



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 13 octobre 2008

RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE



BEAD-air-A-2008-001-A

Date de l'événement	12 février 2008
Lieu	Axe de ravitaillement Atlantique
Types d'appareil	Mirage 2000 N
Immatriculation	n° 315 / F-ULBF
Organisme	Armée de l'air
Unité	Escadron de chasse 02.004 « Lafayette »

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

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

UTILISATION DU RAPPORT

L'objectif du rapport d'enquête technique est d'identifier les causes de l'événement et de formuler des recommandations de sécurité. En conséquence, l'utilisation exclusive 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 1 (couverture) : armée de l'air.

Pages 11; 12; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 27; 28; 29 : BEAD-air.

TABLE DES MATIERES

<i>Avertissement</i>	2
<i>Table des matières</i>	3
<i>Table des illustrations</i>	5
<i>Glossaire</i>	6
<i>Synopsis</i>	7
1 Renseignements de base	10
1.1 Déroulement du vol.....	10
1.1.1 Mission.....	10
1.1.2 Déroulement.....	10
1.1.2.1 Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'évènement.....	10
1.1.2.2 Reconstitution de la partie significative du vol.....	11
1.1.2.3 Fin du vol.....	11
1.1.3 Localisation.....	12
1.2 Tués et blessés.....	13
1.3 Dommages aux aéronefs.....	13
1.4 Autres dommages.....	13
1.5 Renseignements sur le personnel.....	13
1.5.1 Pilote.....	13
1.5.2 Navigateur officier système d'armes.....	15
1.6 Renseignements sur l'aéronef.....	15
1.6.1 Maintenance.....	16
1.6.2 Perche de ravitaillement.....	16
1.6.3 Carburant.....	16
1.7 Renseignements sur la nacelle de ravitaillement.....	17
1.7.1 Maintenance.....	17
1.8 Conditions météorologiques.....	17
1.9 Télécommunications.....	18
1.10 Enregistreurs de bord.....	18
1.10.1 Mirage 2000 N.....	18
1.11 Renseignements sur les appareils.....	19
1.11.1 Mirage 2000 N.....	19
1.11.1.1 Localisation de l'épave.....	19
1.11.1.2 Examen de la zone.....	19
1.11.1.3 Examen de l'épave.....	20
1.11.2 Ravitailleur.....	22
1.12 Renseignements médicaux et pathologiques.....	24
1.12.1 Pilote.....	24
1.12.2 Navigateur officier système d'arme.....	24
1.13 Incendie.....	25
1.14 Survie des occupants.....	25
1.14.1 Abandon de bord.....	25
1.14.2 Organisation des secours.....	25
1.15 Essais et recherches.....	27
2 Analyse	28
2.1 Incident de ravitaillement.....	28
2.1.1 Ravitaillement en nacelle – fonctionnement normal.....	28
2.1.2 Description de l'incident.....	29
2.1.3 Origine de l'ondulation du tuyau.....	30
2.2 Suite de l'incident de ravitaillement.....	31
2.2.1 Endommagements et conséquences.....	31
2.2.2 Plan d'action pilote.....	32

2.2.3 Rentrée des tuyaux de ravitaillement.....	33
3 Conclusion	35
3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement.....	35
3.2 Mécanisme de l'événement.....	36
4 Recommandations de sécurité	37
4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	38
4.1.1 Corps étranger	38
4.1.2 Ravitaillement en nacelle	38
4.2 Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	39
4.2.1 Ejection.....	39
4.2.2 Procédure largage tuyau de ravitaillement	40
4.2.3 Procédure d'amerrissage	40
4.2.4 Localisation d'épave.....	41

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Carte n°1 : Dispositif en Atlantique _____	page 11
Carte n°2 : Trajectoire finale _____	page 12
Photo n°1 : Enregistreur _____	page 19
Photo n°2 : Epave à la surface de l'eau _____	page 20
Photo n°3 : Cabine et cellule séparées _____	page 21
Photo n°4 : Perche de ravitaillement et sondes _____	page 21
Photo n°5 : Détail de la perche _____	page 21
Photo n°6 : Compresseur _____	page 22
Photo n°7 : Aile gauche du ravitailleur _____	page 22
Photo n°8 : Panier de la nacelle gauche _____	page 23
Photo n°9 : Vue du TMU n°6 _____	page 23
Photo n°10 : Corps étranger dans la caissette du TMU n°6 _____	page 24
Photo n°11 : Capture image vidéo tête haute _____	page 29
Image n°1 : Nacelle lors du contact _____	page 28
Image n°2 : Transfert carburant _____	page 29

GLOSSAIRE

AIA	Atelier industriel de l'aéronautique
BEAD-air	Bureau enquêtes accidents défense air
CAM	Circulation aérienne militaire
CEAT	Centre d'essai aéronautique de Toulouse
CFAS	Commandement des forces aériennes stratégiques
ft	<i>Feet</i> - pied (1 ft \approx 0,30 mètre)
kt	<i>Knot</i> - noeud (1 kt \approx 1,852 km/h)
Nm	<i>Nautical Miles</i> - mille nautiques (1 Nm = 1852 mètres)
ORV	Officier ravitailleur de vol
PRV	Prise de ravitaillement en vol
RESEDA	Centre de restitution des enregistreurs d'accidents

SYNOPSIS

- Date de l'événement : 12 février 2008 vers 22h30 locales ¹ ;
- Lieu de l'événement : axe de ravitaillement Atlantique ;
- Organisme : armée de l'air ;
- Commandement organique : Commandement des Forces aériennes stratégiques (CFAS) ;
- Unités : EC 02.004 « Lafayette » ;
- Aéronefs : Mirage 2000 N ;
- Nature du vol : entraînement ;
- Nombre de personnes à bord : 2.

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Lors d'un ravitaillement en nacelle de nuit sur un des axes en Atlantique, l'équipage du Mirage 2000 N subit un dysfonctionnement du réacteur suite à l'ingestion d'un corps étranger.

La poussée résiduelle du réacteur ne permet pas de rejoindre le terrain de déroutement et l'équipage prend la décision de revenir au dessus de l'océan pour s'éjecter.

L'équipage est récupéré indemne par voie maritime. L'aéronef est détruit.

¹ Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.

Composition du groupe d'enquête technique

- Deux enquêteurs techniques du Bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air), un directeur d'enquête et son adjoint ;
- Un enquêteur de première information (EPI) à Istres ;
- Un officier pilote ayant une expertise sur Mirage 2000 N ;
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur Mirage 2000 N ;
- Un médecin du personnel navigant ;
- Un officier parachutiste d'essai du BEAD-air.

Autres experts consultés

- Centre RESEDA de Brétigny (centre de restitution des enregistreurs d'accidents) ;
- CEAT (centre d'essais aéronautiques de Toulouse) ;
- AIA de Bordeaux (atelier industriel de l'aéronautique).

Déclenchement de l'enquête technique

La permanence du BEAD-air a été prévenue téléphoniquement par l'armée de l'air le mardi 12 février vers 23h00.

Dés le lendemain, les enquêteurs du BEAD-air se sont rendus à Bordeaux pour rencontrer l'équipage alors que l'EPI et les experts pilote et mécanicien débutaient les investigations à Istres et à Luxeuil.

Les opérations de recherche de l'épave, coordonnées par un enquêteur du BEAD-air, ont abouti 4 jours après l'évènement.

Le renflouage de l'épave a quant à lui été réalisé le 1^{er} mars 2008, soit 18 jours après l'accident.

Enquête judiciaire

- Le Parquet de Poitiers s'est saisi de l'affaire ;

- Un officier de police judiciaire de la section judiciaire de la gendarmerie de l'air a été commis.

1 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Mission

Indicatif mission	Requin 303
Type de vol	CAM ² B et C
Type de mission	Entraînement
Dernier point de départ	BA 116 - Luxeuil
Heure de départ	21h30
Point d'atterrissage prévu	BA 116 - Luxeuil

1.1.2 Déroulement

Ce chapitre est issu des témoignages des équipages.

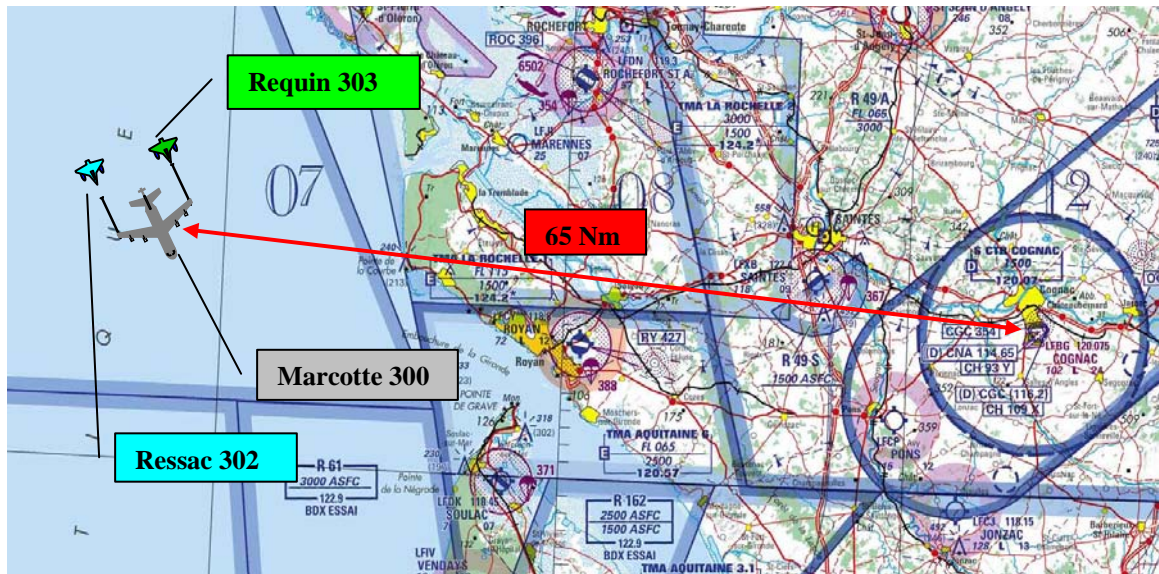
1.1.2.1 Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement

Après un décollage de Luxeuil à 21h30, Requin 303 effectue un transit en haute altitude et rejoint le ravitailleur Marcotte 300 qui est stable sur un axe de ravitaillement en Atlantique.

Requin 303 est le deuxième avion du train de ravitaillement. Un autre Mirage 2000 N, Ressac 302, est déjà en procédure de ravitaillement sur la nacelle droite. Requin 303 est le premier avion à devoir ravitailler sur la nacelle gauche. De la position de perche gauche, Requin 303 passe en position d'observation, en attente de l'autorisation de contact.

Le dispositif est stable au cap 150° et au niveau de vol 250.

² CAM : circulation aérienne militaire.



Dispositif en Atlantique

1.1.2.2 Reconstitution de la partie significative du vol

Requin 303 effectue un premier contact infructueux : la prise de ravitaillement en vol (PRV) ressort du panier sans que le chariot de la nacelle ne se soit déplacé.

Après le second contact de Requin 303, Ressac 302 voit le tuyau et le panier fouetter la perche de ravitaillement et des étincelles sortir du réacteur. Dans le même temps, l'équipage du Mirage 2000 N entend un bruit provenant du réacteur, alors que du carburant recouvre la verrière. Le pilote dégage par la gauche et détecte l'allumage furtif d'un voyant de panne rouge (sans pouvoir préciser lequel).

1.1.2.3 Fin du vol

Le pilote prend immédiatement le cap vers Cognac (terrain de déroutement le plus proche³). Il est rapidement suivi par Ressac 302.

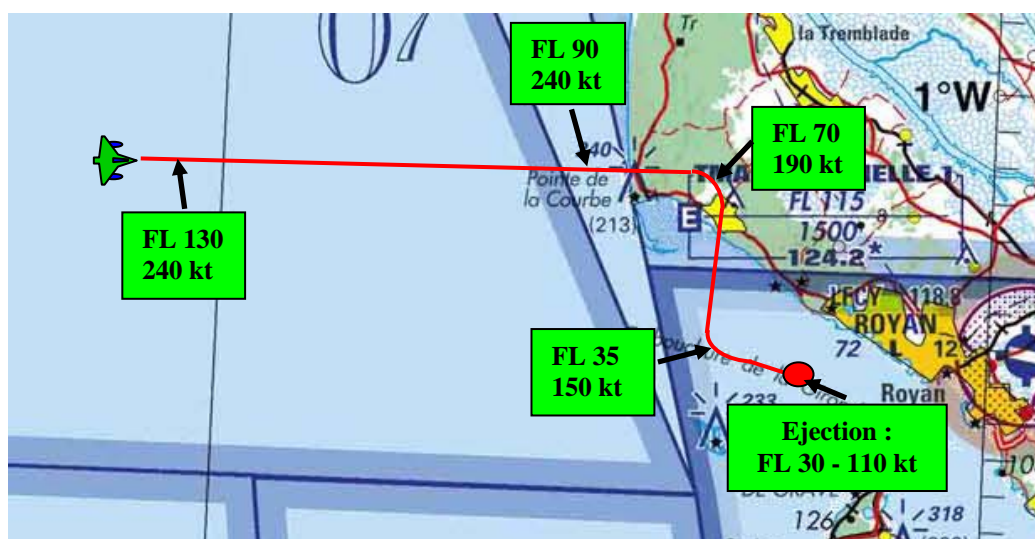
Chaque tentative d'augmentation du régime au-delà de 73% entraîne une élévation rapide de la Tt7, voire l'allumage du voyant Tt7, accompagné de vibrations du réacteur. Le pilote positionne donc la manette des gaz dans une position lui permettant de conserver la Tt7 comprise entre 500°C et 700°C (environ 70%).

L'analyse des paramètres de vol conduit rapidement l'équipage à se rendre compte que le terrain de Cognac ne sera pas accessible.

³ Le dispositif est alors à l'ouest du terrain de Cognac pour 65 Nm.

Il décide donc de rejoindre une zone préférentielle d'éjection afin d'éviter au maximum le risque de collision entre l'avion et des habitations et de faciliter sa récupération par les moyens SAR (*Search and rescue* – recherche et sauvetage).

L'équipage s'éjecte vers 3000 ft⁴, dans l'estuaire de la Gironde. L'avion s'abîme dans l'estuaire, au sud-ouest de Royan pour environ 1 Nm⁵.



Trajectoire finale

1.1.3 Localisation

➤ Lieu :

- ⇒ pays : France ;
- ⇒ Océan Atlantique ;
- ⇒ 22 Nm de la côte ;
- ⇒ coordonnées géographiques :
 - N 45° 40' ;
 - W 001° 46'.
- ⇒ altitude du lieu de l'événement : FL 250 ;

➤ Moment : nuit ;

⁴ Ft : *feet* - pied (1 ft ≈ 0,30 mètre).

⁵ Nm : *nautical miles* - mille nautique (1 Nm = 1852 mètres).

- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Cognac à 65 Nm dans le 090° du lieu de l'événement.

1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles	/	/	/
Graves	/	/	/
Légères / Aucunes	0 / 2	/	/

1.3 Dommages aux aéronefs

Aéronefs	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
Mirage 2000 N n° 315		X		
Boeing C 135 FR n° 472			X	

1.4 Autres dommages

Néant.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Pilote

- Age : 30 ans ;
- Unité d'affectation : Escadron de chasse 02.004 « La Fayette » :
 - ⇒ fonction dans l'unité : chef de la cellule nucléaire.
- Formation :
 - ⇒ qualification : chef de patrouille ;
 - ⇒ école de spécialisation : Ecole de l'aviation de chasse 00.314 – Tours ;
 - ⇒ année de sortie d'école : 2002.

➤ Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur M 2000 N	Sur tous types	Dont sur M 2000 N	Sur tous types	Dont sur M 2000 N
Total	1259h25	747h10	108h25	108h25	16h15	16h15
Dont nuit	155h50	120h25	17h40	17h40	1h15	1h15

➤ Date du dernier vol comme pilote :

⇒ sur l'aéronef :

- de jour : 11 février 2008 ;
- de nuit : 22 novembre 2007.

➤ Nombre de ravitaillements en vol : 73 ;

⇒ dans les 6 derniers mois : 5.

➤ Date du dernier ravitaillement :

⇒ en point central : 7 janvier 2008 ;
 ⇒ sur nacelle : 9 mars 2007.

➤ Qualification ravitaillement en vol :

⇒ date d'obtention : 1^{er} mars 2005.

➤ Carte de circulation aérienne :

⇒ type : carte verte ;
 ⇒ date d'expiration : 30 octobre 2008.

1.5.2 Navigateur officier système d'armes

- Age : 34 ans ;
- Unité d'affectation : Escadron de chasse 02.004 « La Fayette » :
 - ⇒ fonction dans l'unité : chef de la cellule informatique.
- Formation :
 - ⇒ qualification : sous-chef navigateur ;
 - ⇒ école de spécialisation : Ecole de l'aviation de chasse 00.314 – Tours ;
 - ⇒ année de sortie d'école : 2000.
- Heures de vol comme NOSA :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur M 2000 N	Sur tous types	Dont sur M 2000 N	Sur tous types	Dont sur M 2000 N
Total	1500h	493h40	75h05	75h05	20h05	20h05
Dont nuit	210h	76h15	12h10	12h10	7h05	7h05

- Date du dernier vol comme NOSA :
 - ⇒ sur l'aéronef :
 - de jour : 11 février 2008 ;
 - de nuit : 23 janvier 2008.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : Armée de l'air ;
- Commandement organique d'appartenance : CFAS ;
- Base aérienne de stationnement : BA 116 – Luxeuil ;
- Unité d'affectation : escadron de chasse 02.004 La Fayette ;

➤ Type d'aéronef : Mirage 2000 N

⇒ configuration :

- deux réservoirs pendulaires largables (RPL) de 2000 litres ;
- deux lance-missiles (LM) de type LM 2255.

⇒ armement : néant ;

⇒ caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis
Cellule	M 2000 N	n° 315	4846h50	GV ⁶ : 195h10
Moteur	M53-P2	n° 60279	3404h45	Dernier entretien deuxième échelon ⁷ : 159h38

1.6.1 Maintenance

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

1.6.2 Perche de ravitaillement

La prise de ravitaillement a été remise en état à l'AIA de Clermont-Ferrand en mars 2007 et a été posée sur le Mirage 2000 N n°315 en avril 2007. Depuis sa pose, elle a effectué douze missions avec ravitaillement en vol (21 contacts) et les trois derniers ont été qualifiés de souples par le pilote (pas de contact dur avec le panier du ravitailleur).

1.6.3 Carburant

- Type de carburant utilisé : TR0 ;
- Quantité de carburant au décollage : 6,2 tonnes ;
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : estimée à 3 tonnes.

⁶ GV = grande visite.

⁷ Dernier entretien deuxième échelon = VR1 + Visite Normale 300h Module 2.

1.7 Renseignements sur la nacelle de ravitaillement

- Organisme : Armée de l'air ;
- Commandement organique d'appartenance : CFAS ;
- Base aérienne de stationnement : BA 125 - Istres le Tubé ;
- Unité d'affectation : Groupement de ravitaillement en vol 00.093 « Bretagne » ;
- Type de nacelle : *Flight Refueling Limited* (FRL);

⇒ caractéristiques :

Numéro	Nombre de cycles ⁸ total	Nombre de cycles depuis VP :	Nombre de cycles depuis retour constructeur :
FR 1319 S	787	134	13

⇒ Le pod a été déposé et envoyé chez le constructeur FRL de janvier à septembre 2007, pour expérimentation sur le système de PAWLS à galets. De retour dans l'Armée de l'Air, en septembre 2007, il a été installé sous l'aile gauche du Boeing C135FR N° 472 le 04 octobre 2007 et a effectué depuis 142 heures de vol, 13 cycles et 36 contacts.

1.7.1 Maintenance

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

1.8 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques observées sur l'axe de ravitaillement étaient conformes aux prévisions :

- ciel clair ;
- visibilité supérieure à 10 km ;
- absence de turbulence ;

⁸ Un cycle pod représente une sortie et une entrée de l'ensemble tuyau (hose) – panier (drogue).

- vent du 030° pour 20 kt⁹.

Les conditions météorologiques sur la zone d'éjection étaient :

- ciel clair ;
- visibilité supérieure à 10 km ;
- vent faible.

1.9 Télécommunications

Le Mirage 2000 N est équipé de deux postes radio. L'équipage était en contact avec l'équipage du ravitailleur et l'ensemble du dispositif sur un poste et avec le centre de détection et de contrôle (CDC) de Mont de Marsan sur l'autre.

1.10 Enregistreurs de bord

1.10.1 Mirage 2000 N

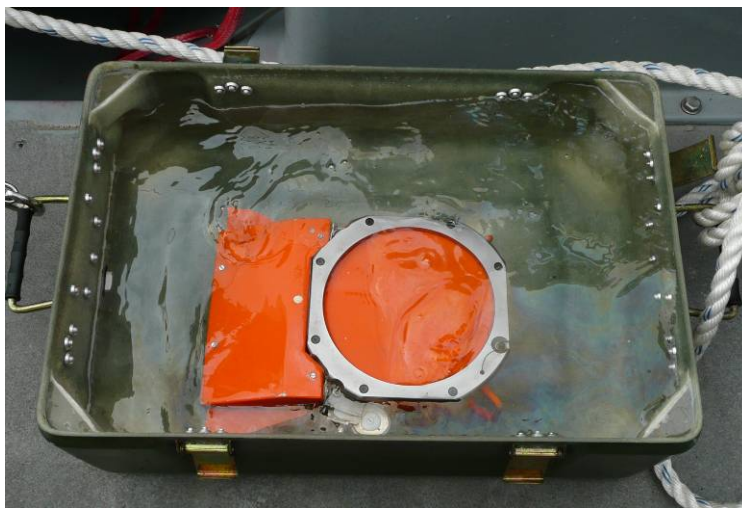
Le Mirage 2000 N est équipé d'un enregistreur de paramètres à bande magnétique de type PE 6011¹⁰. Il dispose aussi d'un enregistrement vidéo sur bande Hi-8 de la visualisation tête haute (VTH) ainsi que des communications radio et des conversations internes à l'équipage.

L'enregistreur de paramètres a été récupéré sur l'épave¹¹ par les plongeurs de l'Escadron d'Hélicoptères 01.067 « Pyrénées » de Cazaux.

⁹ Kt : *knots* - noeuds (1 kt ≈ 1,852 km/h).

¹⁰ Il est équipé d'une balise acoustique NFS 191 qui se déclenche à l'immersion et émet sur la fréquence 37,5 kHz.

¹¹ Et replongé aussitôt dans de l'eau douce pour protéger les données.



Enregistreur

Le magnéscope contenant la cassette Hi-8 a été récupéré lorsque l'épave a été sortie de l'eau.

Bien que l'épave soit restée plusieurs jours¹² dans l'eau, ces deux enregistrements ont pu être restitués par le centre RESEDA avec des données de bonne qualité.

1.11 Renseignements sur les appareils

1.11.1 Mirage 2000 N

1.11.1.1 Localisation de l'épave

L'épave du Mirage 2000 N a été localisée le 16 février vers 15h00 par une équipe de plongeurs démineurs (GPD de Brest) et par le chasseur de mine « Lyre » de la marine nationale (détection au sonar, confirmée par une écoute de la balise acoustique puis par une plongée), assistés par la vedette « Charente » de la Gendarmerie maritime.

1.11.1.2 Examen de la zone

L'épave a été renflouée dans l'estuaire de la Gironde, au sud-ouest de Royan pour 1 Nm¹³.

A cet endroit, la visibilité sous l'eau est quasi nulle et les courants très forts selon les marées.

¹² L'épave a été remontée le 1^{er} mars 2008 : localisation, recherche de moyen maritime de renflouage, attente de coefficients de marée favorables aux travaux sous marins (courants).

¹³ Après 2 tentatives infructueuses (rupture des cordages de traction).

1.11.1.3 Examen de l'épave

Malgré le manque de visibilité, les plongeurs - démineurs de la Marine Nationale ont décrit l'épave au fond de l'eau comme reposant à plat sur le ventre, en une seule partie, avec une fissure juste derrière la cabine de pilotage.

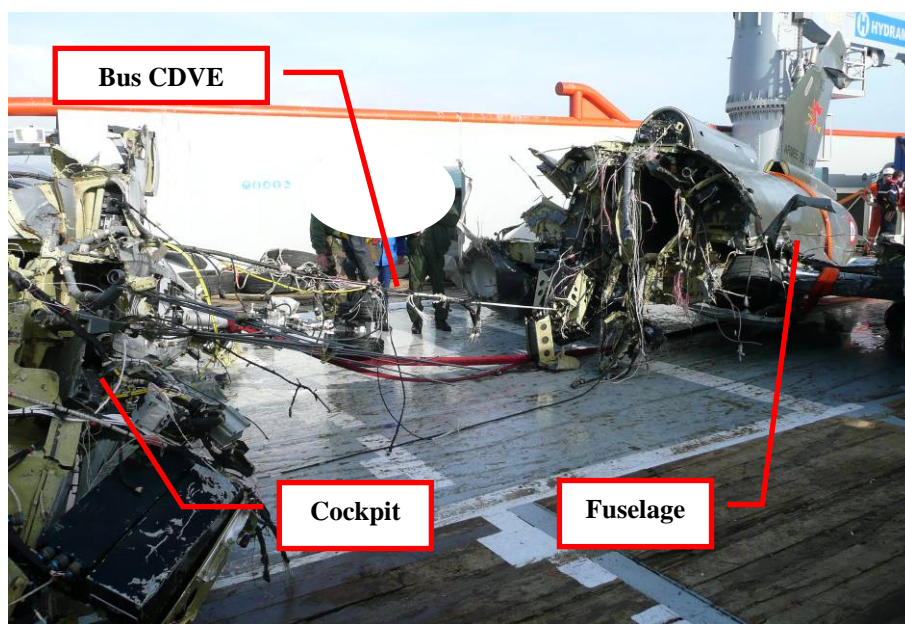
Lors de la première remontée du Mirage 2000 N hors de l'eau, il a été distingué que le fuselage était effectivement entier et que la cabine de pilotage était à pratiquement 90° de la cellule.



Epave à la surface de l'eau

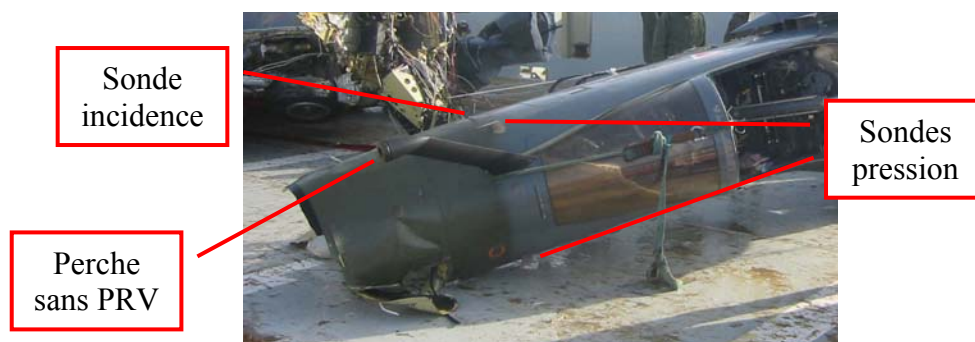
Une fois l'épave sur l'Argonaute, bâtiment de soutien, d'assistance et de dépollution (BSAD) affrété par la Marine nationale, les premières constatations ont été :

- Le cockpit s'est désolidarisé du reste de la cellule, au niveau du cadre 19. Le seul lien réunissant les deux est constitué par le bus de commande de vol.



Cabine et cellule séparées

- Toutes les sondes (sondes de pression et sondes d'incidence) et la perche de ravitaillement, sans la prise de remplissage en vol (PRV), sont en place.



Perche de ravitaillement et sondes



Détail de la perche

- Les aubes du compresseur sont endommagées.



Compresseur

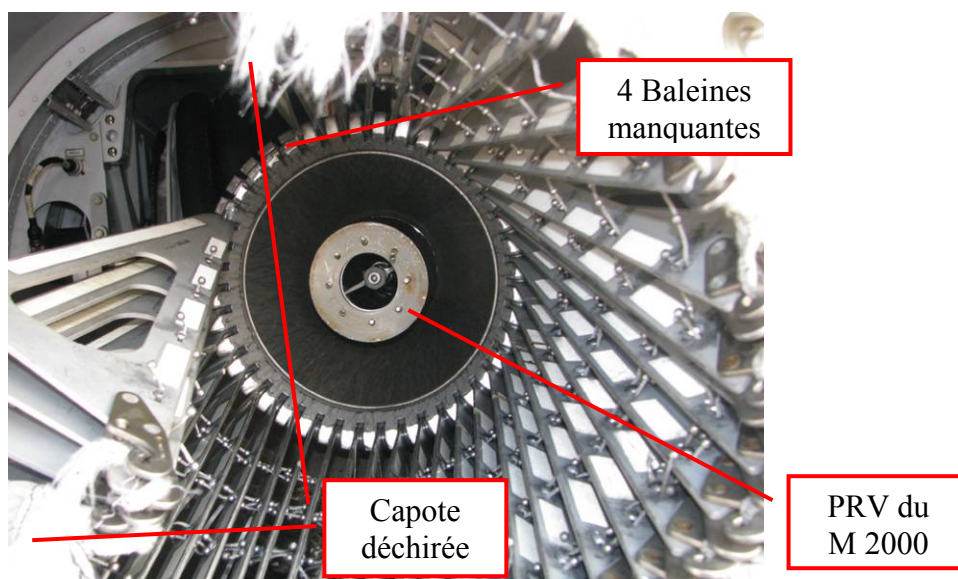
1.11.2 Ravitailleur

Le saumon de l'aile gauche a été endommagé ainsi que la capote (canopy) et le panier sur lequel il manque 4 baleines.



Aile gauche du ravitailleur

La prise de ravitaillement en vol (PRV) du Mirage 2000 est restée en place dans le réceptacle du panier.



Panier de la nacelle gauche

Lors du premier examen visuel de la nacelle de ravitaillement, les ressorts ne présentent pas de défaut apparent. L'endoscopie montrera qu'un des six ressorts de tension¹⁴ (TMU : *tensator motor unit*) présente un enroulement douteux. Seule la dépose des plaques de protection des ressorts révélera que le TMU n° 6 est cassé :



Vue du TMU n°6

¹⁴ Les TMU servent à freiner le tuyau en fin de sortie, à amortir les mouvements relatifs entre les deux appareils et à aider à la rentrée du tuyau.

Un corps étranger en caoutchouc (qui ressemble à un embout de lampe d'atelier) est coincé sous les vis de fixation de la caissette du TMU n° 6.



Corps étranger dans la caissette du TMU n°6

1.12 Renseignements médicaux et pathologiques

1.12.1 Pilote

- Dernier examen médical :
 - ⇒ type : visite de contrôle périodique de l'aptitude ;
 - ⇒ date : 6 novembre 2007 ;
 - ⇒ résultat : apte pilote de chasse ;
 - ⇒ validité : 12 mois.
- Examens biologiques : effectués ;
- Blessures : aucunes.

1.12.2 Navigateur officier système d'arme

- Dernier examen médical :
 - ⇒ type : visite de contrôle périodique de l'aptitude ;
 - ⇒ date : 5 octobre 2007 ;
 - ⇒ résultat : apte navigateur de combat ;
 - ⇒ validité : 12 mois.
- Examens biologiques : effectués.
- Blessures : aucunes.

1.13 Incendie

Néant.

1.14 Survie des occupants

1.14.1 Abandon de bord

- Éjection :
 - ⇒ Type de siège éjectable : MK 10.
- Données morphologiques :
 - ⇒ Pilote :
 - Taille : 1,74 mètre ;
 - Poids nu : 80 kg ;
 - Poids équipé : 93 kg.
 - ⇒ Navigateur officier système d'arme :
 - Taille : 1,67 mètre ;
 - Poids : 62 kg ;
 - Poids équipé : 75 kg.
- Éléments au moment de l'éjection :
 - ⇒ hauteur : 2900 ft ;
 - ⇒ vitesse : 140 kt ;
 - ⇒ incidence : 20° à cabré ;
 - ⇒ taux vario : 1900 ft/min.

Ces données sont conformes aux performances du siège éjectable Martin Becker MK 10.

1.14.2 Organisation des secours

A 22h39, le chef contrôleur du Centre de Détection et de Contrôle de Mont de Marsan (Indicatif : Marina) prévient le Centre de Coordination et de Sauvetage de Mont de Marsan qu'un Mirage 2000 N participant à un exercice a annoncé de graves problèmes « moteur ».

Il tente un déroutement vers la base aérienne de Cognac mais prévient d'un risque d'éjection au dessus de la mer.

Le PUMA SAR de la base aérienne 120 de Cazaux est immédiatement mis en alerte.

A 22h40, l'éjection est confirmée. Une position probable correspondant à l'embouchure de la Gironde au nord de Soulac (45°37'39N - 001°09'47W) est transmise.

Un Mirage 2000 N, Ressac 302 tourne au dessus de la zone en attendant d'être relevé par le Falcon 50 de la Marine Nationale qui fait route vers la zone d'éjection.

A 22h59, le Centre de Coordination et de Sauvetage de Cinq Mars La Pile confirme la mise en alerte et le décollage d'un Atlantique II de Lann Bihoué.

A 23h00, le CROSS Etel confirme la mise à disposition de trois moyens maritimes, deux de la SNSM¹⁵ et un de la Gendarmerie Nationale.

A 23h10, le Puma SAR décolle de la base de Cazaux avec deux civières.

A 23h30, le Falcon 50 arrive sur zone et relève le Ressac 302 qui rentre sur la base aérienne de Luxeuil.

Aux environs de 23h40, l'ensemble des moyens maritimes et aériens engagés arrive sur zone. Le Falcon de la marine nationale en patrouille sur zone permet à l'équipage du PUMA de repérer rapidement un premier membre d'équipage. Très rapidement, alors que l'équipage du PUMA poursuit sa procédure de repérage, le pilote de l'hélicoptère est informé qu'un premier puis un second membre d'équipage ont été récupérés à bord des vedettes arrivées sur zone.

En effet à 23h45, le navigateur officier système d'arme est récupéré par la vedette de la Gendarmerie Maritime. A 23h51, le pilote est récupéré par une vedette de la SNSM de Royan.

Les deux membres d'équipage sont ensuite ramenés sur le port de Royan où ils sont pris en charge par deux véhicules de secours aux victimes du CODIS17.

¹⁵ SNSM : société nationale de sauvetage en mer.

Après un examen médical réalisé par le médecin du Puma, ils sont hélicoptés depuis l'aérodrome de Royan vers l'HIA¹⁶ Robert Picqué de Bordeaux où ils se posent à 2h10.

1.15 Essais et recherches

Il a été demandé :

- à la société SNECMA d'analyser les paramètres enregistrés pour déterminer les causes du dysfonctionnement du réacteur du M 2000 N ;
- à l'AIA de Bordeaux d'effectuer l'examen technique du réacteur n° 60279 afin d'établir les causes des dégradations constatées ;
- au CEAT d'expertiser certains éléments de la nacelle de ravitaillement n° FR 1319 S afin d'identifier leur mode de rupture.

¹⁶ HIA : hôpital d'instruction des armées.

2 ANALYSE

L'évènement à l'origine de ce rapport est un *incident de ravitaillement*, survenu lors du contact d'un Mirage 2000 N sur la nacelle gauche de ravitaillement en vol d'un Boeing C 135 FR.

L'équipage du Mirage 2000 N a alors été confronté à une diminution rédhibitoire de la puissance délivrée par le réacteur qui l'a contraint à l'éjection.

L'analyse des éléments recueillis porte successivement sur :

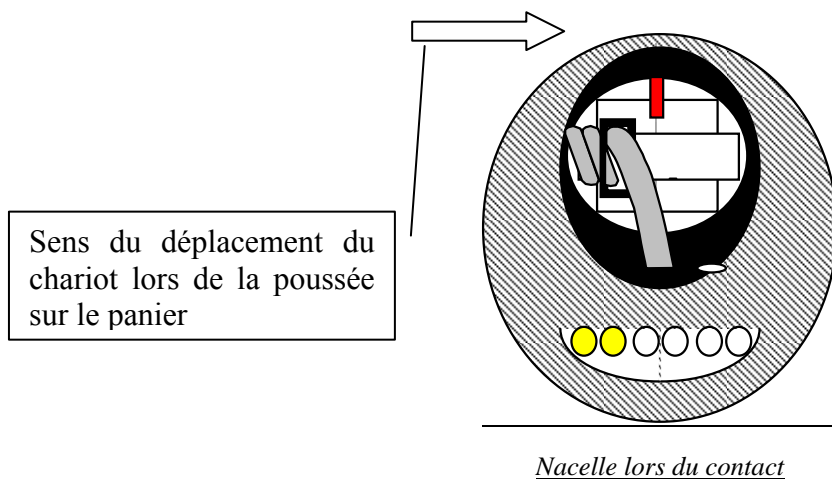
- la détermination des causes de l'incident de ravitaillement ;
- la détermination de l'origine de la perte de puissance du moteur ;
- la gestion du vol par l'équipage jusqu'à l'éjection ;
- la détermination de la cause de l'endommagement de l'aile du C135FR.

2.1 Incident de ravitaillement

2.1.1 Ravitaillement en nacelle – fonctionnement normal

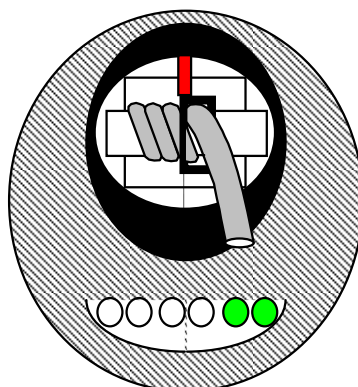
Lors d'un ravitaillement en nacelle de bout d'aile et après autorisation de l'ORV¹⁷, le chasseur approche et vient au contact. Une lumière ambre est visible sous le pod.

Une fois la perche accrochée, le chasseur pousse le panier sur environ 1m20 pour atteindre la zone de transfert carburant. Le tuyau s'enroule alors sur son tambour et le chariot se déplace longitudinalement vers la droite jusqu'au repère.



¹⁷ ORV : officier ravitailleur de vol.

Une fois la zone de transfert atteinte, et si les autres conditions (pression carburant, etc....) sont réunies, la lumière passe au vert et le transfert de carburant commence.



Transfert carburant

2.1.2 Description de l'incident

Ce chapitre est issu des témoignages des équipages des deux Mirage 2000 N et de l'ORV, ainsi que de l'analyse de l'enregistrement de la visualisation tête haute de Requin 303.

Lors des deux contacts et des deux poussées de la perche dans le panier, le tuyau ne s'enroule pas et le chariot ne se déplace pas.

La distance entre les deux avions diminuant alors que la longueur de tuyau sortie reste identique, il se crée une boucle vers la bas qui se propage le long du tuyau.



Capture image vidéo tête haute

Lors du premier contact, il se passe 9 secondes entre le contact et le retour de l'onde au panier qui se traduit par une déconnexion de la PRV.

La seconde fois, il se passe moins de 5 secondes entre le contact et le retour de l'onde au panier. Plus rapide, l'ondulation est également plus prononcée que celle du premier contact. Elle va alors provoquer un **coup de fouet** qui va rompre les fixations du gland.

L'incident de ravitaillement est donc caractérisé par le retour de l'onde du tuyau qui a induit une séparation violente entre la perche et le panier.

Lors de la poussée du panier par la perche de ravitaillement, le pilote surveille le chariot et l'allumage de la lumière verte sur la nacelle, synonyme de transfert de carburant. Ainsi, lors du premier contact, il a perçu que le chariot ne se déplaçait pas, mais n'a pas noté que le tuyau faisait une boucle vers le bas. En effet, il ne surveillait pas le tuyau qui de plus est difficilement visible de nuit.

Lors du deuxième contact, il n'a pas eu le temps d'apprécier le déplacement du chariot avant la déconnexion intempestive.

Lors des deux contacts, la focalisation de l'attention du pilote sur le déplacement du chariot et l'attente de l'allumage des voyants verts de transfert n'ont pas permis de détecter l'ondulation du tuyau.

2.1.3 Origine de l'ondulation du tuyau

Les expertises réalisées ont montré que l'absence d'enroulement du tuyau et de déplacement du chariot de la nacelle lors de la poussée de la perche de ravitaillement sur le panier, est due à la **rupture d'un des ressorts** de tension (TMU n°6).

Le scénario retenu pour la rupture de ce ressort est lié à la présence d'un **corps étranger**¹⁸ dans la cassette de ce TMU. Compte tenu de la nature des ruptures des 2 lames de ressort (ruptures statiques) et de leur position (à deux tours de la fin de l'enroulement), elles se sont probablement produites au moment de la **précédente rentrée**¹⁹ du panier. L'embout en caoutchouc a gêné la rentrée du ressort dans sa cassette. Celui-ci a entamé alors une boucle, entraîné par le tambour. Cette boucle a perturbé à son tour la rentrée du second ressort. La formation de ces boucles se produit dans le sens de rotation opposé au sens normal, ce qui conduit à la rupture des lames de ressorts par repliement.

La formation de la boucle sur le tuyau est due à l'absence de déplacement du chariot, conséquence de la rupture statique des lames d'un des ressorts de tension, provoquée par la présence d'un corps étranger.

A noter que cette rupture n'était pas décelable lors de la visite journalière avant le vol²⁰ et qu'aucune panne n'est apparue sur le panneau de contrôle de la nacelle surveillé par un des ORV.

2.2 Suite de l'incident de ravitaillement

2.2.1 Endommagements et conséquences

L'examen du Mirage 2000 N et du panier a permis de déterminer que :

- toutes les sondes sont présentes sur le nez de l'avion ;
- la PRV est restée dans le panier ;
- la séparation du gland et de la perche est statique sous des efforts de flexion ;
- les marques sur la perche indiquent qu'au moment de la disjonction, le panier l'a percuté avec pour conséquence la rupture des fixations de quatre ailettes ;
- sur les 42 ailettes qui constituent le panier de ravitaillement, 29 sont tordues et 4 ont été rompues en statique au niveau de leur fixation sur la couronne.

¹⁸ Le corps étranger a été identifié comme un embout de lampe baladeuse utilisée en atelier de maintenance. Il a probablement été oublié chez le constructeur de la nacelle lors de l'expérimentation sur le système à galets.

¹⁹ Soit la veille de l'évènement. L'incident de ravitaillement est apparu lors du premier ravitaillement sur cette nacelle.

²⁰ Même l'endoscopie réalisée avant ouverture n'a révélé qu'un enroulement douteux du TMU n°6.

L'analyse des paramètres enregistrés, et les constatations effectuées sur le réacteur (endoscopie) montrent que :

- avant l'incident, le moteur ne présente pas d'anomalie de fonctionnement ;
- les dégradations des aubages des compresseurs, en particulier l'étage n°1, sont significatives de l'ingestion d'un corps dur²¹, réacteur en fonctionnement ;
- après l'incident, la puissance résiduelle n'est pas suffisante pour tenir le palier²².

Ainsi,

la perte de puissance du réacteur est la conséquence de l'ingestion d'une (ou plusieurs) ailette(s) rompue(s) lors du choc entre le panier et la perche de ravitaillement.

2.2.2 Plan d'action pilote

La prise de cap vers Cognac, terrain de déroutement le plus proche, est immédiate. Néanmoins, l'équipage du Mirage 2000 N endommagé a analysé rapidement la situation du bilan énergétique²³ les amenant à conclure que le déroutement était impossible (distance franchissable inférieure à la distance à parcourir) et que l'éjection s'avérait obligatoire.

L'équipage fait part au contrôleur de son intention de se rapprocher de la côte afin de s'éjecter et l'informe des très bonnes conditions météorologiques lui permettant d'assurer cette rejointe à vue. L'équipage pense que l'éjection proche de la côte facilitera leur récupération.

Une fois la côte atteinte, le pilote effectue une baïonnette afin de se retrouver au-dessus de l'estuaire de la Gironde, dans l'axe de celui-ci.

²¹ L'absence de rétention de corps étranger dans le détendeur fixe peut s'expliquer par le renflouage de l'épave par la dérive qui a rincé le moteur.

²² Le dysfonctionnement du GTR est la conséquence d'une dégradation de la veine d'air (qui s'accroît au cours du temps) et de décrochages partiels lorsque le pilote tente d'avancer la manette des gaz.

²³ La poussée résiduelle a été évaluée à moins de la moitié de la poussée nécessaire pour maintenir la vitesse et le palier. De plus, toute tentative d'augmentation du régime au-delà de 70 % entraîne une élévation anormale de la Tt7.

L'éjection, et surtout le crash de l'avion, permettent à l'équipage de s'affranchir de tout risque pour les populations civiles situées à proximité.

Ainsi :

- ❖ **le plan d'action initial est un déroutement sur le terrain de Cognac ;**
- ❖ **le pilote analyse rapidement le dysfonctionnement du moteur (poussée réduite en dessous de 70 %, élévation de température et vibrations au-delà de cette valeur) ;**
- ❖ **il modifie alors son plan d'action qui devient une éjection ;**
- ❖ **toutes ses ressources cognitives sont alors engagées pour rejoindre une zone propice à l'abandon de bord afin d'assurer la sauvegarde des populations au sol tout en restant proche de la côte pour faciliter leur récupération et avec des éléments de vol optimaux (vitesse, altitude, etc.).**

2.2.3 Rentrée des tuyaux de ravitaillement

Pendant le trajet pour rejoindre le survol maritime, l'ORV effectue une inspection visuelle du tuyau et de la nacelle gauche, depuis les hublots du cargo.

En apparence, tout a l'air normal. Le panier est parfaitement stable, le tuyau est en position plein sorti, position confirmée par les indications du panneau de commande, et annoncé par l'opérateur en cabine.

La rentrée du tuyau gauche débute normalement. A quelques mètres de la pleine rentrée, le tuyau se met soudain en oscillation, part vers le bas, et revient fouetter le saumon d'aile, avant de rentrer complètement dans la nacelle. Le saumon du ravitailleur est endommagé.

La jupe autour du panier de ravitaillement du panier participe à la stabilité aérodynamique de l'ensemble.

La détérioration de la jupe du panier a probablement permis que le tuyau rentre en oscillation lors du passage dans la turbulence créée par la nacelle.

3 CONCLUSION

3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement

- L'évènement s'est produit de nuit, lors d'un exercice de ravitaillement en vol sur les axes atlantiques ;
- Les conditions météorologiques sont optimales (visibilité supérieure à 10 Km, pas de nuage, vent calme, absence de turbulences) ;
- Le dispositif, constitué d'un Boeing C135 FR équipé de nacelles de ravitaillement en bout d'aile (Marcotte 300) et de deux Mirage 2000 N (Ressac 302 et Requin 303), est stable au cap 150, au niveau de vol 250 ;
- Alors que Ressac 302 vient de ravitailler sur la nacelle droite, Requin 303 est le premier appareil à ravitailler sur la nacelle gauche ;
- Le pilote du Mirage 2000 N effectue l'approche du ravitailleur, ainsi que les deux contacts sur le panier de manière souple ;
- Lors de la poussée du panier par la perche, le tuyau ne s'enroule pas et le chariot ne se déplace pas longitudinalement. En revanche, l'avancée du panier crée une boucle sur le tuyau ;
- En moins de 5 secondes, l'onde revient vers le chasseur : la PRV est arrachée de la perche (et reste bloquée dans le panier) et le panier frappe la perche, entraînant la rupture de quatre ailettes du panier ;
- L'ingestion d'une (ou plusieurs) de ces baleines par le réacteur a effectivement provoqué une détérioration des aubes des différents étages du compresseur qui a conduit à une dégradation de la veine d'air ;
- Convaincu que le moteur a été touché (bruit dans le réacteur, confirmation visuelle par Requin 302 que « *a priori, c'est rentré dans le moteur* »), le pilote prend immédiatement le cap est vers Cognac, situé à 65 Nm du lieu de l'évènement. Il est accompagné par Requin 302 ;
- Les tentatives de mise en puissance du réacteur au-delà de 70 % se soldent par des vibrations du réacteur et une augmentation de la température au niveau de la tuyère.

En deçà de cette position de la manette des gaz, la puissance résiduelle du moteur ne permet pas au pilote de maintenir le palier, ni même de rejoindre le terrain de Cognac ;

- Conscient de la situation, l'équipage décide de revenir au dessus de l'eau pour s'éjecter. Une fois axé au centre de l'estuaire de la Gironde (cap 110), l'éjection est déclenchée par le pilote à la hauteur de 2900 ft, la vitesse de 140 kt ;
- Une heure après l'éjection, les deux membres d'équipages sont récupérés par voie maritime ;
- Indemnes, ils sont néanmoins hélicoptés de Royan vers l'hôpital militaire de Bordeaux.

3.2 Mécanisme de l'événement

L'évènement objet de ce rapport est un **incident de ravitaillement** en vol ayant conduit à une diminution de la poussée du réacteur du Mirage 2000 N n°315 et ayant contraint l'équipage à s'éjecter.

L'incident de ravitaillement est la formation d'une onde sur le tuyau. Le retour de cette onde vers le chasseur a provoqué la rupture de la PRV dans le panier, le choc du panier sur la perche et la rupture de plusieurs ailettes. L'une (ou plusieurs) d'entre elles a été ingérée par le réacteur.

L'origine de l'onde est l'absence de déplacement du chariot de la nacelle de ravitaillement, suite à la rupture d'un des ressorts de tension, provoquée par la présence d'un corps étranger.

Compte tenu de la position des ruptures (à deux tours de la fin de l'enroulement), elles se sont probablement produites au moment de la précédente remontée du panier. Le corps étranger retrouvé dans l'enrouleur (embout en caoutchouc) a gêné la rentrée du ressort dans sa cassette. Celui-ci a entamé alors une boucle, entraînée par le tambour. Cette boucle a empêché à son tour la rentrée du second ressort. La formation de ces boucles s'est produite dans le sens de rotation opposé au sens normal ce qui a conduit à la rupture des ressorts par repliement.

4 RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement

4.1.1 Corps étranger

L'incident de ravitaillement résulte de la présence d'un corps étranger à l'intérieur de la nacelle de ravitaillement.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air rappelle aux organismes effectuant des opérations de maintenance, **la nécessité de mettre en place des actions et des procédures contre la problématique des corps étrangers afin de respecter des règles de l'art destinées à s'en prémunir (inventaire outillage avant et après intervention, gestion des consommables nombre pour nombre...).**

4.1.2 Ravitaillement en nacelle

Contrairement à certains incidents de ravitaillement, la technicité du pilote lors des contacts n'a pas été retenue comme ayant participé à l'apparition d'une onde sur le tuyau puisqu'ils ont été réalisés de manière souple.

Le Bureau enquêtes accidents défense air recommande toutefois aux unités aériennes effectuant des ravitaillements en vol :

d'insister, lors de chaque briefing de mission comprenant un ravitaillement en nacelle, sur la possibilité d'apparition d'une onde le long du tuyau et sur le danger qu'elle représente.

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

4.2.1 Ejection

Conformément aux procédures, le contrôleur a rappelé à plusieurs reprises les limites basses d'éjection : Fl 55 au dessus de la terre, 35 au dessus de la mer. Ce n'est que lorsque le contrôleur n'a pas reçu de réponse à ses appels qu'il en a déduit que « *a priori, 303 s'est éjecté* ».

De plus, la fréquence de travail étant utilisée par le contrôleur pour guider RESSAC 302 et le pilote étant concentré sur le pilotage final de son appareil (guidage au centre de l'estuaire afin d'éviter au maximum des dégâts collatéraux), il n'a pas transmis le « top éjection ».

Ainsi :

- le contrôleur s'est focalisé sur l'annonce de la limite basse d'éjection ;
- le pilote, dont toutes les ressources cognitives sont utilisées à la maîtrise de la trajectoire finale de l'appareil, n'annonce pas l'éjection ;
- l'IFF étant déjà sur un Emergency, le départ du siège n'a pas déclenché le changement d'état.

In fine, la première position d'éjection fournie n'était pas très précise et n'a pas permis de diriger finement les moyens de recherche et de sauvetage.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande à l'armée de l'air :

de faire un rappel, aux différents acteurs et témoins, sur l'importance de fournir une position la plus précise possible d'une éjection afin de faciliter les recherches et d'accélérer le sauvetage de l'équipage.

4.2.2 Procédure largage tuyau de ravitaillement

Bien que l'ORV n'ait pas remarqué d'anomalie et que le panier était stable, le tuyau est entré en oscillation lors de sa rentrée et le panier a endommagé le saumon d'aile.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande aux équipages d'avions ravitailleurs :

d'appliquer la procédure de largage de l'ensemble tuyau / panier en cas de doute sur leur intégrité.

4.2.3 Procédure d'amerrissage

Il est apparu lors de l'enquête qu'un des deux membres d'équipage n'a pas appliqué la procédure d'amerrissage.

Le respect de la procédure d'amerrissage, établie pour chaque matériel utilisé, est primordial pour la sécurité des personnels.

Le Bureau enquêtes accidents défense air rappelle **l'importance de bien respecter tous les points d'une procédure et les dangers associés à l'accomplissement d'une procédure personnelle.**

4.2.4 Localisation d'épave

L'épave du Mirage 2000 N a été localisée 4 jours après l'évènement à l'embouchure de l'estuaire de la Gironde par 20 mètres de fond.

Outre les particularités de la zone (visibilité presque nulle, faible profondeur et courants marins dans l'estuaire de la Gironde rendant difficile la recherche par des plongeurs), deux éléments ont concouru à retarder la localisation de l'avion :

- une erreur dans le positionnement de la dernière détection radar qui a conduit à placer la zone de recherche trop en aval ;
- la confusion entre « **balise de détresse** » (qui se déclenche à l'impact avec le sol et qui émet sur les fréquences de détresse écoutées par les satellites SARSAT/COSPAS et par tous les centres de contrôle et appareils en vol) et « **balise acoustique** » (qui, se déclenche à l'immersion et émet sur une fréquence qui se propage dans l'eau).

Le Bureau enquêtes accidents défense air rappelle que **les personnels chargés des recherches d'une épave ne sont pas forcément des spécialistes de l'aéronautique et qu'ils ont besoin d'experts capables de les conseiller.**