le sentiment que la phase d'écopage par mauvaise mer est dangereuse et que l'on ne peut rien faire pour réduire les heurts de ballonnet est prégnant. Ainsi, suite à un heurt de ballonnet, les exploitations des données des enregistreurs FDR et CVR, pourtant à disposition, ne sont que peu exploités alors qu'ils constituent un outil essentiel à la compréhension de l'erreur humaine. Même si la gestion des événements aériens s'est vue renforcée dans les dernières années au sein de la BASC, l'exploitation des enregistreurs reste une voie d'amélioration de la sécurité des vols.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

A la DGSCGC, de tirer profit de l'exploitation des enregistreurs lorsque des événements se produisent, par exemple lors des heurts de ballonnet.

Cette exploitation ne peut avoir qu'un objectif d'amélioration de la sécurité des vols et être effectuée par une cellule spécialisée.

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

4.2.1. Instruction à l'écopage

Les savoir-faire nécessaires à la pratique de l'écopage sont acquis progressivement. Les premiers écopages aux commandes sont généralement effectués en place droite et sans instructeur pour la plupart d'entre-eux. Certaines actions de pilotage acquises en dehors d'un cadre d'instruction et non filtrées par un instructeur peuvent ne pas être adaptées à une situation donnée, tout particulièrement dans une phase d'écopage. Ces actions inadaptées, corrigées par la suite, peuvent cependant resurgir plusieurs mois plus tard dans une situation à risques, stressantes et avec une charge de travail élevées.

Il n'a pas été possible d'établir un lien avec l'événement. Ce point reste néanmoins une voie d'amélioration de la formation à l'écopage.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

A la DGSCGC, que les premiers écopages aux commandes soient effectués dans un cadre d'instruction.

4.2.2. Procédure heurt de ballonnet avec la mer

La procédure anormale « Conduite à tenir en cas de perte de ballonnet » n'est pas adaptée à la situation vécue par l'équipage. Lors de l'événement du P33, l'endommagement du ballonnet est constaté par l'équipage lors du décollage. L'analyse de l'historique des heurts de ballonnet, montre que la plupart des endommagements de ballonnets sont constatés lors des vérifications « après écopage » en vol.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

A la DGSCGC, d'analyser l'opportunité de définir une procédure anormale permettant de gérer l'endommagement d'un ballonnet en vol.

ANNEXES

ANNEXE 1	Procédure d'écopage type mauvaise mer	38
ANNEXE 2	Procédure anormale « Conduite à tenir en cas de perte de ballonnet ».....	42
ANNEXE 3	Extrait des consignes permanentes d'opérations	43

ANNEXE 1

Procédure d'écopage type mauvaise mer

La procédure est développée explicitement dans divers documents. La différence notable, entre l'approche standard et de type mauvaise mer, est le palier effectué par le pilote durant quelques secondes et à quelques mètres au-dessus de la mer.

Extrait du manuel d'activités particulières CL415, section 07 Activités particulières, 2 missions opérationnelles feux de forêts, 2.1 Les missions de lutte, 2.1.8 Ecopage, révision 00 de mai 2008

La présence de l'assistance plan d'eau est souhaitable ; un contact radio peut être établi avec l'embarcation sur la fréquence air/sol 1 (18).

En arrivant sur le plan d'eau le chef de noria effectue un survol de reconnaissance de la zone, afin de s'assurer que la manœuvre d'écopage pourra s'effectuer en toute sécurité, d'avertir les usagers du plan d'eau de ses intentions. Il évalue la direction et force du vent, houle, présence d'obstacles et objets flottants : il détermine l'axe de présentation. Il choisit de préférence une trajectoire sous le vent qui laisse suffisamment de place, en fonction du nombre d'avions. Il adopte une trajectoire serrée, rapide et longue pour ménager un volume de manœuvre suffisant aux suivants.

Chaque commandant de bord est responsable de sa trajectoire d'écopage et se positionne en dehors du souffle et du sillage du (ou des) précédent(s).

Approche à Vi 90-95 kts, volets 15°. Le toucher se fait à 75-80 kts.

Il est interdit de prendre la houle de face.

Une fois sur l'eau ajuster la puissance, en fonction du vent, pour maintenir 70 kts.

Sortir les écopes une fois l'avion stabilisé et contrer le couple piqueur. Ne pas mettre les gaz tant que l'assiette est incorrecte : cela ne fait qu'accentuer le couple piqueur.

Avec peu de vent et plan d'eau court, afficher la puissance de décollage à partir de 6 000 lbs. embarquées.

Lors d'une présentation écopes sorties, contrer le couple piqueur à la rentrée dans l'eau : cette configuration est interdite en « mirage » et par fort vent de travers.

En cas de sortie intempestive de l'eau à vitesse faible (écopage dans la houle) et pour éviter des rebonds successifs pouvant devenir dangereux, il est possible de sortir 25° de volets : n'utiliser cette procédure que sur des plans d'eau dégagés et en cas de nécessité.

La vitesse optimale d'écopage est de 70 à 75 kts.

Si on doit changer d'axe lors d'un écopage, le faire à une vitesse proche de 60 kts.

Quand le copilote annonce « écopes rentrées », ajuster la puissance de décollage et sortir de l'eau à 80 kts.

En sortie de l'eau le pilote effectue un palier d'accélération, rentre les volets à 10° en atteignant la vitesse de 95 kts et à 0° à la vitesse minimum de 105 kts, avant d'entamer la montée.

S'il doit effectuer un virage en sortie d'écopage, le pilote affichera au préalable une maquette à cabrer de 10°.

Durant ces manœuvres le copilote exécute les check-list correspondantes, vérifie la bonne configuration de l'avion, surveille les paramètres moteurs, contrôle le remplissage des soutes à eau et manœuvre les écopés à la demande du commandant de bord.

En cas de panne sur un plan d'eau et si on ne peut pas amerrir face au vent, le faire vent de travers : l'important est d'amerrir à un cap stabilisé et les ailes horizontales.

En cas de panne moteur après V1 sur un plan d'eau, après écopage, le commandant de bord peut :

- soit se reposer sur le plan d'eau
- soit rejoindre le terrain approprié le plus proche : dans ce cas la montée s'effectue en orbitant à la verticale du plan d'eau jusqu'à une altitude de sécurité.

Pour info la Vi de plané est de 109 kts.

Exceptions : La Salvetat : il vaut mieux se reposer.

Le Rhône : si le choix existe, ne pas se reposer.

Extrait du livret *annonces standards équipage, Ecopage type mauvaise mer*

CDB PF ¹²	COPILOTE PNF ¹³
« C/L mise en descente/en vue du plan d'eau » (utilisation opérationnelle écopage)	
	Effectue la C/L « C/L mise en descente/en vue du plan d'eau terminée »
Vi ≤ 138 kt « Volets 15 »	Vérifié la Vi ≤ 138 kt, sort les volets « Les volets vers 15 » « Les volets sont à 15 »
« C/L avant écopage »	Effectue la C/L « C/L avant écopage terminée »
« C/L finale »	« 4 portes éteintes, trim vérifié, paré écopage »
« Confirmé »	
« Pour une approche mauvaise mer »	
« Ecopes »	Sort les écopés, vérifie les 2 voyants probes allumés « Ecopes sorties » Vérifie le remplissage des 4 soutes « 40, 43, 46, écopés rentrés » Réservoirs pleins, rentre manuellement les écopés par sécurité en cas de dysfonctionnement du système auto
	Pendant l'écopage vérifie les paramètres moteurs, Vi et WDC Accompagne le mouvement des manettes et ajuste la puissance de décollage en fin de course, main gauche sur la partie basse des leviers, main droite à proximité du bouton écopés
	« 84 kt »
Vi ≥ 105 kt « Volets 0 »	Vérifie la Vi ≥ 105 kt, rentre les volets « Les volets vers 0 » « Les volets sont à 0 »
« C/L après écopage »	Effectue la check-list « C/L après écopage terminée »

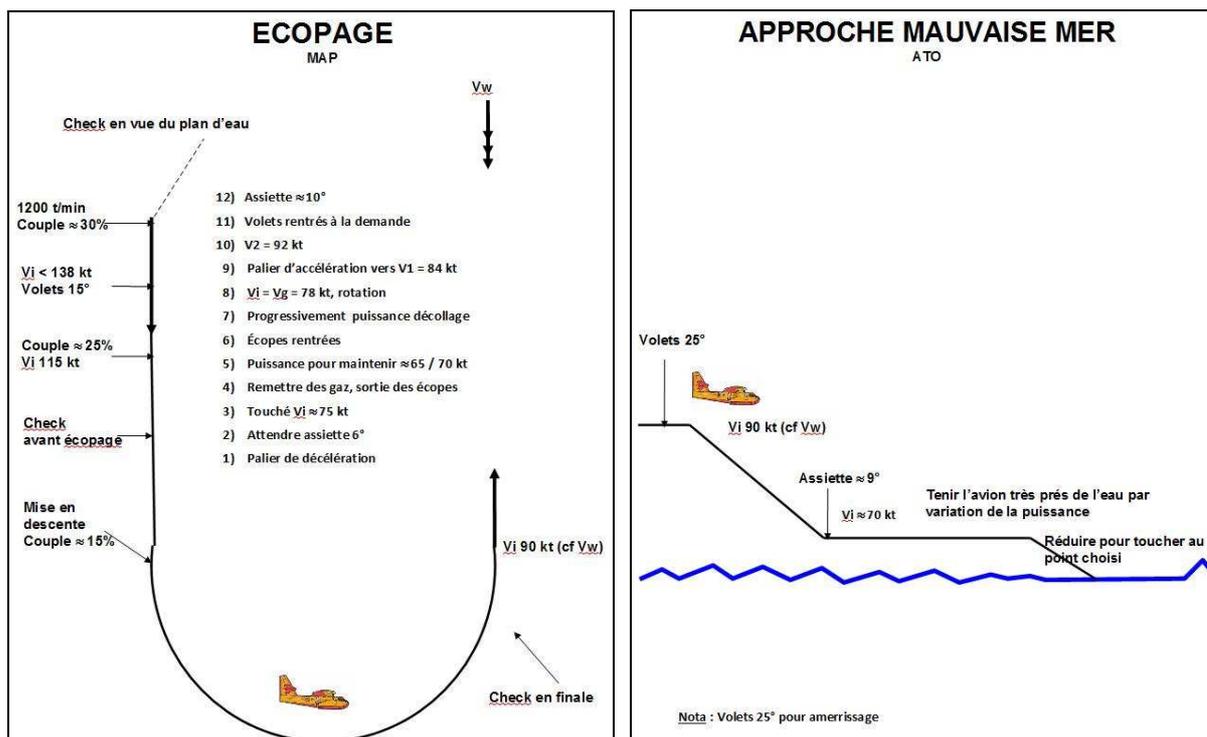
NB1 : l'annonce « butées » indique la nécessité d'ajuster les torques

NB2 : dans le cas particulier d'un écopage délicat, si le CdB désire la configuration volets 25, il demandera sous la forme « Volets 25 »

¹² PF : pilote en fonction

¹³ PNF : pilote non en fonction, pilote non aux commandes

Extraits du manuel de formation du Comandant de bord



Commentaires supplémentaires

Le Canadair est un appareil conçu pour évoluer sur des lacs, plans d'eau généralement peu assujetti aux effets de la houle. Les équipages de la DGSCGC effectuent des actions d'écopage en mer par condition de houle formée. Les méthodes utilisées sont issues de plusieurs années d'expérience. Les techniques de pilotage sont enseignées durant le cursus de formation des CdB et nécessite une phase de mûrissement de plusieurs années ensuite.

Le pilote d'un hydravion doit contrôler les effets parfois combinés des forces aérodynamiques et hydrodynamiques subies par son aéronef dans un environnement en constante évolution. Sur un plan d'eau, l'état de la mer peut varier rapidement en fonction des effets aérologiques ou hydrologiques.

La prise de contact avec la surface du plan d'eau est la première phase délicate. En fonction des conditions environnementales, il existe des méthodes d'approche différentes pour se prémunir soit de l'effet mirage qui empêche toute évaluation de la hauteur, soit des conditions de mauvaise mer. Il n'existe pas de limitation concernant l'état de surface de la mer. Au niveau aérologie, le vent traversier est limité à 12 kt par une consigne interne à la DGSCGC issue de l'expérience.

La phase de remplissage des cales constitue le second point critique. En effet, une sortie dissymétrique des écopes entrainerait un déséquilibre de l'aéronef pouvant conduire à la perte du contrôle de ce dernier. La répartition de la charge de travail entre le commandant d'aéronef et le COPIL tient compte de ce risque.

Dès que le CdB a installé l'aéronef au contact de la surface du plan d'eau (vitesse 70 kt et assiette 6 degré à cabrer), il ordonne la sortie des écopes, action réalisée par le copilote qui vérifie le remplissage symétrique des cales et annonce les valeurs atteintes. Durant cette

séquence, le maintien d'une vitesse supérieure à 65 kt est indispensable afin de garantir l'effet maximum des commandes de vol qui permet de conserver une bonne stabilité de l'aéronef et de l'amener progressivement dans un domaine de prépondérance des forces aérodynamiques par rapport aux forces hydrodynamiques et d'engager sa trajectoire de décollage. Le pilote aux commandes doit maintenir la stabilité de son aéronef (vitesse, assiette, absence de dérapage) en surveillant et anticipant les variations du train de houle et de la hauteur des vagues tout en se tenant prêt à éviter tout obstacle ou d'objet flottant se présentant sur sa trajectoire. Un Canadair sort de l'eau vers 78 kt. Une fois la sortie de l'eau effectuée, le pilote maintient l'aéronef quelques instants en palier jusqu'à atteindre la V1 (84 kt). A l'annonce de cette valeur par le COPIL, le CdB poursuit la phase de décollage.

ANNEXE 2

Procédure anormale « Conduite à tenir en cas de perte de ballonnet »

17

ANORMALES

CL 415

CONDUITE A TENIR EN CAS DE PERTE DE BALLONNET

◆ SUITE A INTERRUPTION DE DECOLLAGE:

RENDRE SON TEMPS

SUR UN PLAN D'EAU FERME, ON EST EN SECURITE

- EFFECTUER LES VERIFICATIONS NECESSAIRES : ESSAI DES COMMANDES (surfaces), VERIFICATIONS VISUELLES
- UTILISER TOUTES LES RESSOURCES DISPONIBLES (autre avion, radio, équipage)
- ESSAI DES COMMANDES SUR LE REDAN

◆ SI LA DECISION DE RESTER SUR LE PLAN D'EAU EST PRISE :

- MOUILLAGE (utilisation de l'ancre)
- PRISE DE BOUEE
- BEACHING (pas de bouée, trop de profondeur, doute sur la flottabilité)

Un bon « beaching » dépendra des fonds marins : **SORTIR LE TRAIN**

◆ SI LE DECOLLAGE EST DECIDE:

AUCUN DOUTE NE DOIT SUBSISTER

- GARDER LES VOIETS SUR LA POSITION DECOLLAGE
- SE POSER SUR LE TERRAIN ADAPTE LE PLUS PROCHE
- LES PLANS D'EAU SONT DES TERRAINS DE DEROUTEMENT

ANNEXE 3

Extrait des consignes permanentes d'opérations

46 – Prérogatives et devoirs du chef de noria

a. *Le chef de noria est responsable de la mission. Son indicatif radio est :*

- « Pélican LEADER » pour les CL-415,
- « Tracker LEADER » pour les Tracker,
- « Milan LEADER » pour les Dash-8.

L'indicatif d'un appareil isolé est :

- « Pélican + n° de coque » pour les CL-415,
- « Tracker + n° de coque » pour les Tracker,
- « Milan + n° de coque » pour les Dash-8,
- « Bengale + n° de coque » pour les B-200.

Le chef de noria est responsable de la mission, mais la gestion de la trajectoire et le risque d'abordage restent de la responsabilité du commandant de bord de chaque appareil :

(1) Lorsque le chef de secteur ou le chef pilote est présent dans une noria, il se doit d'intervenir à tout moment dans le déroulement de la mission s'il le juge nécessaire.

(2) Un chef de noria, qui doit quitter la noria pour une raison quelconque, doit désigner clairement son remplaçant et en informer le COS, le CODIS ou le COZ.

b. *Le chef de noria répond devant le chef de la BASC du bon déroulement de la mission, en particulier en ce qui concerne :*

(1) l'application des instructions et consignes particulières données au départ de la mission,

(2) l'observation des procédures et des règles de vol, tant dans les domaines de la CAG que dans celui spécifique de la lutte contre les feux de forêts,

(3) l'application des procédures radio réglementaires avec les organismes de contrôle de la circulation aérienne et avec les postes fixes ou mobiles du réseau des transmissions du ministère de l'intérieur (COZ, COS, etc.),

(4) la faisabilité de la mission en rapport avec les conditions météorologiques (conditions aérologiques en particulier) et l'interruption de la mission s'il estime que les limites d'emploi des appareils risquent d'être dépassées.

c. *Dans le cadre des missions de lutte contre les feux de forêts, il tient le COZ informé des mouvements des appareils de son dispositif :*

(1) décollage de la base de stationnement en précisant le nombre et les indicatifs opérationnels des bombardiers d'eau ainsi que l'heure prévue d'arrivée (HPA) sur l'objectif,

(2) déroutements pour impératifs techniques (avitaillement, panne...).

d. *Sur zone, il renseigne le COS sur les conditions d'exécution de la mission :*

(1) possibilités opérationnelles des avions compte tenu du contexte topographique, météorologique et des difficultés rencontrées (visibilité, obstacles, turbulence, etc.) pour atteindre le but tactique défini par le COS,

(2) nature du produit largué,

(3) autonomie des bombardiers d'eau engagés,

(4) point de remplissage envisagé :
(a) terrain avec ou sans retardant,
(b) plan d'eau,

(5) intervalle de temps moyen entre 2 séries consécutives de largages (ou délai de rotation),

(6) mouvements envisagés pour l'avitaillement des appareils en fonction de la durée estimée de la mission,

(7) temps d'absence sur zone des avions en avitaillement,

(8) évaluation de la situation du feu, avec éventuellement des suggestions pour l'envoi de renfort.

e. *Il renseigne le COZ régulièrement sur la progression du feu par des messages formatés :*

- (1) C/R sur le feu de XXX
- (2) X largages effectués sur le flanc X
- (3) Feu en propagation libre / fixé / maîtrisé / éteint sur le flanc XX / tête
- (4) Surface brûlée XXX ha
- (5) Surface menacée XXX ha
- (6) Points sensibles éventuels
- (7) Besoin en renfort éventuel

(cf. paragraphe 89 b. (3))

Si la charge de travail ne le permet pas, il doit déléguer l'exécution de ce compte-rendu à un avion de la noria.

f. *Dans le cadre de la formation et de l'entraînement, un chef de secteur, un chef pilote ou un instructeur peut déléguer tout ou partie des responsabilités suivantes :*

- (1) conduite de la noria vers l'objectif en respectant les procédures en vigueur,
- (2) exécution des contacts radio réglementaires pendant les transits,
- (3) définition avec les autres pilotes de la meilleure technique de largage à employer pour atteindre les objectifs fixés par le COS,
- (4) organisation de la noria en précisant les transits entre l'objectif et le point de remplissage,
- (5) communication des consignes en vigueur aux équipages de renfort ou de relève qui rejoignent la noria,
- (6) étalement dans le temps des opérations d'avitaillement des avions en fonction de l'autonomie de chacun d'eux.

g. Dès son retour à la base, le chef de noria rend compte au commandement des difficultés éventuellement rencontrées dans l'exécution de la mission par une fiche d'observations. Dans le cas d'un stationnement nocturne sur terrain extérieur, il utilise la télécopie ou le téléphone pour transmettre les CRM (TECH et OPS) nécessaires à la rédaction du compte rendu d'activités et du BRQ.

47 – Equipiers

- a. Les commandants de bord des avions équipiers d'une noria sont à tout moment responsables de la conduite de leur aéronef et en particulier de sa trajectoire et de l'anti-abordage.
- b. Ils communiquent au chef de noria tous les renseignements susceptibles d'améliorer l'efficacité de l'action ou la sécurité des personnes et des biens par radio, sous forme de messages courts, clairs et concis. En cas d'incompréhension, ils font répéter les consignes du chef de noria.
- c. Ils doivent rendre compte immédiatement au chef de noria de toute perte de visuel, difficulté ou incident.
- d. Lorsqu'un appareil vient s'intégrer dans une noria, il prend la dernière position de celle-ci. Il en est de même pour un équipier qui, après avoir quitté momentanément sa place, rejoint la noria.
- e. En transit à une hauteur inférieure à 1500 pieds, l'étagement d'un équipier par rapport à l'avion qui le précède doit impérativement être positif.
- f. Ils appliquent les consignes du chef de noria.
- g. Sur ordre du chef de noria, ils font un compte-rendu de la situation au COZ (cf. paragraphe 46, alinéa e.).