



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 07 avril 2008

RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE



Photo: SIRPA Air

BEAD-air-A-2007-001-A

Date de l'événement	18 janvier 2007
Lieu	Base aérienne de Schleswig-Jägel (Allemagne)
Type d'appareil	Dassault Mirage F1 CR
Immatriculation	N° 612 F-UINJ
Organisme	Armée de l'air
Unité	Escadron de reconnaissance 02.033 « Savoie »

CREDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page 1 (couverture) : ©SIRPA Air.

Page 17, 18, 21, 22, 24 : BEAD-air.

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>UUAvertissement</i>	2
<i>Table des matières</i>	3
<i>Glossaire</i>	5
<i>Table des illustrations</i>	6
<i>Synopsis</i>	7
1 Renseignements de base	11
1.1 Déroulement du vol	11
1.1.1 Mission	11
1.1.2 Déroulement	11
1.1.2.1 Détail de la mission	11
1.1.2.2 Préparation du vol du 18 janvier 2007	12
1.1.2.3 Reconstitution du roulage et de l'alignement	12
1.1.3 Localisation	12
1.2 Tués et blessés	13
1.3 Dommages à l'aéronef	13
1.4 Autres dommages	13
1.5 Renseignements sur le personnel	13
1.5.1 Leader	13
1.5.2 Équipier	14
1.6 Renseignements sur l'aéronef	14
1.6.1 Maintenance	15
1.6.2 Carburant	15
1.7 Conditions météorologiques	15
1.8 Aides à la navigation	16
1.9 Télécommunications	16
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	16
1.11 Enregistreurs de bord	16
1.12 Renseignements sur l'aéronef	17
1.12.1 Examen de l'aéronef	17
1.13 Renseignements médicaux	19
1.14 Survie du pilote	19
1.14.1 Évacuation du bord	19
1.14.2 Organisation des secours	19
1.15 Essais et recherches	19
2 Analyse	20
2.1 Scénario de l'incendie	20
2.1.1 Origine de l'incendie	20
2.1.1.1 Analyse des dommages	20
2.1.1.2 Expertise technique du connecteur 98Δ	23
2.1.2 Propagation de l'incendie	25
2.1.2.1 Hypothèse n°1 : liquide inflammable	25
2.1.2.2 Hypothèse n°2 : propagation par les gaines de câblage électrique	26
2.1.3 Scénario de l'incendie	27
2.1.3.1 Analyse des courbes issues de l'enregistreur de vol et du témoignage du pilote	27
2.1.3.2 Séquence d'événements	29
2.2 Facteurs contributifs	31
2.2.1 État dégradé du connecteur 98Δ	31
2.2.2 Présence d'eau dans la soute à équipements	32
2.2.3 Particularités du câblage électrique Kapton	33
2.3 Gestion de l'événement	34
2.3.1 Prévisibilité de l'événement : aucune alerte en cabine	34

2.3.2 Gestion des pannes	34
2.3.3 Communication entre le leader et son équipier	35
3 Conclusion	37
3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement.....	37
3.2 Causes de l'événement.....	37
4 Recommandations de sécurité	39
4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	40
4.1.1 Hypothèse liée à l'état dégradé du connecteur	40
4.1.2 Présence d'humidité en soute à équipements	40
4.2 Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	41
4.2.1 Annonce des pannes	41
4.2.2 Évacuation d'urgence au sol.....	41
Annexes	43
1 check-list panne alt1	44

GLOSSAIRE

AIA	Atelier industriel de l'Aéronautique
BEAD-air	Bureau enquêtes accidents défense air
BMR	Bureau maîtrise des risques
CEAT	Centre d'essais aéronautiques de Toulouse
CFA	Commandement de la Force Aérienne
CPSV	Consignes permanentes de sécurité des vols
COMAO	<i>Combined air operation</i> , opération aérienne interalliée
CTH	Collimateur tête haute
EMAA	Etat-major de l'Armée de l'air
ER	Escadron de reconnaissance
FDR	<i>Flight data recorder</i> , enregistreur de vol
Ft	<i>Feet</i> , pieds (1 ft \approx 0,304 m)
IRCGN	Institut de recherche criminelle de la Gendarmerie Nationale
kt	<i>Knots</i> , nœuds (1 kt \approx 1,852 km/h)
RESEDA	Restitution d'enregistreur d'accidents
SOF	<i>Supervisor of flight</i> , superviseur de vol
VAM	Voie aérienne militaire

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1 : vue schématique de l'avant du mirage F1CR	21
Figure 2 : scénario probable de l'origine de l'incendie dans la soute avant à équipements	25
Figure 3 : courbes issues de l'enregistreur de vol	27

Photographies

Photo 1 : soutes à équipements avant et arrière	17
Photo 2 : ouïes d'aération de la soute à équipements	17
Photo 3 : Mirage F1CR n° 612, après l'intervention des secours	17
Photo 4 : dessous du fuselage et du logement du train auxiliaire	18
Photo 5 : cœur électrique	18
Photo 6 : habillage du logement du train auxiliaire	18
Photo 7 : vue de dessus de la soute avant à équipements	21
Photo 8 - 9 - 10 : vue de la platine endommagée et du connecteur 98Δ calciné	22
Photo 11 - 12 : contact de la borne retrouvé fondu	24

SYNOPSIS

- Date de l'événement : jeudi 18 janvier 2007 vers 09h30¹.
- Lieu de l'événement : base aérienne de Schleswig-Jägel (Allemagne).
- Organisme : armée de l'air.
- Commandement organique : commandement de la force aérienne (CFA).
- Unité : escadron de reconnaissance 02.033 « Savoie ».
- Aéronef : Mirage F1 CR n°612.
- Nature du vol : navigation à haute altitude.
- Nombre de personnes à bord : un pilote.

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

A l'alignement avant décollage, le pilote du Mirage F1 CR leader effectue une mise en puissance sur freins pour tenter de réarmer l'alternateur 1. Simultanément, son équipier voit de la fumée s'échapper des ouïes d'aération de la soute à équipements. Sur ordre de son équipier, le leader procède alors à une évacuation d'urgence au sol. L'incendie est circonscrit par les services de secours. Le pilote est indemne et le Mirage F1 CR est endommagé.

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

Composition du groupe d'enquête technique

- Un enquêteur technique du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air), nommé directeur d'enquête technique.
- Un enquêteur du BEAD-air, adjoint au directeur d'enquête technique.
- Un officier pilote ayant une expertise sur Mirage F1.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur Mirage F1.

Autres experts consultés

- Dassault Aviation (avionneur).
- Centre d'essais aéronautiques de Toulouse (CEAT).
- Atelier industriel de l'aéronautique (AIA) de Clermont-Ferrand (industriel réparateur).
- Ensemble équipe technique et instruction spécialisée 66.530 (EETIS) Mirage F1 de Reims.
- Institut de recherche criminelle de la gendarmerie nationale (IRCGN).

Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air a été informé de l'accident par téléphone par le bureau maîtrise des risques (BMR) de l'état-major de l'armée de l'air (EMAA) vers 10h le jeudi 18 janvier 2007. Le groupe d'enquête rejoint la base aérienne de Schleswig-Jägel le lendemain en fin de matinée par voie aérienne militaire (VAM).

Chronologie de l'enquête

- 23 janvier 2007 : l'enregistreur d'accident est dépouillé par RESEDA (Restitution d'enregistreurs d'accidents).
- 30 janvier 2007 : une équipe de l'escadron de soutien technique spécialisé 2E.033 (ESTS) de Reims est mise en place pour assurer le démontage et le conditionnement du Mirage F1 CR.
- 19 février 2007 : le Mirage F1 CR est convoyé par voie aérienne (C 160) vers Orléans.
- 27 février 2007 : le fuselage est transporté par voie routière militaire vers Reims.
- 06 mars 2007 : définition d'un plan d'expertise par des représentants du CEAT, de l'AIA, de Dassault Aviation, de l'EETIS et de l'ESTS.
- 05 avril 2007 : examen des soutes à équipements (équipements démontés) et du logement du train auxiliaire à Reims.
- 08 Juin 2007 : demande de prélèvements pour expertises techniques.
- 01 septembre 2007 : réception des pièces pour expertise dans les différents centres techniques.
- 15 Septembre 2007 : premiers résultats des expertises techniques.
- 30 octobre 2007 : réunion de clôture des expertises techniques et élaboration d'un scénario de l'incendie.

Enquête judiciaire

- Le tribunal aux armées de Paris s'est saisi de l'affaire.

- L'enquête judiciaire a été confiée à la section judiciaire de la gendarmerie de l'air de Paris.

1 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Mission

Indicatif mission	FAF 7831
Type de vol	Mixte (CAG, CAM)
Type de mission	Navigation haute altitude
Dernier point de départ	Schleswig-Jägel
Heure de départ	09h30
Point d'atterrissage prévu	Reims

1.1.2 Déroulement

1.1.2.1 Détail de la mission

Deux Mirage F1CR de l'escadron de reconnaissance (ER) 02.033 sont déployés en Allemagne du 16 au 18 janvier 2007 dans le cadre d'un exercice multinational. Ce déploiement est prévu sans soutien technique².

La planification des missions prévoit :

- Mardi 16 janvier 2007 : mise en place de Reims à Schleswig ;
- Mercredi 17 janvier 2007 : participation à l'exercice aérien multinational à partir de Schleswig (COMAO³) ;
- Jeudi 18 janvier 2007 : retour sur Reims en navigation haute altitude.

Les vols des 16 et 17 janvier 2007 se sont déroulés selon la planification.

² Cette dérogation (VJ 72) est accordée par le CFA et autorise un déploiement sans soutien technique pour une durée de 72 heures maximum.

³ COMAO : *combined air operation*, opération aérienne interalliée.

1.1.2.2 Préparation du vol du 18 janvier 2007

La préparation de la navigation retour avait été effectuée avant le départ de Reims. L'heure du décollage du vol retour sur Reims était prévue initialement à 12 heures le jeudi 18 janvier 2007. La veille, les pilotes décident de l'avancer de 2 heures, en raison des prévisions météorologiques sur Reims (vents forts).

1.1.2.3 Reconstitution du roulage et de l'alignement

Après la mise en route, la patrouille de 2 Mirage F1 CR roule pour la piste 23 à Schleswig-Jägel. Selon son témoignage, le leader constate sur le *taxiway* que le voyant ALT 1 est allumé. Conformément à la check-list (voir annexe 1), il effectue deux réarmements de l'alternateur concerné, sans résultats. Quelques secondes après, il perd les informations du collimateur tête haute (CTH).

Après l'alignement des deux avions sur la piste 23, le leader affiche la puissance sur freins afin de tenter un troisième réarmement de l'alternateur 1. D'autres voyants ambres⁴ du tableau de pannes s'allument. Après un troisième réarmement infructueux de l'alternateur, il réduit la puissance et annonce un retour au parking à la radio.

Dans le même temps, l'équipier remarque de la fumée s'échapper des ouïes d'aération de la soute à équipements de l'appareil du leader. Constatant que cette fumée persiste après la réduction de puissance, l'équipier ordonne l'évacuation d'urgence. Le leader coupe le réacteur et évacue son avion. L'équipier demande l'intervention des secours et s'éloigne à une distance de sécurité.

1.1.3 Localisation

➤ Lieu :

- ⇒ pays : Allemagne,
- ⇒ région : Schleswig-Holstein,
- ⇒ coordonnées géographiques :
 - N 54° 28'
 - E 009° 31'

⁴ Sans être affirmatif, le pilote se rappelle des voyants ARTH, EMP, DIR.

⇒ altitude du lieu de l'événement : 70 ft.

- Moment : jour.
- Sur l'aérodrome de Schleswig-Jägel.

1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			
Graves			
Légères / Aucunes	0/1		

1.3 Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
			X	

1.4 Autres dommages

Néant.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1.1 Leader

- Âge : 33 ans.
- Unité d'affectation : escadron de reconnaissance 02.033 « Savoie »,
 - ⇒ fonction dans l'unité : officier d'échange allemand.
- Formation :
 - ⇒ qualification : chef de patrouille sur Tornado dans la Luftwaffe depuis 2000, pilote à l'instruction sur Mirage F1 CR, en phase finale de qualification Chef de patrouille.
 - ⇒ école de spécialisation : 80 *flight training wing* (FTW), Sheppard *air force base*, Texas,

⇒ année de sortie d'école : 1995,

➤ Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur MF1 CR	Sur MF1 CR		Sur MF1 CR	
Total	1955h	58h30	58h30	58h30	11h10	11h10

➤ Date du dernier vol, de jour : 17 janvier 2007,

➤ Carte de circulation aérienne :

⇒ type : carte VSV « norme blanche »⁵,

⇒ date d'expiration : 29 août 2008.

1.5.1.2 Équipier

Chef de patrouille depuis 2002, il totalise plus de 2900 heures de vol, dont 230 heures sur Mirage F1. Le 18 janvier 2007, il est responsable de la patrouille légère.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

➤ Organisme : armée de l'air.

➤ Commandement d'appartenance : CFA.

➤ Base aérienne de stationnement : base aérienne 112 de Reims.

➤ Unité d'affectation : ER 02.033 « Savoie ».

➤ Type d'aéronef : Mirage F1 CR.

⇒ configuration :

2 réservoirs largables RP35 ;

2 poutres d'emport contre-mesures avec brouilleur Barax ;

2 lance-missiles LM.

⇒ armement : missiles d'entraînement Magic II.

⁵ Carte VSV : Définie les critères d'aptitudes au vol sans visibilité.

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	Mirage F1 CR	612 NJ	4886h25	GV3 ⁶ : 1778h10	VP ⁷ : 833h30
Moteur	ATAR 9K50	11587	164h05		

1.6.1 Maintenance

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

Le jour de l'événement, l'avion est sous dérogation de visite journalière pour une durée de 72 heures. Cette dérogation a été accordée par le CFA le 15 janvier 2007, conformément à la note technique n°40/LOG/CDT/13/A⁸. Ainsi, la dernière visite journalière a été effectuée le mardi 16 janvier 2007 sur la base de Reims.

1.6.2 Carburant

- Type de carburant utilisé : F 34 ;
- Quantité de carburant au parking : 6460 litres ;
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 6260 litres.

1.7 Conditions météorologiques

Le service météorologique de la base de Schleswig transmet à 09h38 le jour de l'accident, les observations suivantes (METAR) :

- vent du secteur sud (190°) pour 11 kt,
- visibilité 6000 m,
- pluie,
- température 5°C,
- nébulosité rare vers 1200 ft, fragmentée vers 1700 ft.

⁶ GV3 = troisième grande visite

⁷ VP = visite périodique

⁸ dérogation exceptionnelle à la validité des visites journalières des aéronefs du CFAC.

Les relevés de la même station rapportent pour le 17 janvier 2007 de la pluie ou de la bruine de 01h20 à 11h et de 16h20 à 20h20.

Les témoignages recueillis auprès de personnels de l'escadron allemand et des pilotes français font également part d'une journée pluvieuse le 16 janvier 2007.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Télécommunications

Le Mirage F1 CR est équipé de deux postes radio. Au moment de l'accident, l'une des fréquences était utilisée par les deux pilotes de la patrouille pour leurs communications avec la tour de contrôle de Brême puis la tour de contrôle de Schleswig, l'autre pour les communications inter-patrouille.

Les conversations radio sur la fréquence de la tour de Schleswig au moment de l'événement ont été enregistrées.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11 Enregistreurs de bord

Le Mirage F1 CR est équipé des enregistreurs suivants :

- Un enregistreur de vol à bande de marque ENERTEC ;
- Un enregistreur OTA (cassette de type KCS-20) filmant les informations du CTH et enregistrant les communications (émission et réception) en cabine.

En raison de la faible autonomie des cassettes KCS-20 (39 ou 49 minutes), les enregistreurs OTA ne sont mis en fonction par le pilote que dans certaines phases de vol : décollage, atterrissage, ravitaillement en vol, ... (selon un ordre de priorité défini dans les consignes permanentes de sécurité des vols(CPSV)). Les enregistreurs OTA du leader et de l'équipier n'ont pas fonctionné le 18 janvier 2007.

1.12 Renseignements sur l'aéronef

1.12.1 Examen de l'aéronef

Les principaux dégâts sont localisés dans les deux soutes à équipements et dans le logement du train avant. Le dégagement de chaleur a entraîné une dilatation du réservoir central avant et une fuite de carburant. Deux cadres du fuselage ont été déformés.



photo 1 : soutes à équipements avant et arrière



photo 2 : ouïes d'aération de la soute à équipements arrière



photo 3 : Mirage F1 CR n° 612, après l'intervention des secours



photo 4 : dessous du fuselage et du logement du train auxiliaire.

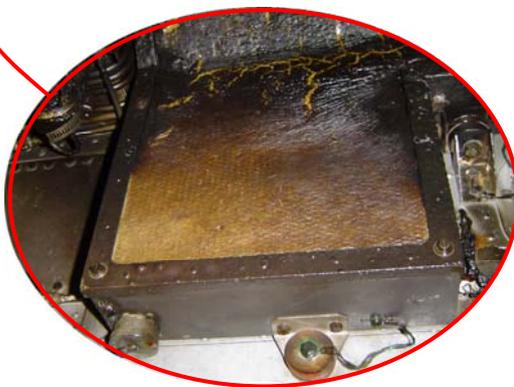


Photo 5 : cœur électrique



Photo 6 : habillage du logement du train auxiliaire

1.13 Renseignements médicaux

Au moment de l'événement, le pilote était apte au vol.

1.14 Survie du pilote

1.14.1 Évacuation du bord

- Le pilote a effectué une évacuation d'urgence au sol.
- Le pilote a été sensible au fait qu'il n'a pas pu sécuriser le siège éjectable avant de procéder à l'évacuation (les sécurités du siège étaient placées dans la pochette prévue à cet effet et inaccessibles au pilote).
- Le pilote constate une grande différence entre la réalité et l'entraînement à l'évacuation.

1.14.2 Organisation des secours

Les secours sur la base de Schleswig sont aux ordres d'un *supervisor of flight* (SOF). Il s'agit d'un personnel navigant ayant reçu une formation adaptée, désigné pour 24 heures. Il coordonne l'intervention des contrôleurs aériens, des pompiers et du service médical.

Les véhicules des pompiers sont placés en alerte à trois endroits différents le long de la piste, prêts à intervenir en moins d'une minute après le début d'un incendie, conformément à la législation allemande. Ils se déplacent sur ordre de la tour et / ou dès qu'ils aperçoivent un problème.

Au moment de l'événement, les pompiers sont intervenus sur l'avion dès l'évacuation du pilote.

1.15 Essais et recherches

- Un examen a été mené par Dassault Aviation afin de déterminer l'origine et la propagation de l'incendie dans la cellule du Mirage F1 CR.
- L'expertise technique du connecteur 98Δ a été confiée au CEAT.
- L'expertise technique de la canalisation de la perche de ravitaillement présente dans la soute avant à équipements a été confiée à l'AIA de Clermont-Ferrand.
- Un expert incendie de l'IRCGN a analysé les dommages liés à l'incendie sur l'avion.

2 ANALYSE

Le 18 janvier 2007, deux Mirage F1CR de Reims sont alignés sur la piste de Schleswig-Jagel en Allemagne pour un vol retour vers leur base d'origine. Le Mirage F1 leader affiche la puissance sur freins pour tenter de réarmer une troisième fois l'alternateur 1. D'autres voyants de pannes s'allument alors et le pilote leader annonce un retour parking. Au même moment, son équipier lui ordonne d'évacuer d'urgence l'appareil. De la fumée s'échappe des ouïes d'aération et des gouttes incandescentes tombent de la trappe de train auxiliaire. Le pilote du Mirage F1 leader coupe le moteur et évacue aussitôt, devant les pompiers de la base, prêts à intervenir. L'incendie est rapidement maîtrisé. Le pilote est indemne.

Dans un premier temps, le scénario de l'incendie sera établi à partir des dommages observés sur l'avion, des témoignages des pilotes et de l'analyse des courbes issues du FDR. Une seconde partie de l'analyse mettra en évidence les différents facteurs aggravants liés à l'événement. Enfin, une dernière partie traitera des aspects relatifs à la gestion de l'événement.

2.1 Scénario de l'incendie

2.1.1 Origine de l'incendie

2.1.1.1 Analyse des dommages

Les premiers constats réalisés sur l'avion montrent que les dégâts liés à l'incendie se situent dans les soutes à équipements (avant et arrière) ; ainsi que dans le logement de train avant (cf figure 1).

Au niveau de la soute avant, deux foyers d'incendie ont été identifiés. Le premier se situe à l'arrière gauche de la soute, le second se situe entre le milieu droit et l'arrière droit (cf photo 7).

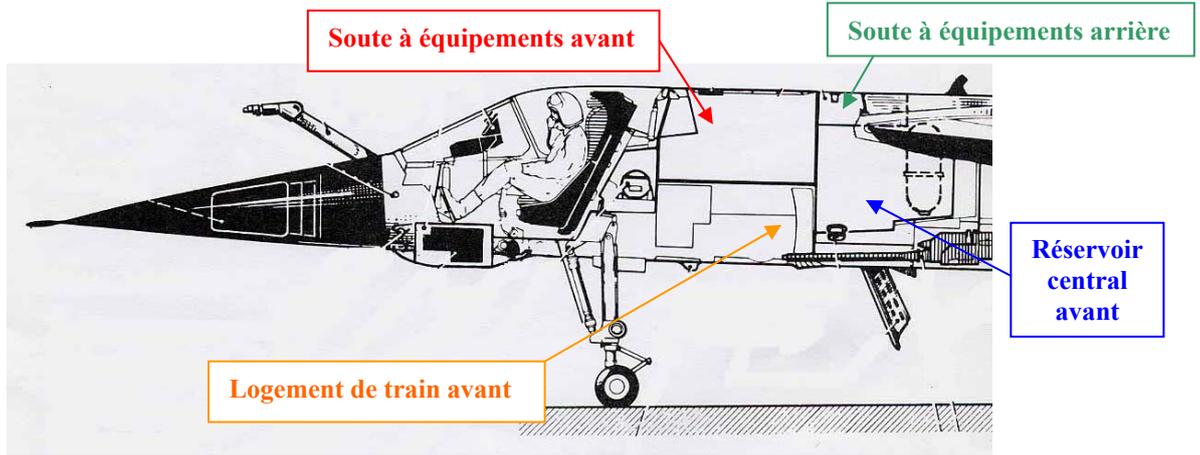


Figure 1 : vue schématique de l'avant du mirage F1CR

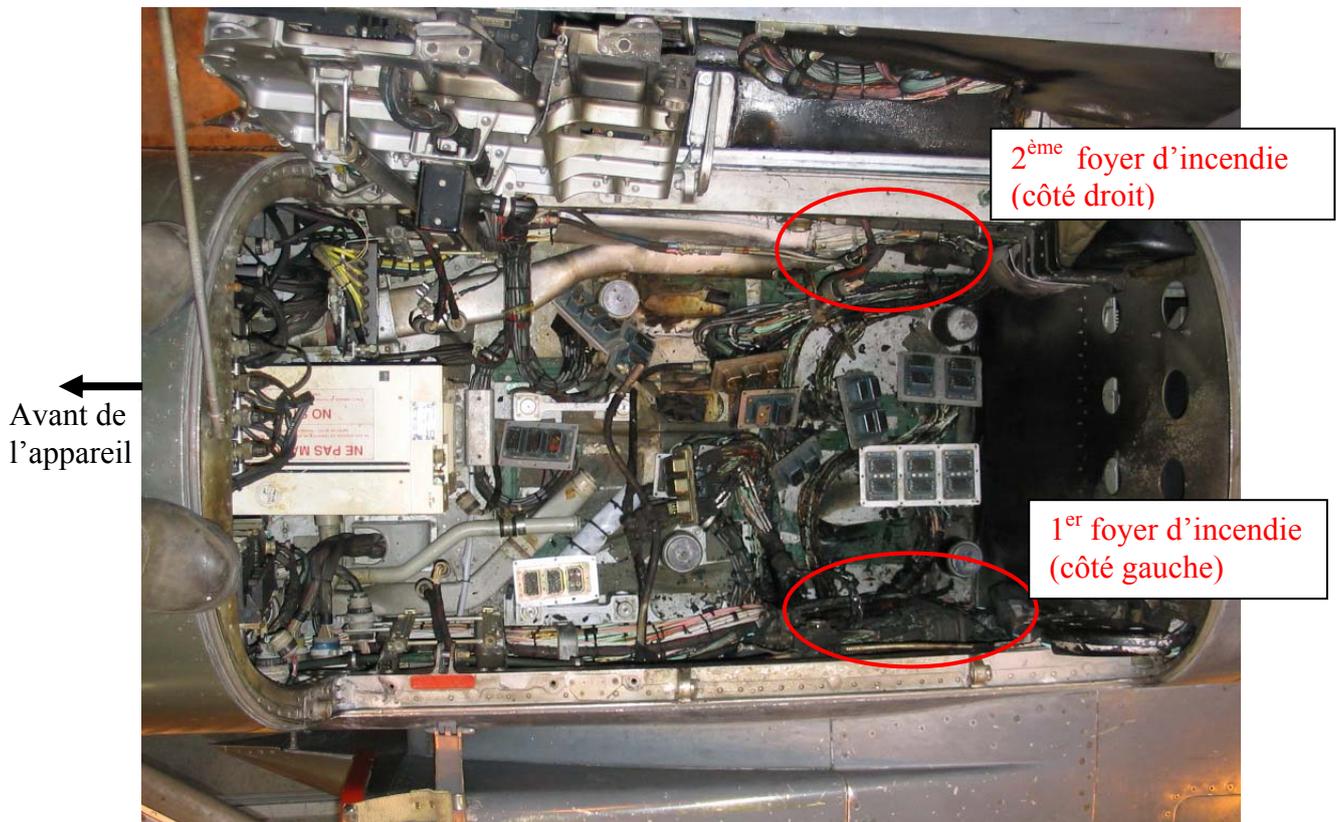
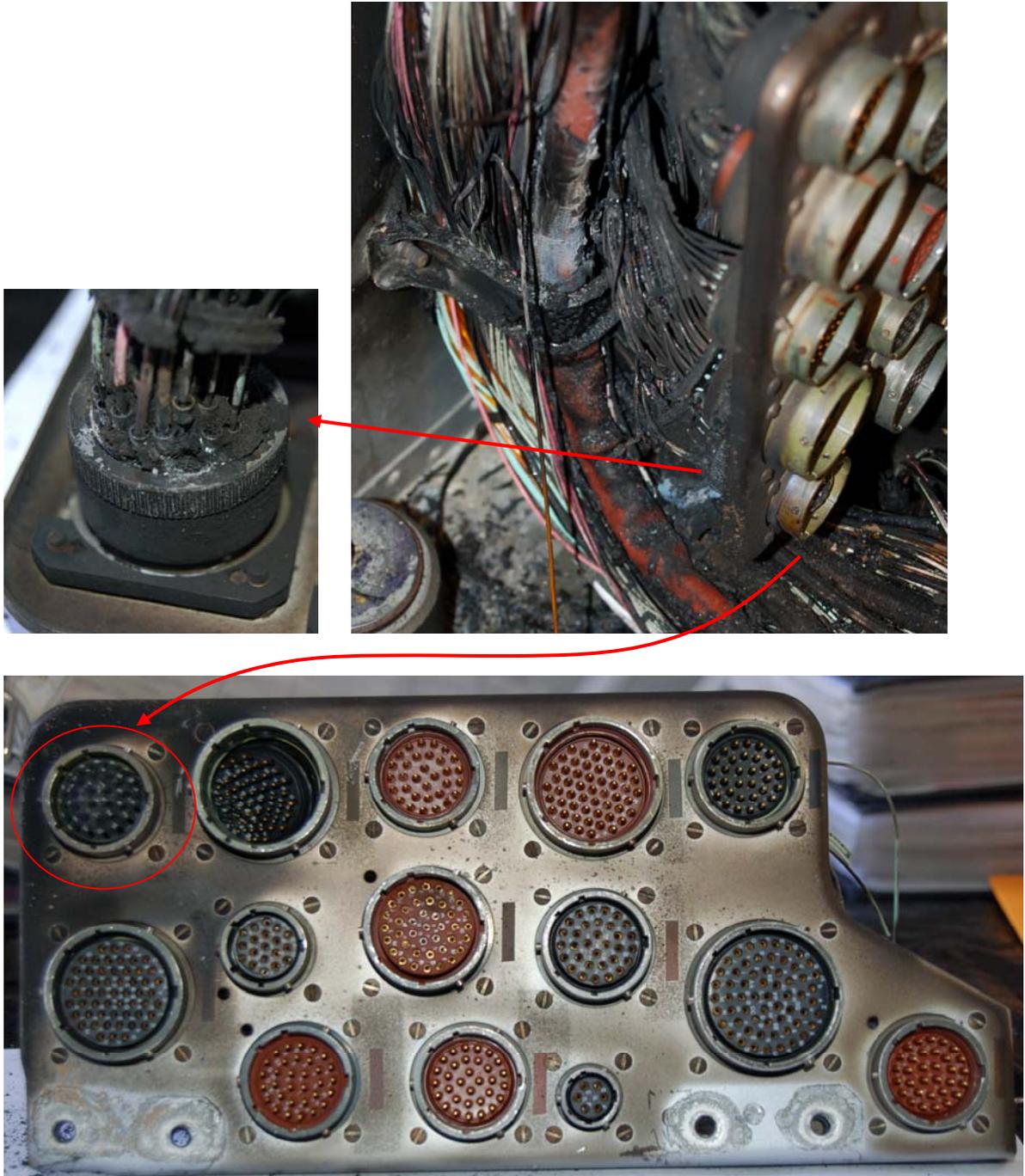


Photo 7 : vue de dessus de la soute avant à équipements (sans le panier à équipements) - 2 foyers d'incendie identifiés

Concernant le foyer d'incendie situé côté droit de la soute, les principaux dommages concernent les protections de câblages ainsi que les protections calorifugées situées dans le couvercle de la soute.

Concernant le foyer d'incendie situé côté gauche, les dommages sont plus importants et témoignent d'une température beaucoup plus élevée, compte tenu des dégradations observées dans le couvercle de la soute et sur le cadre 17, et de l'état calciné des protections de câblages.

L'analyse du panier à équipements a permis de confirmer que l'origine de l'incendie était située à l'arrière gauche de la soute à équipements. L'ensemble des traces d'incendie converge vers un point unique, situé à proximité d'une platine de connecteurs.



Photos 8, 9 et 10 : vues de la platine endommagée et du connecteur 98Δ calciné

L'examen de cette platine a révélé un départ de feu d'origine électrique au niveau d'un connecteur : la prise 98Δ a été retrouvée calcinée. Les dommages observés sur cette prise sont représentatifs d'un court-circuit.

Enfin, le plancher de la soute avant à équipements est intègre.

Concernant la soute à équipements arrière, les dommages causés par l'incendie sont situés à l'avant, côté gauche, dans une zone proche du premier foyer d'incendie de la soute à équipements avant.

Concernant le logement de train, les dégâts observés sont uniformes. Aucun foyer d'incendie n'a été déterminé. Ces deux éléments (en plus du plancher de soute à équipement qui est intact) démontrent que l'incendie n'a pas pu se déclarer dans cette zone. Les dommages observés sur le capotage du train avant révèlent une forte élévation de température (supérieur à 700 °C), dû à la présence de fluide hydraulique dans le logement de train.

Enfin, un manchon élastomère de protection de câble électrique a été retrouvé à l'état calciné dans le logement de train. Ce manchon (de type Hélavia) provient de la soute à équipements.

L'analyse des différentes zones endommagées montre que l'incendie, d'origine électrique, s'est déclaré dans la soute avant à équipement, suite à un court-circuit au niveau du connecteur 98Δ.

2.1.1.2 Expertise technique du connecteur 98Δ

Lors de l'incendie, quatre disjoncteurs se sont déclenchés dans le cœur électrique : les trois phases d'alimentation du boîtier d'aide au pilotage et l'alimentation du boîtier jaugeur.

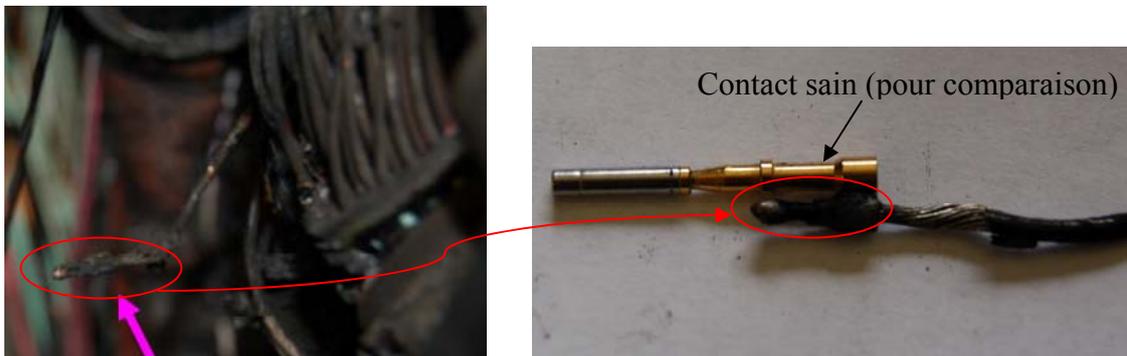
Le connecteur 98Δ contient plusieurs contacts :

- La borne P, alimentée en +28 V continu dès le branchement de la batterie.
- Les bornes U, V et T, alimentés en 115 V alternatif (soit par un réseau alternatif, soit par la prise de parc ou par le convertisseur secours). Ces bornes sont notamment reliées aux disjoncteurs du boîtier d'aide au pilotage qui se sont déclenchés dans le cœur électrique.
- Les bornes J, K, L, M et H, correspondant respectivement aux voyants EMP, DIR, ARTHUR, SERVO et TRIM.

- Les bornes R et S sont reliées à la masse.

L'expertise technique du connecteur 98Δ a montré les résultats suivants :

- **Le court-circuit s'est produit à l'intérieur de la prise** (entre deux fiches ou entre une fiche et le boîtier).
- Le contact de la borne P est fondu (photos 11 et 12). Le court-circuit s'est créé autour de la borne P du connecteur (alimentation alternative de la chaîne 2 du boîtier d'aide au pilotage et alimentation des voyants SERVO, DIR, EMP, TRIM).
- Le disjoncteur correspondant à l'alimentation continue (relié à la borne P) ne s'est pas déclenché. Le court-circuit a probablement induit un arc électrique et a ensuite été entretenu.
- D'autres câbles, dont l'âme est plus ou moins apparente, sont découverts à l'arrière du fût de sertissage. Plusieurs fils sont extrudés de la prise (probablement sous l'effet de la chaleur).
- Plusieurs fils se sont rigidifiés. Ce phénomène traduit le passage d'une surcharge prolongée dans le temps. L'origine de la surcharge n'a pas pu être déterminée (origine ou conséquence du court-circuit).



Photos 11 et 12 : contact de la borne P retrouvé fondu

L'ensemble des résultats de l'expertise technique du connecteur a permis d'établir **le scénario le plus probable** expliquant l'origine de l'incendie.

Ce scénario est présenté sur le diagramme suivant :

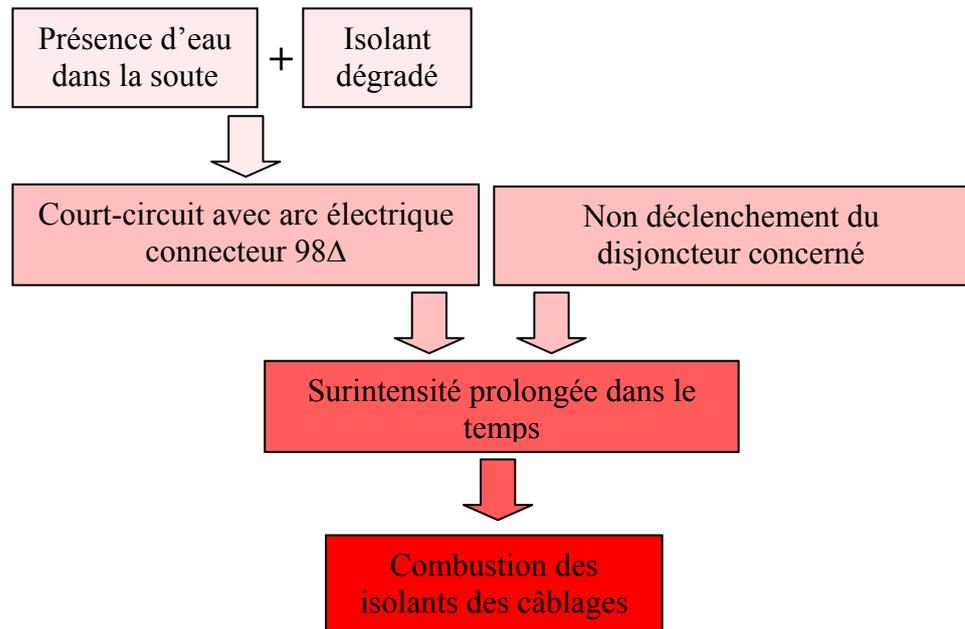


Figure 2 : scénario probable de l'origine de l'incendie dans la soute avant à équipements

2.1.2 Propagation de l'incendie

L'incendie s'est ensuite propagé dans le logement de train. **Deux hypothèses ont été envisagées pour expliquer la propagation de l'incendie vers le logement de train avant :**

- **hypothèse n°1** : un « liquide inflammable » a alimenté l'incendie et a suivi le passage de câbles entre la soute à équipements et le logement de train. Le seul « liquide inflammable », qui pourrait transiter dans la soute à équipements, est le carburant provenant de la canalisation de la perche de ravitaillement.

- **hypothèse n°2** : l'incendie s'est propagé par les gaines de câblage. Deux passages de câbles existent entre la soute à équipement et le logement de train avant (à l'avant gauche de la soute à équipement et côté arrière droit).

2.1.2.1 Hypothèse n°1 : liquide inflammable

La tuyauterie de la perche de ravitaillement a été prélevée et une expertise technique a été réalisée afin de déterminer si du carburant aurait pu s'écouler de la canalisation. Les résultats sont les suivants :

- Les étiquettes et marquages sur la tuyauterie sont intacts ;
- aucune crique n'a été constatée sur la tuyauterie ;
- des essais d'étanchéité ont montré que les joints de la tuyauterie étaient déficients. Cette déficience peut être le résultat :
 - ❖ *d'un vieillissement des joints* : cette hypothèse apparaît peu probable (un contrôle hebdomadaire de l'absence de fuites est effectué, aucun cas n'a été rencontré à l'heure actuelle, les joints ne sont pas changés au cours de la vie des Mirage F1)
 - ❖ *d'un endommagement provoqué par l'incendie* : cette hypothèse apparaît peu probable (incompatible avec l'analyse des dommages sur la tuyauterie)
 - ❖ *d'un endommagement des joints à l'issue des opérations de convoyage et de démontage*. Ces opérations, qui nécessitent une purge complète des canalisations, ont pu endommager les joints et créer un jeu entre le joint et la bague à chaque extrémité : **cette hypothèse est retenue.**

Enfin, aucun dommage n'a été constaté près des points de fuites éventuels de la canalisation située dans la soute à équipements. Les dommages observés en soute avant équipements ne sont pas compatibles avec une hypothèse de fuite de carburant par la tuyauterie de la perche de ravitaillement.

Compte tenu des dommages observés dans la soute à équipements et des résultats de l'expertise technique de la canalisation de la perche de ravitaillement, l'hypothèse d'un « liquide inflammable » présent dans la soute à équipements est rejetée.

2.1.2.2 Hypothèse n°2 : propagation par les gaines de câblage électrique

L'examen de la soute à équipements a montré que la zone de passage des câbles située à l'avant de la soute à équipements est intacte (aucun dommage sur les gaines de protection des câblages électriques).

En revanche, des câbles et des gaines de protection, situés vers le passage de câbles à l'arrière droit de la soute à équipements, ont été retrouvés endommagés par l'incendie.

L'incendie s'est propagé dans le logement de train avant par les protections de câblages. La présence de fluide hydraulique dans cette zone a alors fortement alimenté l'incendie.

2.1.3 Scénario de l'incendie

2.1.3.1 Analyse des courbes issues de l'enregistreur de vol et du témoignage du pilote

La figure suivante représente l'analyse des courbes issues de l'enregistreur de vol. Les phases de roulage, d'alignement puis de mise en puissance sur freins sont clairement identifiées.

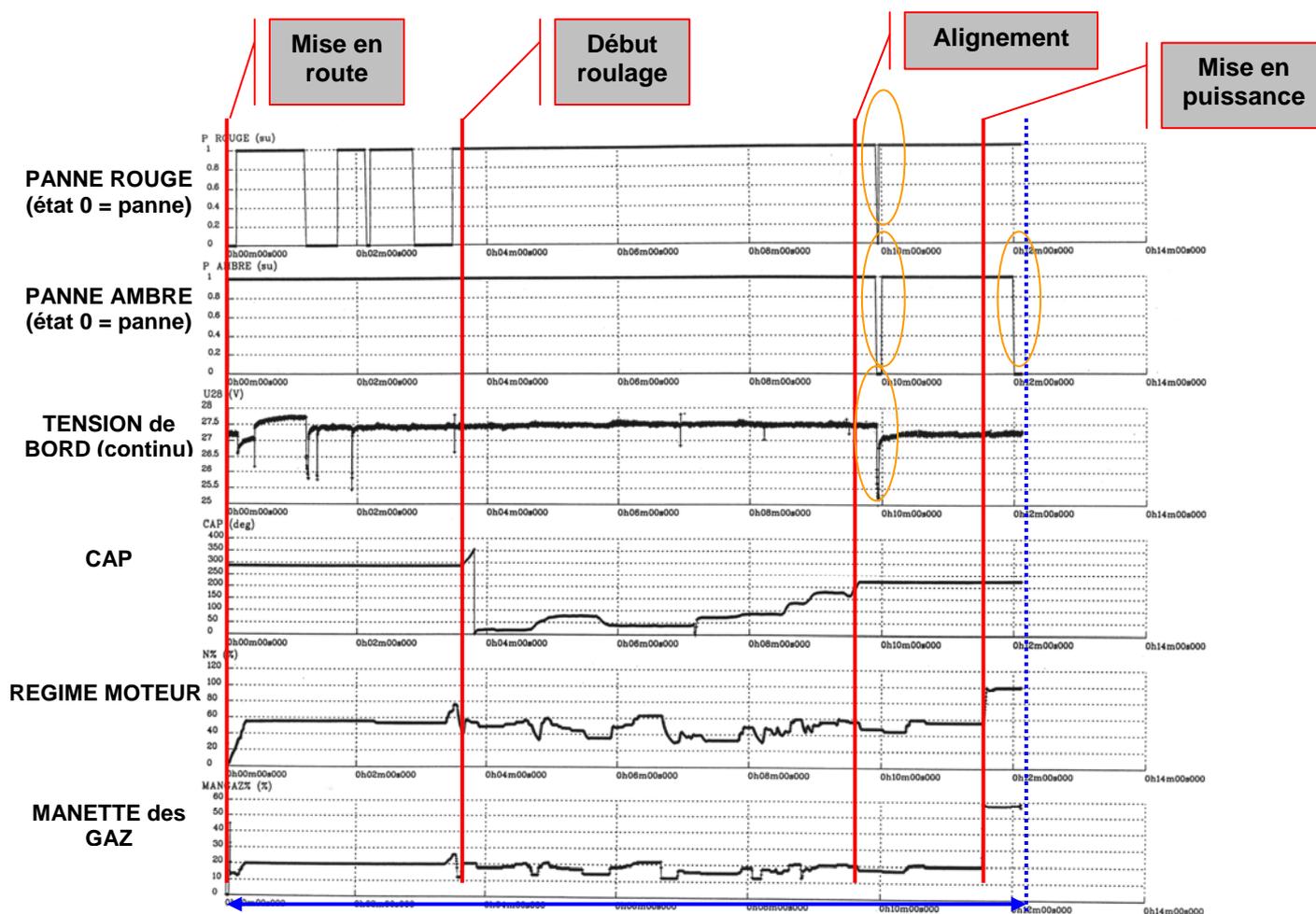


Figure 3 : courbes issues de l'enregistreur de vol

L'analyse de ces courbes nous indique que :

- Le répéteur de pannes ambres ne s'est allumé qu'à la minute 10 et la minute 12, alors que l'appareil est déjà aligné sur la piste ;
- Des pannes fugaces ambre et rouge sont simultanément activées avec une baisse de la tension de bord continue à l'alignement, avant la mise en puissance ;
- Quelques secondes après la mise en puissance, le répéteur de panne ambre s'allume et tous les paramètres provenant de la centrale d'acquisition sont brutalement perdus : l'incendie a endommagé les câbles en liaison avec la centrale d'acquisition. A ce moment précis, le pilote n'a pas encore réduit la puissance.

Selon le témoignage du pilote, les différentes pannes survenues pendant le roulage sont chronologiquement :

- Allumage ALT1 (ne mentionne pas voyant SEC) ;
- Perte CTH.

Lorsqu'il est aligné, le pilote observe également :

- 3 voyants du bas parmi ARTH, SERVO, EMP, DIR ;
- voyant LIM juste avant l'évacuation.

L'analyse des courbes issues de l'enregistreur de vol et le témoignage du pilote montrent que :

- ❖ **Dès la mise en route de l'avion, l'alternateur 1 ne s'enclenche pas (le voyant ALT1 est déjà allumé) ;**
- ❖ **le problème électrique est probablement survenu dès la mise sous tension de l'appareil :**
 - **l'allumage du voyant ALT1 est une conséquence de l'incendie,**
 - **l'extinction du CTH est également une conséquence de l'incendie.**

2.1.3.2 Séquence d'événements

A partir du témoignage du pilote, du dépouillement des courbes du FDR et des dommages sur l'avion, le scénario de l'incendie le plus probable est présenté ci-après :

- A. Le connecteur 98Δ est dégradé**
- B. Présence d'eau dans la soute à équipements**
- C. Le pilote met l'avion sous tension : un court-circuit se crée à l'intérieur de la prise 98Δ, dans la zone de la borne P alimentée en 28 V.**
- D. Le feu couve dans la soute à équipements avant, ce qui provoque un dégagement de chaleur avec une élévation de température. Les câbles s'endommagent, ce qui peut expliquer le non-enclenchement de l'alternateur au moment du démarrage.**
- E. Le pilote met en route le moteur, ce qui provoque une circulation d'air dans la soute à équipements. La température augmente et endommage les gaines de protections des câblages. Le voyant ALT1 reste allumé.**
- F. Début du roulage.**
- G. Le pilote tente de réarmer ALT1. Le réarmement a pu favoriser l'alimentation de l'incendie (câblages dégradés + présence d'eau).**
- H. Le feu endommage le BGS ou un câble : le pilote perd le CTH.**
- I. À l'alignement : l'incendie s'est déjà propagé dans la soute arrière (de la fumée blanche s'échappe par les ouïes d'aération).**
- J. Le pilote tente de réarmer ALT1 pour la 3ème fois lors d'une mise Plein Gaz Sec (PGS) et voit l'allumage de voyants EMP DIR ARTHUR. Le connecteur 98Δ est carbonisé (4 disjoncteurs déclenchés dans le cœur électrique).**
- K. Le feu, qui s'est propagé dans le logement de train avant, s'intensifie. Des gouttes incandescentes tombent de la trappe de train. Ces gouttes proviennent du capitonnage de protection de la baie de train.**
- L. La centrale d'acquisition des données de l'enregistreur de vol (ou câblages reliés) est endommagée avant que le pilote ne réduise les gaz.**
- M. Le pilote évacue d'urgence sur ordre de son équipier.**
- N. Extinction de l'incendie par les pompiers.**

2.2 Facteurs contributifs

L'incendie d'origine électrique résulte d'un court-circuit à l'intérieur du connecteur 98Δ. L'incendie s'est ensuite propagé par l'intermédiaire du câblage. Des facteurs ont contribué d'une part à l'origine de l'incendie et d'autre part à sa propagation.

2.2.1 État dégradé du connecteur 98Δ

Un état initial dégradé du connecteur diminue considérablement sa résistance d'isolement. Cette dégradation concerne en particulier l'élastomère constituant l'isolant de la prise. Deux types de dégradation sont alors possibles : la première est une fragilisation de l'élastomère suite à des manipulations brutales lors d'interventions sur la prise, la seconde est un vieillissement (ou usure dans le temps) de l'élastomère.

Le Mirage F1CR est équipé d'origine de connecteurs de type Souriau, dont les séries ont été fabriquées dans les années 1980⁹. Le connecteur 98Δ appartient à cette série et n'a jamais été changé au cours de la vie de l'appareil.

L'ensemble des connecteurs répond à la norme HE301B, qui garantit le connecteur étanche au ruissellement et ne spécifie aucune limitation de durée de vie.

Néanmoins, plusieurs court-circuits se sont déjà produits sur des prises similaires (sur Mirage F1CR, Mirage F1CT et SEM). De manière générale, les dégâts se sont limités à la carbonisation de l'isolant des prises et au déclenchement des circuits concernés, sans dommages supplémentaires.

Par ailleurs, le contrôle des connecteurs est peu fréquent (sauf en cas de panne électrique). Lors des visites périodiques, aucun connecteur ou câblage n'est contrôlé. Lors des GV, les prises sont uniquement inspectées visuellement (recherche de traces de corrosion ou d'usure), sans déconnexion.

Les Mirage F1CR ont subi deux chantiers de rénovation. Le premier concerne la réfection du câblage électrique de l'avion (réfection du câblage de type Kapton) et le second concerne une intégration de nouvelles fonctions de navigation (mise au standard F7). Lors de la réfection du câblage Kapton, qui a eu lieu en 1998 pour le Mirage F1CR 612, un test

⁹ Les Mirage F1CT sont également équipés d'origine de connecteurs de type Souriau dont les séries ont été fabriquées dans les années 1990 à 1992.

de continuité et d'isolement de toutes les prises et câblages a été réalisé. Lors de la mise au standard F7, qui a eu lieu en 2005 pour le Mirage F1CR 612, seuls les câblages modifiés ont été contrôlés (la prise 98Δ n'en fait pas partie).

De manière générale, l'atelier de maintenance NTI3 échange en moyenne 5 connecteurs lors des GV (suite à un inspection visuelle) et 6 connecteurs lors du chantier Kapton (suite au test d'isolement). Dans 80 % des cas, les défauts d'isolement constatés sont liés à des connecteurs défectueux.

Concernant le Mirage F1CR 612, le dernier contrôle visuel du connecteur 98Δ a eu lieu en 1999 et le dernier test d'isolement de la prise en 1998. Le vieillissement de l'élastomère constituant l'isolant de la prise apparaît probable.

Un état dégradé du connecteur 98Δ (pouvant résulter du vieillissement de l'isolant de la prise) a favorisé le court-circuit à l'intérieur du connecteur.

2.2.2 Présence d'eau dans la soute à équipements

Le 16 janvier 2007, les deux Mirage F1CR se rendent en Allemagne, sur la base aérienne de Schleswig-Jagel qui ne dispose pas de personnel qualifié pour effectuer les VJ sur Mirage F1. Une dérogation exceptionnelle a été accordée, permettant d'étendre la validité de la VJ de 24 heures à 72 heures. L'équipage part alors en mission sans soutien technique, en ayant reçu au préalable une instruction dont le programme est défini dans la note technique relative aux dérogations de visites journalières.

Au cours de cette instruction, le stationnement de l'avion n'est pas évoqué. L'équipage n'a pas été sensibilisé sur le campement ou la mise sous abri de l'appareil, en particulier lors d'intempéries.

Du 16 au 18 janvier 2007, jour de l'événement, les conditions météorologiques font état d'une température journalière moyenne de 5 °C, avec des précipitations quasi-continues. Durant ces trois jours, les deux avions ont été stationnés à l'extérieur, sans bâche de protection contre les intempéries.

La présence d'humidité importante en soute à équipements a été un facteur aggravant de l'incendie.

2.2.3 Particularités du câblage électrique Kapton

Le Kapton est un isolant résistant à la chaleur (jusqu'à 400°C environ). Lors d'un court-circuit, lorsque la différence de potentiel est supérieure à 100 volts, un phénomène « d'arc tracking » peut se produire sur tous les types d'isolant. Un danger particulier du Kapton concerne notamment la propagation des arcs électriques¹⁰.

La présence d'humidité peut activer le processus de propagation de l'arc électrique et provoquer un arc sans contact électrique direct. On parle alors de « cheminement d'arc humide ». Par ailleurs, le phénomène de cheminement d'arc sur un fil chargé en courant continu risque de propager l'arc le long du fil et d'étendre gravement les dégâts dans des zones très éloignées du court-circuit initial.

Enfin, la structure du Kapton le rend vulnérable à l'humidité qui, dans des cas extrêmes, engendre des craquelures et un délaminage possible lorsque la couche de finition est atteinte. Ainsi les fils cheminant dans des zones très exposées au vent et à l'humidité seront plus sensibles à cet effet d'hydrolyse.

Particulièrement sensible aux agressions extérieures, le risque de propagation de l'arc électrique est fortement accru, en particulier si le Kapton est détérioré par les intempéries ou pour une autre raison (manipulations, usure,...).

Les particularités du câblage Kapton et la présence d'humidité ont favorisé la propagation de l'arc électrique suite au court-circuit entretenu à l'intérieur du connecteur 98Δ.

¹⁰ La propagation de l'arc ne cesse que lorsque l'alimentation électrique du circuit concerné est coupée et peut reprendre dès que l'alimentation est rétablie.

2.3 Gestion de l'événement

2.3.1 Prévisibilité de l'événement : aucune alerte en cabine

L'incendie qui s'est déclaré à bord n'a pas été détecté par le leader, que ce soit par l'odeur, le bruit ou la fumée. Aucun système d'alarme incendie ou de température ne s'est déclenché.

À l'alignement, l'équipier a d'abord remarqué une légère fumée blanche, qu'il a assimilé à de la « vapeur d'eau », s'échappant des ouïes d'aération des soutes à équipements (phénomène habituellement constaté dans ces conditions météorologiques). La densité de fumée a augmenté lorsque le leader a affiché la puissance. L'équipier a ensuite aperçu des « gouttes solides incandescentes » tomber de la partie inférieure du fuselage.

Aucun signe précurseur n'a permis au pilote d'être alerté sur un court-circuit et/ou sur l'incendie dans la soute à équipements.

2.3.2 Gestion des pannes

Selon son témoignage, le pilote remarque le voyant ambre ALT1 allumé quelques minutes après la mise en route, lors du roulage. Cette panne est fréquente sur Mirage F1. Conformément à la check-list, il tente de réarmer deux fois, sans succès. Il décide alors de tenter un réarmement une 3^{ème} fois lors de la mise en puissance sur freins, à l'alignement. Cette dernière action, largement appliquée par l'ensemble des équipages, n'est pas connue par l'industriel. Il n'est pas prouvé que le réarmement de l'alternateur avec un régime moteur plus élevé soit plus efficace.

Après le deuxième réarmement, le pilote perd les informations du CTH. A cet instant, il n'analyse pas cette panne comme une panne supplémentaire mais il estime que l'extinction du CTH est une conséquence de la panne de l'alternateur. Il continue le roulage, pour s'aligner, afin de traiter la panne ALT1 uniquement.

Or, en fonctionnement normal, le CTH est alimenté par le réseau 2 continu, lui-même alimenté par le réseau 1 alternatif. En cas de panne de l'alternateur 1, le réseau 2 continu est alimenté par l'alternateur 2 après délestage. Le CTH conserve donc une alimentation.

Par conséquent, la seule panne de l'alternateur 1 ne peut pas provoquer l'extinction du CTH.

Le pilote peu expérimenté sur cet appareil associe, de manière erronée, la perte du CTH avec la panne de l'alternateur 1.

2.3.3 Communication entre le leader et son équipier

Pendant la phase de roulage, le pilote leader n'annonce ni la panne de l'alternateur 1 ni la perte du CTH. La panne ALT1 est une panne récurrente sur Mirage F1. Ainsi, au fil du temps, cette panne est banalisée par l'ensemble des équipages, voire considérée comme « mineure »¹¹. Le pilote tente alors de traiter la panne à son niveau et ne l'annonce pas immédiatement à son équipier. Par ailleurs, pressé pour décoller le plus rapidement (cause météo sur Reims et dérogation de visite journalière expirant), le pilote, peu expérimenté sur cet appareil, est accaparé par le traitement de la panne ALT1.

Par effet de panne connue et récurrente, le pilote tente de traiter seul la panne ALT1 avant de l'annoncer à son équipier.

Quelques secondes avant l'alignement, après deux tentatives de réarmement de l'alternateur, le pilote leader annonce uniquement la panne ALT1 à son équipier, en omettant la perte du CTH. Il annoncera également à la tour qu'il a un problème technique.

Son équipier, expérimenté sur Mirage F1, lui dit de réarmer ALT1 conformément à la check-list. Il n'avait alors aucune information sur d'autres pannes. A cet instant, le pilote informe la tour qu'il a un problème technique et demande le retour parking. Au même moment, son équipier voit de la fumée s'échapper des ouïes d'aération de la soute à équipements. De manière claire, il ordonne au leader d'évacuer d'urgence son appareil. Sur un ton serein, il réitère au leader l'ordre de couper le moteur, de prendre son temps et d'évacuer l'avion, sans l'informer de l'incendie au niveau de la soute à équipements.

¹¹ La plupart du temps, les pilotes, réussissant à réarmer l'alternateur, estiment que l'allumage du voyant ALT1 n'est pas une panne mais un dysfonctionnement temporaire.

Le leader n'a pas annoncé toutes ses pannes à son équipier, qui, expérimenté sur l'appareil, aurait pu l'aider à analyser la situation.

La réaction sereine de l'équipier a permis au pilote leader d'évacuer l'avion rapidement, en toute sécurité et sans stress.

3 CONCLUSION

3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement

- Le 18 janvier 2007, un incendie électrique se déclare dans la soute avant à équipements du Mirage F1CR n°612.
- L'incendie a pour origine un court-circuit sur le connecteur 98Δ. Un arc électrique s'est produit dès la mise sous tension de l'avion.
- Un état initial dégradé du connecteur et une humidité importante dans les soutes à équipements ont favorisé le court-circuit.
- Les disjoncteurs concernés ne se sont pas déclenchés. Le court-circuit a été entrepris et l'incendie s'est propagé par le câblage vers le logement de train, où le fluide hydraulique a alors alimenté l'incendie.
- L'appareil est entretenu conformément au plan de maintenance en vigueur. Le dernier test d'isolement de la prise a été effectué en 1998, lors d'un chantier de rénovation du câblage Kapton.
- Aucune alerte (alarme de pannes ou odeur) en cabine n'a permis au pilote de détecter un incendie dans la soute à équipements. A l'alignement, le pilote évacue d'urgence au sol sur ordre de son équipier.
- L'avion a stationné deux jours à l'extérieur sous la pluie.
- Le pilote leader, peu expérimenté sur l'appareil, n'a pas annoncé toutes les pannes survenues pendant le roulage à son équipier.

3.2 Causes de l'événement

Le 18 janvier 2007, un feu électrique se déclare dans la soute avant à équipements du mirage F1CR 612, dès la mise sous tension de l'avion. L'incendie s'est ensuite propagé dans le logement de train. A l'alignement sur la piste, le pilote évacue d'urgence sur ordre de son équipier. L'analyse a montré que seules des causes liées au domaine technique étaient à l'origine de l'événement.

L'incendie a pour origine un court-circuit (sous la forme d'un arc électrique) à l'intérieur du connecteur 98Δ de fabrication Souriau.

Plusieurs facteurs ont contribué à l'établissement du court-circuit :

- Un état initial dégradé de l'isolant de la prise (probable vieillissement du matériau élastomère constituant l'isolant) ;
- La présence d'humidité dans la soute à équipements ;

Plusieurs facteurs ont favorisé la propagation de l'incendie :

- Les disjoncteurs concernés ne se sont pas déclenchés et la surintensité a été prolongée dans le temps ;
- Le câblage Kapton a la particularité de propager les arcs électriques ;
- La présence d'humidité active le processus de propagation d'arc électrique.

4 RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement

4.1.1 Hypothèse liée à l'état dégradé du connecteur

Le BEAD-air appuie les actions mises en place par la DGA concernant les études de vieillissement sous ambiance humide des connecteurs de type Souriau.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à la DGA d'informer les organismes utilisateurs de connecteurs de type Souriau sur les résultats obtenus concernant les études de vieillissement des connecteurs.

Et parallèlement, le bureau enquête accidents défense air recommande :

aux organismes utilisateurs de connecteurs de type Souriau et aux ateliers de maintenance NTI3 de faire remonter tout événement relatif à des courts-circuits sur connecteurs ou des pannes électriques, en particulier lorsque le câblage Kapton est endommagé.

4.1.2 Présence d'humidité en soute à équipements

Le BEAD-air rappelle que la logistique doit être adaptée à la mission et aux contraintes environnementales. En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air de favoriser l'emport et l'utilisation des lots de campements afin de préserver l'aéronef des intempéries ou, le cas échéant, de s'assurer du stationnement sous abri de l'appareil, lors des missions sur des bases extérieures.

Conformément à la note technique liée à la dérogation exceptionnelle à la validité des visites journalières, l'équipage des deux Mirage F1 se rend en mission sans soutien technique. Au cours de leur instruction, les pilotes n'ont pas été sensibilisés sur les précautions à prendre en cas d'intempéries.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air d'inclure un paragraphe supplémentaire portant sur le stationnement des appareils¹², dans la note technique relative à la dérogation exceptionnelle à la validité des visites journalières des aéronefs.

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

4.2.1 Annonce des pannes

Le pilote leader, qui est peu expérimenté sur cet appareil, se focalise uniquement sur la panne ALT1. Il n'annonce pas à son équipier, qui est expérimenté sur l'appareil, toutes les pannes successives.

L'enquête a révélé que le pilote leader (officier étranger affecté dans l'escadron dans le cadre d'un échange) n'avait pas suivi de formation PRM. Cette formation n'est pas obligatoire dans le cursus de qualification CP pour les officiers pilotes en échange alors qu'elle l'est pour tous les pilotes de l'armée de l'air.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

A l'armée de l'air que les pilotes étrangers affectés dans les escadrons dans le cadre d'un échange suivent le même cursus de formation CRM et PRM que les pilotes français.

Par ailleurs, le bureau enquête accidents défense air rappelle :

Aux équipages qu'il est impératif d'annoncer à leurs équipiers toutes les pannes qui surviennent dès la mise en route de l'aéronef.

4.2.2 Évacuation d'urgence au sol

Lors de l'évacuation d'urgence au sol, le pilote du Mirage F1CR a constaté des différences¹³ entre l'évacuation réelle et celle pratiquée lors des simulations. En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air d'étudier la possibilité d'améliorer le moyen ou la procédure de simulation d'évacuation au sol du Mirage F1 afin de le rendre plus réaliste.

¹² Ce paragraphe pourrait décrire notamment les précautions à prendre lors d'intempéries et pourrait inclure la carte de travail 02-1-101 relative au campement de l'avion dans le programme d'instruction du Mirage F1.

¹³ Par exemple, la cabine utilisée pour les simulations est posée sur le sol et ne comporte pas d'arceau de verrière.

ANNEXES

Annexe 1 : check-list panne ALT1 _____ page 44

1 CHECK-LIST PANNE ALT1

ALT1

allumé

SEC

allumé

ou

ALT2

- **L 'avion reste opérationnel**
- **Vérifier l 'interrupteur**
- **Réarmer 3 fois espaces de 5 à 10 secondes**
- **En cas d 'insuccès :**
- **Interrupteur sur arrêt**
- **Réarmer le convertisseur **SEC** doit s'éteindre**
- **Rentrer au terrain**
- **Voir limitation ventilation alternateurs(pageN34) et attention au risque de destruction des AD 550**