



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 21 septembre 2007

RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE



BEAD-air-A-2006-019-A

Date de l'événement	06 décembre 2006
Lieu	Henchir Toumgheni - Sud de Constantine (Algérie)
Type d'appareil	Mirage F1 CT
Immatriculation	N° 239 - F-UHQP
Organisme	Armée de l'air - Commandement des forces aériennes
Unité	Régiment de chasse 02/030 « Normandie Niémen »

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.

TABLE DES MATIERES

<i>Avertissement</i>	2
<i>Table des matières</i>	3
<i>Glossaire</i>	5
<i>Synopsis</i>	6
1 Renseignements de base	8
1.1 Déroulement du vol	8
1.1.1 Mission	8
1.1.2 Déroulement	8
1.1.2.1 Préparation du vol	8
1.1.2.2 Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'évènement	9
1.1.3 Localisation	11
1.2 Tués et blessés	11
1.3 Dommages à l'aéronef	11
1.4 Autres dommages	12
1.5 Renseignements sur le personnel	12
1.5.1 Membres d'équipage de conduite	12
1.5.1.1 Pilote	12
1.6 Renseignements sur l'aéronef	13
1.6.1 Maintenance	14
1.6.2 Masse	14
1.6.3 Carburant	14
1.7 Conditions météorologiques	14
1.8 Télécommunications	15
1.9 Enregistreurs de bord	15
1.9.1 F1 CT n° 239	15
1.9.2 Autres Mirages F1 CT de la patrouille	16
1.9.3 C 135 FR	16
1.10 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	16
1.10.1 Examen de la zone	16
1.10.2 Examen de l'épave	18
1.11 Renseignements médicaux et pathologiques	19
1.12 Survie des occupants	19
1.12.1 Éjection	19
1.12.2 Organisation des secours	20
1.13 Essais et recherches	20
1.14 Autres renseignements	20
1.14.1 Autorisation de survol	20
2 Analyse	21
2.1 Perte de contrôle - Déclenché	21
2.1.1 Etude des paramètres enregistrés	21
2.1.2 Facteurs aggravants	24
2.1.3 Conclusion	25
2.2 Causes humaines	26
2.2.1 Hypovigilance	26
2.2.1.1 Hypoxie	27
2.2.1.2 Hypoglycémie	27
2.2.1.3 Fatigue	27
2.2.1.4 Erreur de représentation	28
2.2.2 Facteurs organisationnels	29
2.2.2.1 Sous estimation des particularités de la mission	29
2.2.2.2 Expérience de ce type de mission	31

2.3 Du décrochage à l'éjection	31
2.3.1 Sortie de vrille	31
2.3.2 Annonce « éjection »	33
2.3.3 Hauteur d'éjection (altitude terrain)	33
3 Conclusion	35
3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	35
3.2 Causes de l'événement	36
4 Recommandations de sécurité	38
4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	39
4.1.1 Planification, préparation et exécution des convoyages	39
4.1.2 Utilisation du RPL 201	40
4.2 Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	40
4.2.1 Maintenance et vérification des FDR	40
4.2.2 Enregistrement des ravitaillements en nacelle	41
4.2.3 Gestion et accompagnement des pilotes	42
4.3 Mesures de prévention ayant trait à l'éjection	42
4.3.1 Décision d'éjection	42
4.3.2 Hauteur d'éjection	43
4.3.3 Casque de vol GALLET LA100	43

GLOSSAIRE

BEAD-air	Bureau enquête accidents défense air
CEV	Centre d'essais en vol
CFA	Commandement des forces aériennes
FDR	<i>Flight data recorder</i> Enregistreur de paramètres de vol
Ft	<i>Feet</i> Pied – 1 ft \approx 0,305 m
Kt	<i>Knot</i> Nœud – 1 kt \approx 1,852 km/h
Nm	<i>Nautical mile</i> Mille nautique – 1 Nm \approx 1852 m

SYNOPSIS

- Date de l'événement : mercredi 6 décembre 2006 vers 12h30¹ ;
- Lieu de l'événement : Commune de Henchir Toum'ghani (Algérie) ;
- Organisme : armée de l'air ;
- Commandement organique : Commandement des Forces Aériennes (CFA) ;
- Unité : Régiment de chasse 02/030 « Normandie Niémen » ;
- Aéronef : Mirage F1 CT n° 239 ;
- Nature du vol : convoyage ;
- Nombre de personnes à bord : 1.

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Lors d'une mission de convoyage entre N'Djamena (Tchad) et Colmar (France), le dispositif aérien, comprenant un ravitailleur C 135 FR et une patrouille de trois F1 CT, survole l'Algérie.

A une quinzaine de nautiques au sud de Constantine (Algérie), le numéro 2 de la patrouille perd le contrôle de son appareil. Le pilote s'éjecte.

¹ Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales. En hiver, la France, le Tchad et l'Algérie sont dans le même fuseau horaire : GMT + 1 heure.

Composition du groupe d'enquête technique

- Un chef de délégation du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air) ;
- Un enquêteur technique du BEAD-air, nommé enquêteur désigné ;
- Un enquêteur de première information (EPI) à Istres ;
- Un officier pilote ayant une expertise sur Mirage F1 ;
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur Mirage F1 ;
- Un médecin du personnel navigant ;
- Un officier parachutiste d'essai.

Autres experts consultés

- Dassault aviation ;
- Centre d'Essais en Vol (CEV) d'Istres.

Déclenchement de l'enquête technique

Le bureau enquêtes accidents défense air a été prévenu téléphoniquement par l'état-major de l'armée de l'air (EMAA/BMR²) le 6 décembre 2006 vers 14h00.

Après accord des autorités algériennes, le groupe d'enquête s'est rendu le 07 décembre 2006 sur l'aéroport de Constantine (par voie aérienne militaire) où il a rencontré le pilote.

Seuls le chef de la délégation, l'enquêteur désigné et l'expert mécanicien sont restés sur place. Les trois autres experts sont repartis en France avec le pilote.

Enquête judiciaire

Ni la justice algérienne, ni la justice française ne se sont saisies de cet accident.

² BMR : Bureau maîtrise des risques.

1 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Mission

Indicatif mission	Melba ³ n°2
Type de vol	CAG ⁴ / IFR ⁵
Type de mission	Convoyage
Dernier point de départ	N'Djamena (Tchad)
Heure de départ	09h00
Point d'atterrissage prévu	Colmar (France)

1.1.2 Déroulement

Cette mission de convoyage d'avions de combat consiste en leur rapatriement depuis le théâtre d'opérations (Tchad), où ils étaient en renfort provisoire du dispositif permanent, vers leur base d'affectation (Colmar). L'autonomie des Mirage F1 nécessite leur accompagnement par un avion ravitailleur en vol (C 135 FR). Ce dernier assure la mise en place à N'Djamena, des pilotes de chasse qui vont effectuer le convoyage des Mirage F1 CT vers la France.

1.1.2.1 Préparation du vol

- La mission est déclenchée le lundi 4 décembre 2006 en début d'après-midi par l'officier de permanence du CFA. Le chef de mission⁶ et l'ensemble des pilotes des Mirages F1 CT sont ensuite désignés par le commandant d'escadron à Colmar ;
- Le départ des pilotes de Colmar est prévu le mardi 05 décembre 2006 en milieu de matinée avec une mise en place à Istres par un C160 d'Orléans. En raison des mauvaises conditions météorologiques, le C160 est retardé et se pose à 14h00 sur la plateforme de Colmar ;

³ « Melba » est l'indicatif opérationnel de la patrouille de chasseurs. L'indicatif opérationnel du ravitailleur est « Marcotte ». L'indicatif de l'ensemble du dispositif est FAF 4023.

⁴ CAG : Circulation aérienne générale.

⁵ IFR : *Instruments flight rules* - Règles de vol aux instruments.

⁶ Le chef de mission désigné initialement a été remplacé pour cause d'indisponibilité.

- L'arrivée à Istres est effective vers 16h00. Les pilotes embarquent dans le C135FR pour la mise en place sur la base de Kossei au Tchad où il se pose vers 23h30 ;
- Le briefing préparatoire est réalisé le soir même jusqu'à 01h00 du matin. Au vu de l'heure tardive, le décollage initialement prévu à 07h00 est repoussé à 09h00.

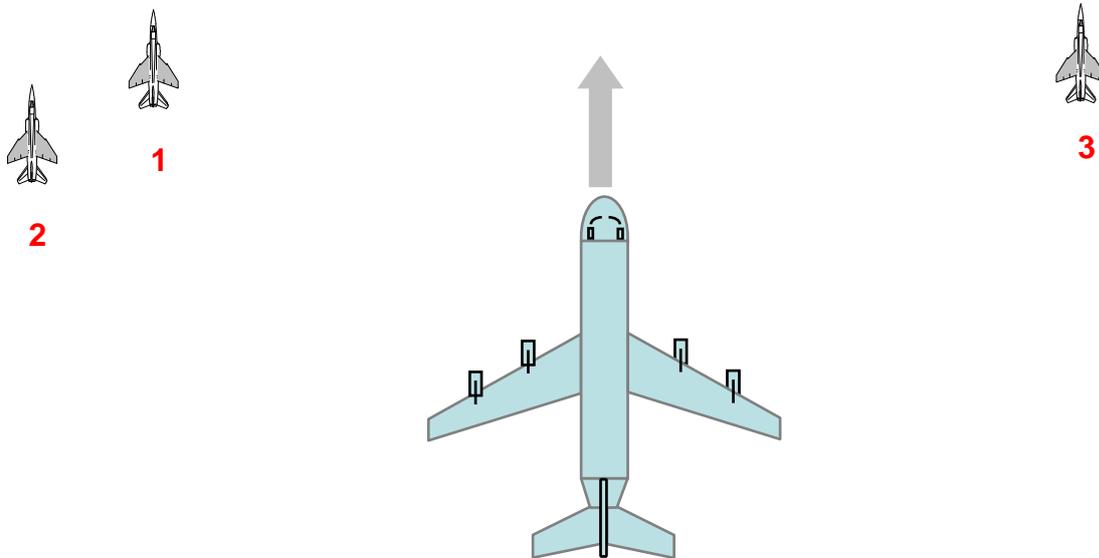
1.1.2.2 Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'évènement

Les témoignages recueillis auprès des équipages attestent que :

- le décollage est effectué comme prévu à 09h00 ;
- lors du premier ravitaillement en vol, les trois Mirage font le plein total de carburant ;
- le deuxième ravitaillement en vol se déroule au dessus de l'Algérie avec un plein partiel des avions ;
- ayant fini de ravitailler, les trois chasseurs reprennent leur place dans le dispositif en formation de navigation⁷ ;
- Marcotte demande aux chasseurs de s'écarter afin de réduire sa vitesse vers 250 kt⁸ pour rentrer les tuyaux souples de ravitaillement en bout d'aile. Les Mirage F1, quant à eux, maintiennent 300 kt : le ravitailleur recule donc au milieu de la patrouille ;
- les nacelles sont rentrées vers 250 kt. Puis le ravitailleur accélère pour reprendre sa place en tête du dispositif ;

⁷ Vitesse de 300 kt, niveau de vol 240, étagement négatif.

⁸ kt: *Knots* - Nœuds (1 kt \approx 1,852 km/h).



Tuyaux rentrés : le C135 ré accélère

- alors que le ravitailleur arrive à hauteur des chasseurs, le commandant de bord du C135, en place gauche, voit l'avion de Melba 2 partir en roulis à droite. Il assimile cette manœuvre à un « tonneau barriqué »⁹. Puis l'appareil, toujours incliné à droite avec du dérapage¹⁰, part en roulis et lacet à droite ;
- Melba 2 annonce qu'il a perdu le contrôle de son appareil ;
- Melba 1, après l'avoir cherché sur sa gauche, voit le n° 2 derrière lui, à droite, en « tonneaux agités ». Il lui rappelle alors la procédure de sortie de ville¹¹. Melba 2 lui annonce qu'il a une vitesse de 300 kt mais son avion repart immédiatement en roulis avec une assiette à piquer ;
- Melba leader rappelle alors à Melba 2 qu'il doit s'éjecter s'il n'a pas retrouvé le contrôle de son avion à 10 000 ft ;
- Melba 2 regarde l'altimètre sur lequel il distingue un 7. Il s'éjecte.

⁹ Figure consistant à effectuer 360° autour de l'axe de roulis, le nez de l'avion décrivant un cercle dans le plan vertical.

¹⁰ Selon le commandant de bord du C135FR, malgré le roulis à droite, l'avion garde un cap parallèle au ravitailleur et ne s'en rapproche pas.

¹¹ Lâcher les commandes, mettre les compensateurs au neutre, réduire les gaz, surveiller la vitesse et l'altitude.

1.1.3 Localisation

➤ Lieu :

⇒ pays : Algérie ;

⇒ commune : Henchir Toum'ganhi ;

⇒ coordonnées géographiques :

▪ N 35° 56' 50'' ;

▪ E 006° 45' 03''.

⇒ altitude du lieu du crash de l'appareil : 2600 ft (867 m).

➤ Moment : jour ;

➤ Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Constantine à 20 Nm¹² dans le 340 du lieu de l'événement.

1.2 Tués et blessés

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

1.3 Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
F1 CT n°239		X		

¹² Nm : *Nautical mile* - Mille nautique (1 Nm ≈ 1852 mètres).

1.4 Autres dommages

Hormis un cratère dans un terrain vague, le crash de l'avion n'a pas fait d'autre dommage.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1 Pilote

- Age : 31 ans ;
- Sexe : Masculin ;
- Unité d'affectation : Groupe de chasse 01/030 « Alsace » :
 - ⇒ fonction dans l'unité : moniteur.
- Formation :
 - ⇒ qualification : sous chef de patrouille ;
 - ⇒ école de spécialisation : école d'aviation de chasse – Tours ;
 - ⇒ année de sortie d'école : 1999.
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé	Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Sur Mirage F1	Sur Mirage F1	Sur Mirage F1	Sur Mirage F1CT
Total	1575h35	1237h00	122h30	27h45	3h25

- Date du dernier vol comme pilote :
 - ⇒ sur Mirage F1 CT : 29 novembre 2006 ;
 - ⇒ en mission de ravitaillement : août 2006 ;
 - ⇒ en convoyage : juillet 2002 (aux États-Unis).

- Carte de circulation aérienne :
 - ⇒ type : verte ;
 - ⇒ date d'expiration : avril 2007.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de l'air ;
- Commandement organique d'appartenance : CFA ;
- Base aérienne de stationnement : Colmar Meyenheim (BA 132) ;
- Unité d'affectation : Régiment de chasse 02/030 « Normandie Niémen » ;
- Type d'aéronef : Mirage F1 CT :
 - ⇒ configuration :
 - 1 réservoir central RPL 201 (2200 litres) ;
 - 2 lances missiles LM 39 ;
 - 2 lances leurres CORAIL ;
 - 2 poutres universelles PUF 4.
 - ⇒ armement : néant ;
 - ⇒ caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	F1 CT	n° 239	6252 h	GV ¹³ : 954 h	VP ¹⁴ : 1891 h
Moteur	ATAR 9K50	11495	3347 h	RG ¹⁵ : 680 h	VP : 384 h

¹³ GV = grande visite.

¹⁴ VP = visite périodique.

¹⁵ RG = révision générale.

1.6.1 Maintenance

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

1.6.2 Masse

Au moment de l'évènement, la masse de l'avion avoisinait les 13 tonnes, dont plus de 4 tonnes de carburant et plus de 600 kg de charges sous voilure.

1.6.3 Carburant

- Type de carburant utilisé : TR0 ;
- Quantité de carburant au décollage : 6530 litres ;
- Quantité de carburant restant au moment de l'évènement : 5500 litres ;
- Taux de remplissage du réservoir ventral au moment de l'évènement : 1260 litres sur une capacité de 2200.

1.7 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques observées le jour de l'accident sont :

- au niveau de vol 240 :
 - ⇒ ciel clair ;
 - ⇒ vent du 250 pour 50 kt.
- sur l'aérodrome de Constantine :
 - ⇒ vent du 250 pour 16 kt, rafales à 26 ;
 - ⇒ QNH¹⁶ = 1015 HPa¹⁷.
- sur les lieux de l'impact
 - ⇒ témoignage d'un fort vent d'ouest à nord-ouest.

¹⁶ QNH : Indique la pression ramenée au niveau de la mer.

¹⁷ Hpa : HectoPascal.

1.8 Télécommunications

Le Mirage F1 CT est équipé de deux postes radio (1 en UHF¹⁸, 1 en V/UHF¹⁹).

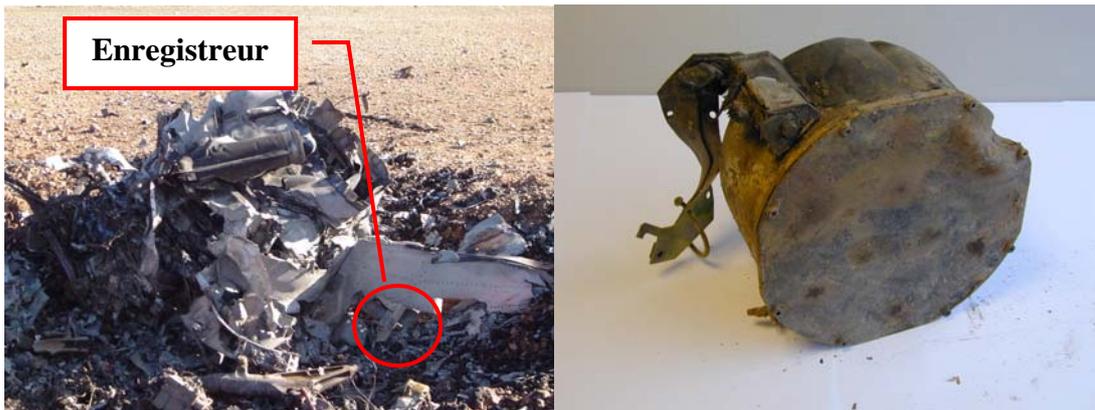
1.9 Enregistreurs de bord

Le Mirage F1 CT est équipé :

- d'un enregistreur de paramètres de vol (FDR²⁰) ;
- d'un enregistreur vidéo²¹.

1.9.1 F1 CT n° 239

- L'enregistrement vidéo a été détruit ;
- Le FDR a été retrouvé dans les décombres.



FDR de l'avion accidenté

Malgré son état extérieur, les données contenues sur la bande magnétique ont été sauvegardées et ont pu être exploitées.

¹⁸ UHF : *Ultra high frequency* - Ultra haute fréquence (300 à 3000 Mhz).

¹⁹ V/UHF : *Very high frequency* - Très haute fréquence (30 à 300 Mhz) / *Ultra high frequency* - Ultra haute fréquence (300 à 3000 Mhz).

²⁰ FDR : *Flight Data Recorder* - enregistreur de vol (ENERTEC PE 6010-6).

²¹ Collimateur tête haute (CTH), messages émis et reçus (communications radio et toutes paroles émises par le pilote).

1.9.2 Autres Mirages F1 CT de la patrouille

- Les enregistrements vidéo des deux autres avions de la patrouille ont été exploités ;
- La bande magnétique du FDR du Mirage F1 n°267 (n° 3 de la patrouille) a pu être lue malgré quelques défauts de synchronisation ;
- L'état de la bande magnétique du FDR du Mirage F1 n°223 (n° 1 de la patrouille) n'a pas permis son exploitation.



Bande magnétique du FDR du F1 n° 223

1.9.3 C 135 FR

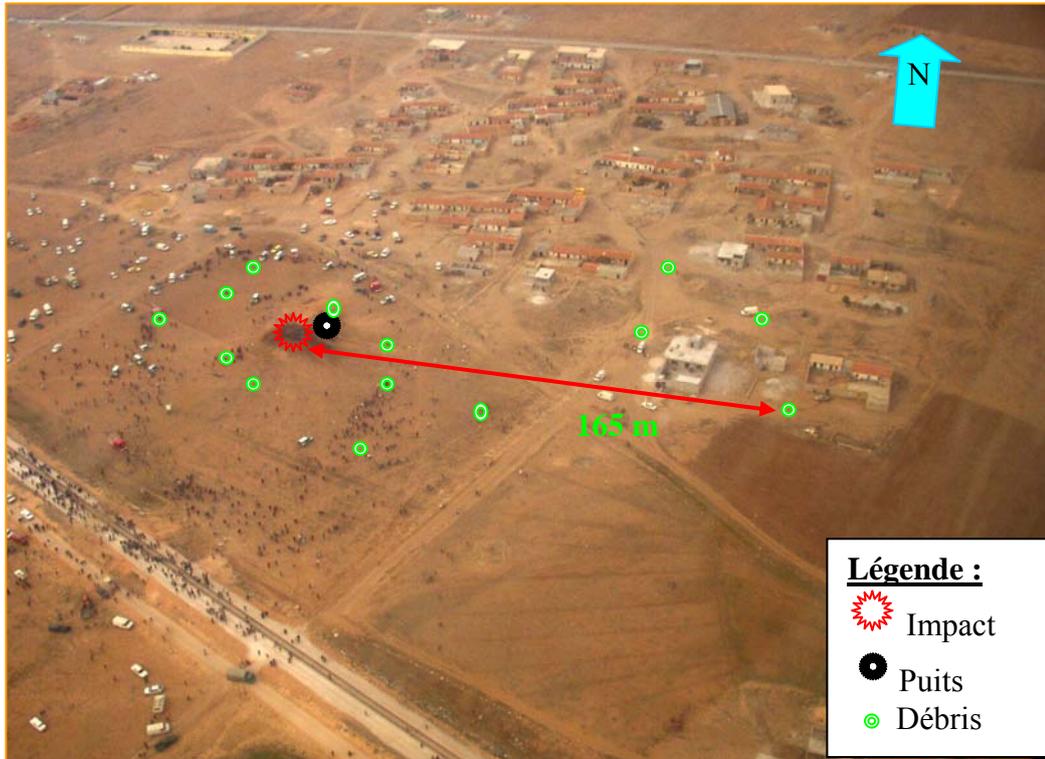
Les ravitaillements en nacelle sont filmés mais pas enregistrés.

1.10 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.10.1 Examen de la zone

L'avion s'est écrasé à quelques dizaines de mètres d'un hameau (57 mètres de la maison la plus proche), dans un terrain vague, désert à l'heure du crash (12h30 locales).

Les débris de l'avion sont éparpillés dans un rayon de plus de 160 mètres.



Zone du crash

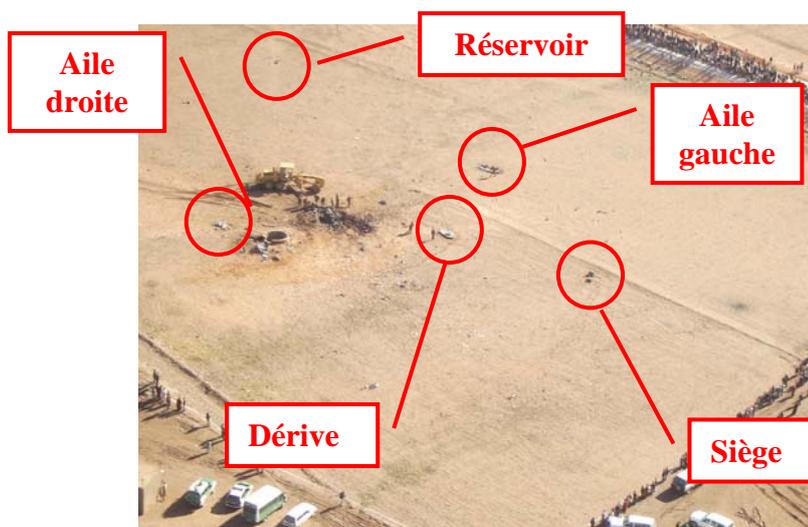
1.10.2 Examen de l'épave

L'aéronef a été détruit lors de l'impact et par l'incendie qui a suivi. Il s'est enfoncé dans le sol pratiquement à la verticale.



Cratère

Les débris les plus caractéristiques (dérive, morceaux d'ailes, réservoir ventral), ainsi que le siège éjectable, sont circonscrits dans un cercle d'une cinquantaine de mètres autour de l'épave.



Vue générale des débris



Dérive

Réservoir ventral

Siège

1.11 Renseignements médicaux et pathologiques

- Le pilote était médicalement apte au vol ;
- Examens biologiques : non effectués par la gendarmerie algérienne ;
- Blessures : Le pilote souffre d'une fracture du tiers supérieur du péroné droit.

1.12 Survie des occupants

1.12.1 Éjection

- Type de siège éjectable : Martin Becker MK 10 ;
- Données morphologiques :
 - ⇒ taille : 1m73 ;
 - ⇒ poids non équipé : 73 kg ;
 - ⇒ poids équipé : 85 kg.
- Paramètres (estimés sur l'enregistreur de vol) sont :
 - ⇒ altitude : 5900 ft (1800 mètres), soit une hauteur de 3100 ft (950 m) ;
 - ⇒ vitesse : 280 kt ;
 - ⇒ taux vario : - 620 ft/s.

Ces données sont conformes aux performances du siège MK 10.

1.12.2 Organisation des secours

Après son éjection, le pilote atterrit non loin d'habitations. Il est immédiatement entouré par des civils qui le prennent en charge dans une camionnette pour le conduire à la gendarmerie la plus proche.

Il est ensuite transporté par un hélicoptère militaire vers l'aéroport de Constantine²², puis en véhicule à l'Hôpital Militaire Régional Universitaire de Constantine. Il y bénéficie d'un bilan radiologique qui met en évidence la fracture du péroné.

Il est ensuite conduit dans un cercle militaire jusqu'à son évacuation vers la France²³.

Un Falcon 50 est affrété le 07 décembre 2006 pour rapatrier le blessé, accompagné par une convoyeuse de l'air et le médecin enquêteur constituant l'équipe d'évacuation sanitaire.

A Villacoublay, une équipe du service médical de la base prend en charge le blessé pour le conduire à l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy.

Après un nouveau bilan médical ne mettant pas en évidence d'autres lésions que celles diagnostiquées en Algérie, le patient quitte l'hôpital le 08 décembre 2007.

1.13 Essais et recherches

Les paramètres de vol issus du FDR ont été étudiés par le CEV afin de définir leur validité, de décrire les attitudes de l'avion et de les interpréter.

1.14 Autres renseignements

1.14.1 Autorisation de survol

Le gouvernement algérien a autorisé le survol de son territoire par des avions de chasse. Cette autorisation diplomatique permet au dispositif (ravitailleur et chasseurs) d'effectuer un trajet direct entre N'Djamena et Istres. Elle comporte la route à suivre ainsi qu'une date de validité.

²² Pas d'équipe médicale de convoyage à bord.

²³ A noter l'excellence de l'accueil de la part de la population et des autorités militaires algériennes.

2 ANALYSE

Les éléments recueillis montrent que le pilote du Mirage F1 CT n° 239 a perdu le contrôle²⁴ de son appareil suite à un déclenché²⁵. Le pilote n'a pas réussi à reprendre le contrôle de son appareil et a été contraint à s'éjecter.

L'analyse ci-dessous va déterminer les causes de la perte de contrôle ainsi que les facteurs qui n'ont pas permis au pilote de reprendre le contrôle de son aéronef.

2.1 Perte de contrôle - Déclenché

2.1.1 Etude des paramètres enregistrés

Les éléments de ce chapitre sont basés sur l'étude, par le CEV, des paramètres de vol enregistrés dans l'avion de Melba 2, corroborés par les témoignages des pilotes.

L'évènement se produit une dizaine de minutes après que Melba 2 ait ravitaillé pour la seconde fois, soit près de 3,5 heures après le décollage. L'ensemble du dispositif est alors en vol rectiligne horizontal au niveau de vol 240. Melba 2 est en formation à gauche du leader.

La partie du vol conduisant au déclenché se décompose en 3 phases :

➤ phase 1 : inclinaison à droite - 5 secondes :

L'avion est en vol rectiligne horizontal, FL²⁶ 240, vitesse de 305 kt, incidence environ 7°. Melba 2 effectue un contrôle à l'intérieur de la cabine de pilotage pour vérifier qu'il a bien effectué les actions vitales après ravitaillement²⁷. Alors qu'il vérifie que le sélecteur « NORM-RVTV » est bien sur NORM, le pilote s'aperçoit qu'il se rapproche du leader. Il témoigne avoir cabré légèrement afin de réduire sa vitesse et ainsi s'éloigner de l'autre appareil, tout en inclinant son avion à droite afin de maintenir le visuel.

²⁴ Il y a perte de contrôle lorsque le pilote perd la maîtrise de la trajectoire de l'avion.

²⁵ Déclenché : décrochage dynamique.

²⁶ FL : *Flight level* – niveau de vol.

²⁷ Le pilote témoigne ne pas avoir eu le temps de vérifier le sélecteur de sortie des becs, situé à gauche de la cabine alors que le sélecteur de ravitaillement est à 1 heure. Faute de souvenir précis, il ne peut donc pas affirmer qu'il l'avait bien remis en position automatique.

Pendant ce temps (5 secondes), l'avion atteint 60° d'inclinaison à droite, l'incidence augmente à 10°, la vitesse décroît vers 300 kt, le facteur de charge restant compris entre 1 et 1,2 g à altitude quasiment constante (FL 240).

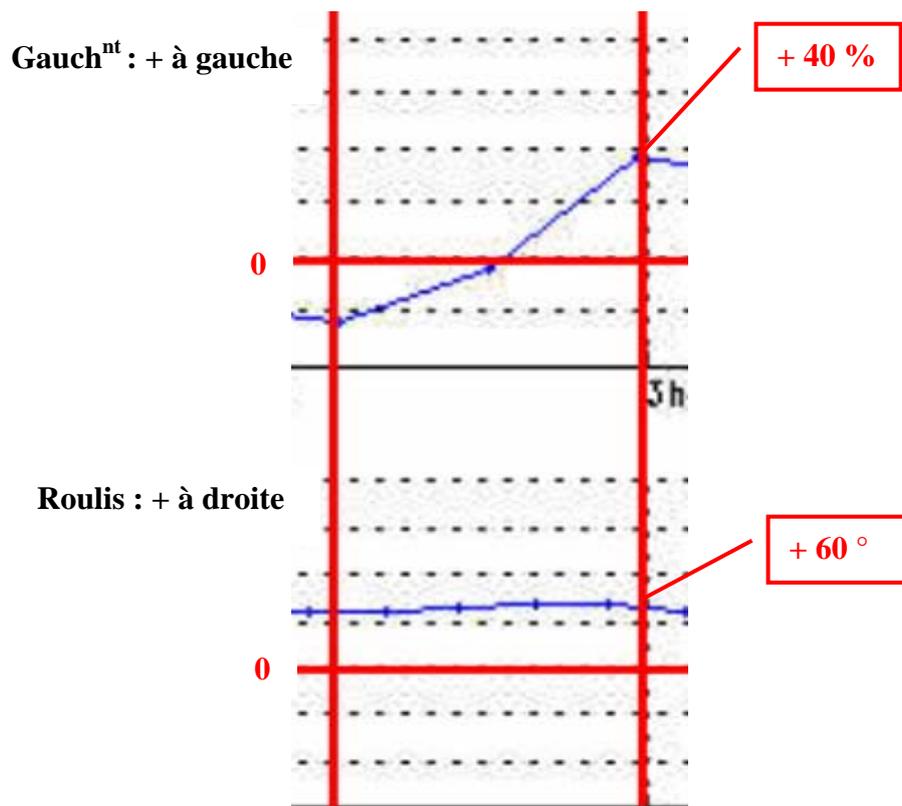
Malgré le roulis à droite à 60°, le cap ne varie pratiquement pas (une dizaine de degrés à droite) : l'avion est donc en dérapage²⁸ à gauche.

Lors de cette phase, l'attitude de l'avion est conforme aux actions du pilote sur les commandes de vol.

➤ **phase 2 : dégauchissement (durée 1 sec) :**

Le pilote tente de remettre les ailes horizontales en actionnant la commande de gauchissement à gauche, tout en poursuivant l'action à cabrer.

Le FDR confirme l'action à cabrer (jusqu'à 25% de la butée) et fait apparaître une action franche (moins d'une seconde) mais limitée en amplitude (40%) au gauchissement à gauche. L'incidence atteint 13°, le facteur de charge 1,7 g.



Phase 2 : dégauchissement

²⁸ Bien que les paramètres de lacet et de commande de direction ne soient pas enregistrés, le virage qu'aurait dû provoquer le roulis a néanmoins été probablement contré par une action du pilote sur les palonniers.

Dans cette phase :

Malgré la position du manche à gauche, l'appareil reste incliné à droite.

➤ **phase 3 : poursuite des actions initiales - durée 2,5 sec :**

La vitesse chute alors de 300 kt à 230 kt. L'incidence monte jusqu'à 19° et le facteur de charge atteint 2,15 g. Pendant ces 2,5 secondes, le gauchissement est maintenu dans sa position initiale (40% à gauche), et le manche est amené encore un peu plus vers l'arrière (à 15% de la butée).

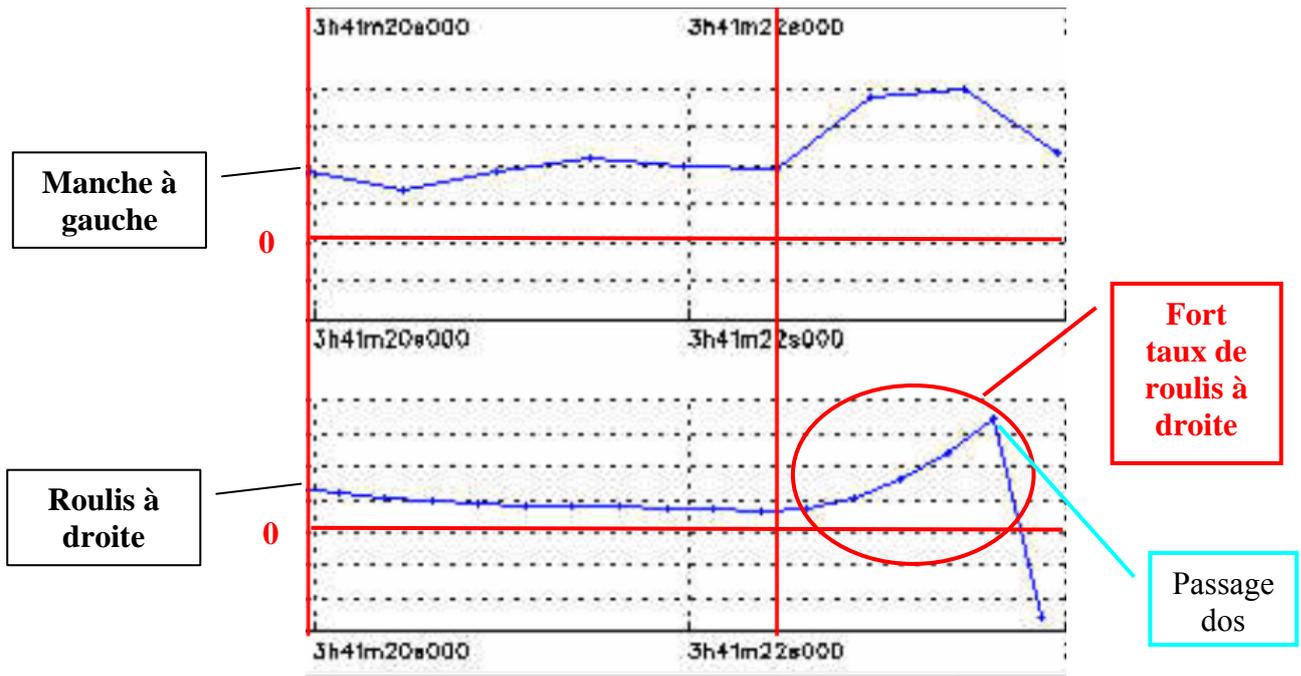
Un **dérapiage** à gauche s'installe au cours de cette phase, confirmé par l'observation du pilote du C135 : il voit le nez du F1 pointé sur lui, ce qui devrait correspondre à une trajectoire convergente, et constate l'instant suivant que l'avion ne se rapproche pas.

L'étude des paramètres de vol par le CEV a établi la corrélation entre les actions du pilote sur les commandes de vol et les mouvements de l'avion. Plus spécifiquement, le dérapage, par **effet dièdre**²⁹, produit un couple de roulis à droite qui s'oppose à l'action du pilote à gauche. De plus l'augmentation d'incidence de l'aile entraîne des décollements qui diminuent l'efficacité des ailerons.

Au couple incidence/dérapiage est associée une forte traînée et donc une diminution de vitesse.

L'avion sort brutalement de son domaine de vol et part en déclenché.

²⁹ Effet dièdre : moment de roulis dû au dérapage. Il est principalement influencé par le dièdre de la voilure, la flèche et la position de l'aile (haute ou basse).



Phase 3 : perte de contrôle et déclenché

2.1.2 Facteurs aggravants

Plusieurs facteurs ont aggravé l'instabilité et favorisé le décrochage :

- le réservoir pendulaire RPL 201 qui diminue fortement la stabilité³⁰ ;
- l'absence de sortie des becs³¹ qui accélère la perte d'efficacité des ailerons et l'augmentation d'incidence (*pitch up*³²) ;
- les poutres d'armement sous voilures qui augmentent la traînée³³ ;
- la masse élevée de l'avion qui accroît la vitesse de décrochage.

³⁰ La documentation d'utilisation du Mirage F1 (UCC 106-03-1) stipule que la configuration avec un réservoir RPL 201 est « caractérisée par une grande sensibilité au dérapage ». En pratique, certains pilotes témoignent que cette configuration les oblige à être en permanence en vol dissymétrique.

³¹ L'analyse des paramètres de vol n'a pas mis en évidence de variation de l'incidence lors du passage à 8°, valeurs à laquelle les becs sortent lorsque la commande des becs est en position automatique.

³² *Pitch up* (ou autocabrage) : sur une aile en flèche, la déviation de l'écoulement d'air vers l'extrémité de l'aile entraîne des décollements au-delà d'une certaine incidence. La perte de portance dans une zone arrière de la voilure crée un couple à cabrer qui fait encore augmenter l'incidence => divergence en tangage.

³³ La CPE H7-2 (§ 2.2.1.3) prévoit pourtant que « la configuration des avions de combat est optimisée pour la mission de convoyage : la configuration à adopter est celle pour laquelle l'indice de traînée est la plus faible possible ».

2.1.3 Conclusion

Les causes environnementales³⁴ et techniques (perte d'une gouverne, déroulement de compensateur, ...) ³⁵ à la perte de contrôle ont été envisagées et rejetées.

En revanche, les éléments disponibles montrent que :

- l'action du pilote sur les commandes de vol (action à cabrer tout en inclinant l'avion), alors que l'avion est soumis à un dérapage et présente une incidence élevée, est à l'origine de la perte de contrôle ;
- le décrochage de l'appareil a été favorisé par la configuration de l'avion ;
- la persistance de l'action du pilote à cabrer tout en maintenant le manche à gauche, alors que l'avion est en dérapage et à forte incidence, a conduit au déclenché.

En conclusion :

La perte de contrôle et le décrochage sont dus à l'action du pilote sur les commandes de vol et à la persistance de cette action, alors que le domaine de vol de l'appareil est restreint par sa configuration

³⁴ Pas de phénomène météorologique significatif.

³⁵ Ni le pilote, ni l'étude des paramètres de vol ne permettent de retenir une de ces hypothèses.

2.2 Causes humaines

Il convient de s'interroger sur les facteurs qui ont conduit le pilote, pourtant expérimenté³⁶, à perdre le contrôle de son aéronef dans une phase de vol considérée comme élémentaire en terme de pilotage.

2.2.1 Hypovigilance

Les chasseurs ont effectué un premier ravitaillement en vol 1 heure après le décollage. Celui-ci s'est déroulé sans difficulté pour les trois chasseurs. Un second ravitaillement se déroule après un peu plus de 3 heures de vol : Melba 2 et 3, suivis de Melba leader.

Melba 2 témoigne que lors de ce deuxième ravitaillement, il s'est connecté une première fois sur le ravitailleur sans que le transfert du pétrole entre les deux avions ne s'effectue. Il s'est alors retiré et s'est aperçu qu'il avait oublié de positionner le sélecteur sur la position RVTV. La deuxième tentative avec le sélecteur dans la bonne position a été un succès.

Une dizaine de minutes plus tard, alors que les chasseurs se sont écartés, il a un doute sur le fait d'avoir complètement effectué les actions vitales après ravitaillement³⁷. Il réalise que le fait d'avoir oublié un item lors de la première tentative de connexion pouvait trouver son origine dans un moment d'inattention susceptible de s'être reproduit à l'issue du ravitaillement. Il décide alors de vérifier que cette fois-ci, il n'a rien omis.

Lors de ce contrôle, il est vraisemblable qu'il se focalise sur cette action sans vérifier sa position par rapport au leader.

Ces deux moments d'inattention (oubli avant ravitaillement, rapprochement par rapport au leader) révèlent un état d'hypovigilance associé à une focalisation de l'attention qui pourrait être la conséquence :

- d'une hypoxie ;
- d'une hypoglycémie ;
- d'une fatigue.

³⁶ Plus de 1200 heures de vol sur Mirage F1, dont des missions de combat aérien.

³⁷ En particulier : sélecteur ravitaillement sur normal, sortie des becs en position automatique.

2.2.1.1 Hypoxie

L'hypothèse d'une éventuelle anomalie du circuit d'oxygène de l'appareil qui aurait soumis le pilote à de l'hypoxie³⁸ a été envisagée.

Si un problème technique important avait existé, des signes d'hypoxie francs auraient été ressentis par le pilote tôt durant le vol et l'altération du jugement induit l'aurait empêché de réaliser des phases aussi précises que des ravitaillements en vol.

De plus, l'enregistreur de vol ne fait pas apparaître de panne du circuit d'oxygène.

Ainsi :

L'hypothèse qu'un défaut d'oxygène ait entraîné une altération du jugement est REJETÉE.

2.2.1.2 Hypoglycémie

La collation prise en vol était essentiellement à base de glucides. On peut donc éliminer chez un sujet jeune et en bonne santé l'hypothèse d'une hypoglycémie.

L'hypothèse qu'un défaut d'apport énergétique ait entraîné l'hypovigilance du pilote est REJETÉE.

2.2.1.3 Fatigue

Les éléments qui ont pu concourir à l'inattention du pilote sont :

- l'**atterrissage tardif** à N'Djamena la veille de la mission, associé à une **période de sommeil** courte (moins de 5 heures), ne permettant pas un repos efficace et suffisant ;

³⁸ Manque d'oxygène dans le sang qui peut provoquer des troubles intellectuels, sensoriels ou/et de comportement.

- l'absence de sollicitation du pilote lors de la mission de convoyage, en dehors des phases de ravitaillement, qui induit une **sous charge de travail** préjudiciable à l'éveil ;
- l'état de somnolence physiologique lié à la digestion de la collation (barre de céréales) prise un peu plus d'une heure avant ;
- la fatigue générée par près de **3,5 heures de vol** ;
- un possible « relâchement » après la phase de ravitaillement qui nécessite application et concentration.

En conséquence,

La fatigue accumulée (temps de repos, temps de vol, lassitude, monotonie du vol à cet instant) a concouru à une altération de la vigilance du pilote.

2.2.1.4 Erreur de représentation

Le pilote témoigne qu'il n'a pas interprété l'absence de réaction de l'appareil comme un début de perte de contrôle :

- son action aux commandes pour dégauchir a été d'amplitude limitée ;
- le vol en palier et en ligne droite des convoyages ne l'a pas préparé à subir un tel phénomène³⁹. Il n'est donc pas sensibilisé aux risques de perte de contrôle dans cette phase de vol ;
- il pensait avoir des marges suffisantes par rapport aux limites du domaine de vol.

De plus, il a dans un premier temps eu l'impression que son action en gauchissement a été efficace (l'angle de roulis à droite a commencé à diminuer avant de ré augmenter franchement).

³⁹ Contrairement aux missions de combat durant lesquelles les pilotes, volant parfois aux limites du domaine de vol de leur appareil, s'attendent à subir des pertes de contrôle.

Comme il est dans une phase d'éloignement avec un étagement positif par rapport au leader, il est vraisemblable qu'il s'est inconsciemment refusé à relâcher son action à cabrer sans être sûr d'avoir assuré l'anticollision.

De plus, hormis l'incompréhension du phénomène aérodynamique, la fatigue tend à favoriser la « *stratégie de persévérance* »⁴⁰ qui consiste à persister dans ses choix et à ne pas remettre en cause son plan d'action.

Il a donc poursuivi sa manœuvre d'écartement en continuant son action à cabrer et à gauche⁴¹, ce qui a provoqué le déclenché.

Ainsi,

Une prise en compte insuffisante des limites du domaine de vol dans cette configuration, n'a pas permis au pilote d'appréhender le phénomène et l'a conduit à persister dans sa manœuvre.

2.2.2 Facteurs organisationnels

2.2.2.1 Sous estimation des particularités de la mission

La durée du repos nécessaire avant un vol et la monotonie des missions de convoyages sont pris en compte dans les consignes permanentes de sécurité des vols du CFA qui prévoient :

- dans le chapitre traitant de l'**activité aérienne quotidienne des équipages** (ordre 6A) : « *la durée du temps de repos doit être au moins égal au 2/3 du temps d'activité qui l'a précédé (la durée du temps de repos n'étant pas inférieure à 8 heures)* ».

Ainsi, même si les notions de temps d'activité et de repos ne sont pas définies précisément dans ce document, il ressort qu'un repos minimum de 8 heures est nécessaire entre deux périodes d'activité aérienne ;

⁴⁰ Selon le § 5.5.3 du manuel « Briefings », cours facteurs humains pour les pilotes.

⁴¹ Le manuel de vol (UCB 111-01) prévoit : « *relâcher un peu le manche dès que l'on sent des départs du nez ou des refus de virer* ».

- dans le chapitre traitant des **convoyages et des vols longue distance** (ordre 11 F) :
 - ⇒ « *les convoyages se traduisent en règle générale par des missions longues⁴² durant lesquelles il faut combattre **fatigue et routine** » ;*
 - ⇒ « *il convient d'adopter une hygiène de vie et alimentaire rigoureuses avant l'exécution du vol. A cet égard, la mise en place des équipages doit avoir lieu en **début d'après midi** afin de finaliser la préparation du convoyage et dispenser le briefing le plus tôt possible et accorder ainsi aux équipages **une période de repos suffisante** ».*

La mission de convoyage est donc reconnue comme fatigante et monotone. Elle impose donc que les équipages soient reposés.

Ces consignes ont été prises en compte lors de la préparation de la mission : l'atterrissage pour la mise en place à N'Djamena était prévu en début d'après-midi. Suite au retard causé par les conditions météorologiques en France, la décision a été prise de repousser le décollage de 2 heures afin d'augmenter le temps de repos des équipages.

Ce décalage n'a pas été suffisant pour que le temps de repos des équipages soit conforme aux consignes car le convoyage de et vers N'Djamena est considéré comme une mission simple. En effet :

- elle est réalisée régulièrement depuis plus de vingt ans par les escadrons de chasse et les avions ravitailleurs ;
- le trajet en survolant l'Algérie est exécuté en quelques heures⁴³.

De manière plus générale, la programmation hâtive du simple retour d'avions de chasse vers leur base d'affectation, et la désignation tardive des pilotes, n'ont pas permis aux acteurs de préparer sereinement cette mission pourtant connue comme particulière.

⁴² La mission de convoyage entre le Tchad et Istres dure près de 5 heures en survolant l'Algérie.

⁴³ le 06 décembre 2006 était la date butoir de l'autorisation de survol de l'Algérie (valable du 1^{er} au 3 décembre 2006, plus 72 heures) : un décollage le lendemain aurait rallongé le trajet retour d'au moins une journée supplémentaire.

Ainsi,

Le caractère coutumier des convoys depuis le Tchad a conduit l'ensemble des acteurs concernés à manquer de rigueur dans la planification, la préparation et l'exécution de cette mission.

2.2.2.2 Expérience de ce type de mission

Le pilote concerné par l'évènement n'a effectué, depuis le début de sa carrière, qu'un seul voyage (en 2002 à destination des États-unis) : son expérience de ce type de mission, et donc de la gestion de la monotonie et de la relative simplicité du vol, est donc faible. Il en est d'ailleurs de même pour la plupart des pilotes de chasse qui n'effectuent que 2 à 3 convoys durant toute leur carrière, voire aucun.

Ainsi,

Si les convoys sont effectués régulièrement par les escadrons de l'armée de l'air, les pilotes n'ont individuellement que peu d'expérience de la manière de gérer la monotonie et la relative simplicité de cette mission.

2.3 Du décrochage à l'éjection

2.3.1 Sortie de vrille

Suite au maintien du manche à gauche et à cabrer qui augmente l'incidence et le dérapage, l'avion part alors violemment dans un mouvement conjoint de lacet et de roulis à droite (le pilote C135 décrit un « tête-à-queue » par la droite) : l'avion qui a une forte incidence et du dérapage, est alors en **vrille**⁴⁴.

⁴⁴ Vrille : évolution à incidence élevée, positive ou négative, au cours de laquelle le dérapage et les vitesses angulaires autour des 3 axes de l'avion peuvent être importants.

Les données du FDR deviennent difficilement exploitables (mesures aérodynamiques très perturbées, gyroscopes "agités") mais on observe une perte d'altitude régulière, un sens de rotation roulis/lacet toujours à droite, avec beaucoup de roulis : l'avion subit alors des **auto tonneaux**⁴⁵.

Le phénomène s'est entretenu malgré l'application de la procédure de sortie de vrille⁴⁶ pour les raisons suivantes :

- l'inertie du carburant à l'intérieur du réservoir ventral non cloisonné et à moitié plein ;
- l'absence de becs qui accélère la perte d'efficacité des ailerons⁴⁷.

Ainsi,

L'hypothèse selon laquelle la configuration de l'appareil (réservoir ventral et becs sur arrêt) ait rendu l'application de la procédure de sortie de vrille inefficace est PROBABLE.

Il faut de plus noter que les cas de perte de contrôle ou de vrilles avec des réservoirs pendulaires⁴⁸ n'ont pas été explorés en essais en vol parce que les chances théoriques de récupération étaient très faibles.

⁴⁵ Auto tonneau : évolution dans laquelle la vitesse de roulis est très supérieure à celle qui serait obtenue par l'efficacité directe des gouvernes à cette vitesse.

⁴⁶ Mémento pilote (MCV 111-00) : « *Lâcher les commandes, compensateurs au neutre, moteur au ralenti. Si auto tonneaux, ne pas contrer au gauchissement* ».

⁴⁷ La sortie des becs augmente la portance de 25 %.

⁴⁸ Ni le RPL 201, ni le(s) RP 35.

2.3.2 Annonce « éjection »

Le pilote témoigne que, pendant la chute de son appareil, il attendait que l'application de la procédure de sortie de vrille soit efficace et lui permette de reprendre le contrôle de son appareil. Sous l'effet du stress lié à l'incompréhension du phénomène et à la rapidité du roulis, il s'est focalisé sur la lecture de la vitesse de son avion, élément déterminant pour connaître le moment où un appareil est sorti de vrille. Il n'a donc pas surveillé son altitude.

Ce n'est que lorsque Melba 1 lui rappelle la consigne d'éjection en cas de perte de contrôle en dessous de 10 000 ft qu'il regarde son altimètre. Il aperçoit alors un 7⁴⁹ et s'éjecte.

L'annonce du leader d'engager l'éjection à 10 000 ft pour une perte de contrôle a permis à MELBA 2 de prendre conscience de son altitude et d'arrêter sa tentative de récupération de son avion.

2.3.3 Hauteur d'éjection (altitude terrain)

Selon le témoignage du pilote, sa prise de décision de s'éjecter s'est effectuée à une altitude proche de 7000 ft⁵⁰.

Le temps entre cet instant et la traction sur la poignée de commande d'éjection peut être estimé entre 1 et 2 secondes (lâché des commandes, prise de position avant éjection).

Quand MELBA 2 s'éjecte, les paramètres avion estimés sont :

- altitude : 5900 ft (1800 mètres) ;
- vitesse : 280 kt ;
- vitesse verticale : - 620 ft/s, soit 37000 ft/min.

⁴⁹ Correspondant à 7000 ft au calage standard (1013 hPa).

⁵⁰ Le jour de l'évènement, le QNH était de 1015, soit très proche de la pression standard.

A ce moment, la distance entre le sol (2800 ft) et l'avion (5900 ft) n'est plus que de **3100 ft**, ce qui correspond à moins de 5 secondes.

Il est à noter que l'avion s'est écrasé juste au sud d'un massif montagneux culminant à près de 6000 ft. En particulier, à 5 Nm dans le relèvement 330°⁵¹ du lieu du crash se trouve un sommet à 5600 ft.

Ainsi,

Si la perte de contrôle avait eu lieu 40 secondes plus tard dans les mêmes conditions, l'éjection aurait pu avoir une issue fatale⁵².

⁵¹ 330° était le cap du dispositif avant la perte de contrôle.

⁵² Ce jour-là, le pilote avait la vue du sol et se serait peut-être quand même éjecté dans de bonnes conditions.

3 CONCLUSION

3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement

- L'évènement s'est produit au cours du survol du territoire Algérien lors d'une mission de convoyage de 3 Mirage F1CT depuis le Tchad vers la France. Ces appareils avaient été convoyés en renfort du dispositif présent à N'Djamena le 29 novembre 2006 ;
- Le convoyage d'avions de chasse se traduit par des missions longues et simples (hormis les phases de ravitaillement en vol) qui engendrent fatigue et routine ;
- Ce type de mission est effectué régulièrement par les escadrons de Colmar. La dernière mise à jour de la documentation destinée à préparer et exécuter la mission est disponible à l'escadron ;
- Le chef de mission et les pilotes de F1 ont été désignés la veille du départ ;
- Initialement prévu dans l'après midi du 05 décembre 2006, l'atterrissage à N'Djamena a été retardé par les conditions météorologiques en France ;
- Le briefing a lieu le soir même et se termine vers 1 heure du matin : décollage le 06 décembre comme prévu (date limite de l'autorisation de survol de l'Algérie), retardé de 2 heures pour compenser le retard de la veille, configuration des chasseurs (réservoir ventral RPL 201, poutres d'armement) identique à celle du convoyage aller ;
- Le décollage du dispositif est effectif à 09h00 ;
- Après 3 heures 30 de vol, les chasseurs ont effectué deux ravitaillements en vol ;
- 10 minutes après le second ravitaillement, alors que le C135FR ralentit pour rentrer les perches, la patrouille de chasseurs est en vol rectiligne horizontal à la vitesse de 300 kt, au niveau de vol 240 ;
- Melba 2, à gauche du leader, effectue alors des vérifications dans le cockpit ;
- S'apercevant qu'il se rapproche du leader, il décide de cabrer pour réduire sa vitesse, tout en inclinant son avion à droite pour maintenir le visuel ;
- Lorsqu'il actionne le manche à gauche pour remettre les ailes horizontales, son appareil pousse en roulis à droite ;

- Malgré la réaction inverse de l'avion à sa manœuvre en gauchissement, le pilote poursuit ses actions à cabrer et à gauchir, ce qui a pour conséquence d'augmenter l'incidence tout en augmentant le dérapage à gauche. L'avion part violemment dans un mouvement conjoint de lacet et de roulis à droite ;
- Malgré l'application de la procédure de reprise de contrôle, le mouvement de roulis est entretenu par l'inertie du carburant dans le réservoir ventral et par l'absence probable de becs ;
- Suite au rappel de la part du leader sur l'urgence de l'éjection en cas de perte de contrôle en dessous de 10000 ft, le pilote s'éjecte à une hauteur évaluée à 3100 ft ;
- L'avion s'écrase à proximité d'un village sans faire de dommage collatéral ;
- Le pilote est immédiatement pris en charge par les habitants puis par les gendarmes locaux avant d'être conduit à l'hôpital militaire de Constantine : il a une fracture du péroné.

3.2 Causes de l'évènement

L'évènement objet de ce rapport d'enquête technique est la perte de contrôle, suivie d'un déclenché, d'un Mirage F1 CT lors d'une mission de convoyage.

Les causes d'origine technique et environnementale n'ont pas été retenues.

Les causes de l'évènement sont :

- ❖ **Une hypovigilance qui a conduit le pilote à effectuer une manœuvre d'éloignement dans une phase de vol délicate compte tenu de la configuration de l'avion (vitesse faible, incidence non négligeable, dérapage) ;**
- ❖ **Le pilote, non préparé à ce phénomène dans cette phase de vol, n'a pas pris conscience de subir une perte de contrôle et a maintenu son action aux commandes ce qui a provoqué le déclenché.**

Les facteurs ayant conduit le pilote à effectuer ces actions sont :

➤ au niveau du pilote :

⇒ une altération de la vigilance induite par la fatigue accumulée ;

⇒ une représentation erronée des réactions de l'avion liée à un défaut de préparation et à une méconnaissance du domaine de vol.

➤ au niveau organisationnel :

⇒ une sous estimation des difficultés à gérer l'hypovigilance des pilotes lors des missions de convoyage effectuées régulièrement depuis le Tchad ;

⇒ un défaut de prise en compte des particularités du pilotage du Mirage F1 dans cette configuration.

4 RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement

4.1.1 Planification, préparation et exécution des convoys

La documentation relative aux convoys est constituée du titre H7-2 des consignes permanentes d'emploi de l'armée de l'air et de l'ordre 11F des consignes permanentes de sécurité des vols FAC / FAS.

Ces deux documents mettent l'accent sur la gestion de la fatigue lors de ces missions simples (hormis les phases de ravitaillement), longues et monotones. Elles nécessitent donc une préparation minutieuse de la part des équipages : hygiène de vie stricte dans les jours précédents (alimentation, activité physique, horaires de coucher), dernier briefing le plus tôt possible la veille du départ afin d'assurer une période de repos suffisante, rappel sur la gestion du vol (alimentation et hydratation, problème de posture).

Or l'enquête a identifié des causes liées à la fatigue du pilote (défaut de préparation physique lors des jours précédents suite à une désignation tardive, atterrissage tardif, décollage le jour prévu malgré le temps de repos restreint, expérience faible de ce type de mission).

De plus, il est apparu que le caractère routinier des convoys de ou vers le Tchad a probablement contribué à sous estimer les dangers inhérents à ce type de mission, en terme de gestion de la vigilance et de qualité de vol dans cette configuration (charges inutiles sous voilure).

Enfin, la mission a été programmée et préparée de manière hâtive alors qu'elle n'avait pour objectif que de rapatrier des avions de chasse.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air de s'assurer que l'ensemble du personnel concerné par la mission de convoi, depuis la planification par l'état-major opérationnel jusqu'à l'exécution par les escadrons de chasse, prenne en compte ses spécificités pour ne pas sous-estimer les dangers induits par ce type de mission (gestion de la monotonie, réduction du domaine de vol).

4.1.2 Utilisation du RPL 201

Le manuel d'utilisation du Mirage F1 CT⁵³ précise que la configuration avec un réservoir ventral RPL 201 « est caractérisée par une grande sensibilité au dérapage », et entraîne des limitations en particulier en termes de facteur de charge, de vitesse de roulis et d'incidence maximaux.

Ainsi, une manœuvre souple du pilote a suffi à provoquer la perte de contrôle puis le déclenché par la conjonction de l'incidence et du dérapage, induits par la configuration de l'appareil.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air, de rappeler aux pilotes les précautions à prendre lors des vols avec un réservoir ventral RPL 201, voire d'étudier, en liaison avec le CEV, des procédures spécifiques sur son utilisation lors des missions de convoyage.

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

4.2.1 Maintenance et vérification des FDR

Bien que le test de fonctionnement de l'enregistreur n° 865 qui équipait l'appareil du leader lors de la visite journalière n'ait révélé aucun dysfonctionnement, l'état de la bande magnétique a rendu impossible son dépouillement⁵⁴. Le dernier dépouillement de cet enregistreur date du 17 mars 2005, la dernière visite périodique du 09 juillet 2000.

L'enregistreur de l'appareil accidenté a fait apparaître une valeur erronée du paramètre « vitesse indiquée » (250 kt au lieu de 300).

Enfin, l'enregistreur de Melba 3 présentait des problèmes de synchronisation.

⁵³ UCC 106-3-1.

⁵⁴ La détermination des trajectoires relatives des deux appareils après synchronisation des enregistreurs n'a donc pas pu être réalisée alors qu'elle aurait permis d'affiner le scénario de l'évènement.

Comme plusieurs autres cas de dysfonctionnement d'enregistreurs de vol ont été relevés lors d'enquêtes techniques réalisées par le BEAD-air, aussi bien dans l'armée de l'air que dans d'autres organismes⁵⁵, le bureau enquête accidents défense air recommande à nouveau :

à la DGA⁵⁶, en liaison avec les constructeurs et les utilisateurs, de définir une procédure permettant de s'assurer, à intervalles réguliers, de la qualité et de la validité des paramètres sauvegardés sur les enregistreurs d'accidents.

4.2.2 Enregistrement des ravitaillements en nacelle

Actuellement, les ravitaillements en nacelle de bout d'aile sont visionnés par l'officier ravitailleur mais pas enregistrés.

Or, l'analyse de ce type de document peut être primordial dans le cadre d'une enquête technique.

Le CEAM⁵⁷ expérimente actuellement un système d'enregistrement.

Néanmoins, considérant le besoin comme urgent, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air de prendre les mesures pour que l'enregistrement des ravitaillements en nacelle soit effectif dans les plus brefs délais.

⁵⁵ Par exemple : l'accident d'un Canadair, en Corse en août 2005, les collisions aviaires au Tchad d'un F1 CT le 1^{er} septembre 2006 et d'un F1 CR le 23 septembre 2006.

⁵⁶ DGA : Délégation générale pour l'armement.

⁵⁷ CEAM : Centre d'expériences aériennes militaires de Mont de Marsan.

4.2.3 Gestion et accompagnement des pilotes

Si le traumatisme physique, mais aussi psychologique, lié à un accident aérien est évident pour le pilote éjecté, c'est l'ensemble des membres de la patrouille qui est aussi affecté.

Ainsi, si le pilote éjecté doit être accompagné et soutenu jusqu'au retour à son domicile, on doit s'assurer également que les autres pilotes concernés sont aptes à poursuivre le vol.

Or, Melba 1 a re-décollé d'Istres le jour même, sans que l'on s'assure que son état psychique lui permettait de voler en toute sécurité.

Quant au pilote éjecté, l'accueil minimaliste qu'il a reçu à l'hôpital militaire de Percy ne l'a pas aidé à gérer le traumatisme psychologique subi.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air estime souhaitable :

- **de prendre en compte le traumatisme subi par l'ensemble des pilotes concernés par un évènement aérien, en particulier si l'un d'entre eux s'est éjecté ;**
- **d'assurer le soutien, psychologique et matériel, du pilote accidenté jusqu'à son retour en unité.**

4.3 Mesures de prévention ayant trait à l'éjection

4.3.1 Décision d'éjection

Le pilote éjecté a témoigné de l'importance de l'aide du leader dans l'analyse de ses paramètres de vol et du rappel à propos de l'éjection impérative en cas de perte de contrôle en dessous de 10 000 ft.

La plupart des évènements analysés par le bureau enquêtes accidents défense air au cours desquels un pilote s'éjecte a mis en évidence le rôle primordial du pilote accompagnateur dans l'analyse du phénomène et dans la préparation et la prise de décision de l'éjection⁵⁸.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air rappelle **le rôle déterminant des pilotes accompagnateurs d'un appareil en détresse dans la gestion de l'évènement et dans la préparation et la prise de décision de l'éjection.**

⁵⁸ Par exemple : dossier A-2006-004-A (abordage de 2 Mirage 2000-5), dossier A-2006-017-A (collision aviaire au Tchad).

4.3.2 Hauteur d'éjection

Le temps de la prise de conscience de la hauteur lors de la récupération de la perte de contrôle de l'avion associé à celui de la prise de décision et de la préparation à l'éjection correspond à une hauteur de 4000 ft.

Le territoire survolé lors de cette mission se situe à une altitude de 2800 ft (850 m), ce qui réduit d'autant l'altitude de 10 000 ft, altitude impérative d'éjection en cas de perte de contrôle⁵⁹.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air et à l'aéronautique navale, de rappeler l'importance d'intégrer aux cours des briefings de mission, les altitudes des zones survolées afin d'ajuster l'altitude minimale d'éjection en cas de perte de contrôle.

4.3.3 Casque de vol GALLET LA100

Il est écrit dans les ordres 2 B de l'instruction IV 22 et 2 B des consignes permanentes de sécurité des vols FAC et FAS concernant le port du casque que la visière incolore doit systématiquement être abaissée pendant toute la durée du vol.

Bien que la visière incolore soit conçue pour s'abaisser automatiquement sous l'effet de l'accélération générée par l'éjection, il est apparu que ce dispositif ne fonctionne pas systématiquement. La visière teintée, quant à elle, n'a pas de verrouillage en position basse et peut donc se relever sous l'effet du vent relatif à l'éjection.

C'est pourquoi il est impératif de voler avec la visière incolore en position basse afin d'augmenter la protection faciale.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air appui cette consigne.

⁵⁹ Le manuel pilote prévoit au chapitre perte de contrôle : « *IMPERATIF DANS TOUS LES CAS : si à 10 000 ft le contrôle n'est pas repris, EJECTION* ».

PAGE INTENTIONNELLEMENT BLANCHE