



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT

D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-A-2014-011-A

Date de l'événement	9 juin 2014
Lieu	Sahel
Type d'appareil	Mirage 2000 D
Immatriculation	n°665 F-UGAE
Organisme	Armée de l'air
Unité	Détachement chasse de Niamey

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

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

UTILISATION DU RAPPORT

L'unique objectif de l'enquête de sécurité est la prévention des accidents et incidents sans détermination des fautes ou des responsabilités. L'établissement des causes n'implique pas la détermination d'une responsabilité administrative civile ou pénale. Dès lors toute utilisation totale ou partielle du présent rapport à d'autres fins que son but de sécurité est contraire à l'esprit des règlements et relève de la responsabilité de son utilisateur.

CRÉDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : commandement des forces aériennes (CFA)

Photos et illustrations

- pages 14, 15, 29 : BEAD-air
- page 18 : documentation avion
- pages 21 à 23 : Société Snecma
- pages 24 à 27 : AIA de Bordeaux

TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT	2
CRÉDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIÈRES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. Renseignements de base	7
1.1. Déroulement du vol	7
1.2. Tués et blessés	9
1.3. Dommages à l'aéronef	9
1.4. Autres dommages	9
1.5. Renseignements sur le personnel	10
1.6. Renseignements sur l'aéronef	11
1.7. Conditions météorologiques	12
1.8. Aides à la navigation	13
1.9. Télécommunications	13
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	13
1.11. Enregistreurs de bord	13
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	13
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	16
1.14. Incendie	16
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	16
1.16. Essais et recherches	17
1.17. Renseignements sur les organismes	17
1.18. Renseignements supplémentaires	17
2. Analyse	21
2.1. Expertises	21
2.2. Gestion de la panne d'huile	28
2.3. Éjection et récupération	32
3. Conclusion	35
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	35
3.2. Causes de l'événement	35
4. Recommandations de sécurité	37
ANNEXES	39
ANNEXE 1 MCB 110-02 / PROCEDURE D'URGENCE (PANNE D'HUILE)	40
ANNEXE 2 MISSION SIMULATEUR SPAN 2 CONSACREE A LA PANNE D'HUILE	41

GLOSSAIRE

AIA	atelier industriel de l'aéronautique
BA	base aérienne
DGA	délégation générale de l'armement
EC	escadron de chasse
ESTA	escadron de soutien technique aéronautique
Nm	<i>nautical mile</i> – mille nautique (1 Nm=1 852m)
SPINS	<i>special instructions</i> - instructions particulières
25 ^{ème} RGA	25 ^{ème} régiment du génie de l'air

SYNOPSIS

Date de l'événement : 9 juin 2014 à 17h58
 Lieu de l'événement : Sahel
 Organisme : armée de l'air
 Commandement organique : commandement des forces aériennes (CFA)
 Unité : détachement chasse de Niamey
 Aéronef : Mirage 2000 D n°665
 Nature du vol : mission opérationnelle
 Nombre de personnes à bord : 2

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Une patrouille de deux Mirage 2000 D effectue une mission dans le cadre de l'opération SERVAL. Après trente minutes de vol, le voyant « HUILE » du tableau d'alarme de l'avion du leader s'allume. La patrouille annule sa mission et se déroute vers Niamey. Le moteur s'arrête vingt-cinq minutes après l'apparition de la panne. Après avoir largué ses charges vers 10 000 ft, l'équipage de l'avion leader s'éjecte vers 3 000 ft. Le pilote et le navigateur sont récupérés deux heures après l'éjection. Les deux membres d'équipage sont blessés, l'avion est détruit.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un enquêteur adjoint du BEAD-air.
- Un expert technique du BEAD-air.
- Un officier pilote ayant une expertise sur Mirage 2000 D.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur Mirage 2000 D.
- Un médecin du personnel navigant.
- Un officier parachutiste d'essai.

Autres experts consultés

- Safran / Snecma (motoriste).
- DGA Essais propulseurs / département analyse et investigations / RESEDA.
- AIA Bordeaux.
- Dassault Aviation (constructeur).

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air est prévenu le lundi 9 juin 2014. Le directeur d'enquête, l'expert mécanicien, l'expert médecin, l'expert parachutiste et l'expert technique du BEAD-air ont rejoint Niamey le mercredi 11 juin.

L'expert pilote a rejoint le théâtre d'opération le 22 juin.

PAS DE TEXTE

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Type de vol : opérationnel

Point de départ : Niamey (indicatif OACI : DRRN)

Heure de départ : 16h57

Point d'atterrissage prévu : Niamey (indicatif OACI : DRRN)

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Mise en place du détachement

Le 5 juin 2014, les équipages de l'EC 1/3 « Navarre » rejoignent Niamey pour une période de deux mois. Ils y retrouvent une équipe de mécaniciens qui est à mi-mandat d'un détachement de quatre mois.

A l'arrivée sur le théâtre d'opérations, les équipages du détachement précédent leur ont présenté les particularités des missions et les spécificités de l'aéroport de stationnement.

L'impossibilité d'atterrir avec un Mirage 2000 sur la piste de Gao (Mali) est abordée durant cette période de relève.

Un premier vol sur le théâtre est réalisé deux jours avant l'accident.

1.1.2.2. Préparation du vol

Programmée la veille, la mission est le premier vol en opération du n°2 de la patrouille. Le décollage est prévu vers 17h00 (de jour) et la patrouille doit se poser quatre heures plus tard (de nuit) après un ravitaillement en vol sur un KC135.

Lors de la préparation du vol, le rappel des procédures de départ et des particularités liées à la configuration avion sur le théâtre est effectué.

Après le déjeuner et une période de repos, le matériel de survie et les balises de détresse sont préparés. Le briefing complet de la mission est effectué à 15h00. Il comprend la partie tactique de la mission ainsi que la partie survie.

La conduite à tenir en cas d'éjection y est également abordée.

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

Lors de l'inspection de l'avion effectuée par le pilote et le mécanicien, aucune anomalie n'est relevée.

Le décollage est effectué en piste 27¹ à 16h58. Lors de la course d'accélération au sol, le Jx^2 lu est de 0,39 g pour un Jx calculé de 0,40³ g.

La montée est effectuée sur une pente de 20 % à la vitesse de 500 kt jusqu'à l'altitude de 5 000 ft. La postcombustion est alors coupée et la montée poursuivie à la vitesse de 400 kt jusqu'à la distance de 12 Nm du terrain de départ, puis à la vitesse de 360 kt jusqu'au niveau de vol 225. La croisière est effectuée « plein-gaz sec » à Mach 0.92 (avec un attendu du pilote de 0.94).

Le vol se déroule dans de bonnes conditions météorologiques.

La check-list « entrée en zone de menace » est effectuée avant le passage de la frontière.

Le pilote perçoit un bruit sourd continu en cabine et en fait part à son navigateur. L'altitude cabine est cohérente avec le niveau de vol. Ne relevant aucune anomalie sur le moteur, l'équipage en déduit qu'un problème de climatisation pourrait survenir durant le vol.

A 17h31, le répéteur de panne rouge sonne et l'alarme « HUILE » apparaît.

La mission est annulée et un déroutement est entrepris vers NIAMEY. A la réduction du régime moteur, l'alarme s'éteint. Elle se rallume lorsque la puissance moteur est rétablie à 88-90 %. La procédure « allumage voyant huile » est appliquée. Les paramètres relevés par l'équipage sont les suivants : débit carburant 40 kg/min, Mach 0.67.

Lors du trajet retour vers Niamey, un contrôleur de défense aérienne déployé sur GAO propose un déroutement sur son terrain. Conformément aux SPINS, l'équipage décide de poursuivre vers Niamey.

La fonction « secours huile »⁴ est actionnée, dès le début de la panne, par le basculement de l'interrupteur vers l'avant. Le voyant d'alarme « HUILE » s'allume et s'éteint avec intermittence pour rester finalement allumé. L'équipier depuis sa position ne voit pas de fumée derrière l'appareil de son leader. Les paramètres moteurs comparés par les deux équipages sont identiques.

L'équipage prépare son arrivée sur Niamey et sa cabine en cas d'éjection. La procédure piste 27 est choisie pour éviter une éventuelle éjection au-dessus de la ville.

À 17h56, le moteur présente successivement une chute de poussée (sans action manette), un fonctionnement normal d'environ dix secondes puis s'arrête.

¹ Le terrain de Niamey possède 1 piste en bitume (3 000 m) et 1 piste en latérite (1 620 m) toutes deux orientées (09/27). La piste 09 est orientée au cap magnétique 089°, la 27 au cap magnétique 269°.

² Le Jx est la mesure d'accélération horizontale. Cette mesure est une fraction de g qui est une unité d'accélération correspondant approximativement à l'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre. Utilisée en aéronautique, sa valeur conventionnelle, définie par la troisième conférence générale des poids et mesures de 1901, est de 9,80665 m.s⁻². Cette valeur est établie à l'altitude 0, sur un ellipsoïde idéal approchant la surface terrestre, pour une latitude de 45°.

³ Pour ce décollage, le minimum admissible était de 0,36 g.

⁴ Dans l'hypothèse d'une fausse détection, le secours panne d'huile se « superpose » à une lubrification « normale », avec le générateur d'aérosol « rempli » en permanence.

L'équipage largue ses charges et tente un rallumage. Lors de cette tentative, les 13% moteur ne sont pas atteints. L'équipage diagnostique un « serrage » moteur.

L'équipage vire pour s'éloigner du fleuve. La plupart des voyants du tableau d'alarme sont allumées, en particulier le voyant « ELECTROPOMPE ». La vitesse est alors d'environ 250 kt et la hauteur d'environ 3 000 ft.

L'avion est dirigé vers une zone désertique. A 17h58, l'équipage s'éjecte.

1.1.3. Localisation

- Lieu : Nord du Niger
- Moment : jour

1.2. Tués et blessés

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

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
		X		

1.4. Autres dommages

Aucun dommage sur la zone de crash.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1. Pilote commandant de bord

- Age : 30 ans
- Unité d'affectation : EC 1/3 « Navarre »
 - fonction dans l'unité : commandant d'escadrille
- Formation :
 - qualification : chef de patrouille
 - école de spécialisation : école de l'aviation de chasse, escadron de transformation opérationnelle
 - année d'arrivée à l'escadron : 2009
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont M2000	sur tout type	dont M2000	sur tout type	dont M2000
Total (h)	1 293	922	57	57	8	8

- Date du dernier vol comme pilote :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 7 juin 2014
 - de nuit : 15 mai 2014
- Carte de circulation aérienne :
 - type : ILS⁵ n° 338/R/EC1/3 norme verte
 - date d'expiration : 27 juillet 2014

1.5.1.2. Navigateur

- Age : 28 ans
- Unité d'affectation : EC 1/3 « Navarre »
- Formation :
 - qualification : chef navigateur
 - école de spécialisation : école de l'aviation de chasse
 - année d'arrivée en escadron : 2009
- Heures de vol comme navigateur :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tout type	dont M2000	sur tout type	dont M2000	sur tout type	dont M2000
Total (h)	1 268	1 040	88	88	8	8

⁵ ILS : *instrument landing system* – système d'atterrissage aux instruments.

- Date du dernier vol comme navigateur :
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 7 juin 2014
 - de nuit : 22 mai 2014

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de l'air
- Commandement organique d'appartenance : CFA
- Base aérienne de stationnement : BA 133
- Unité d'affectation : ESTA 2E.003 « Malzéville »
- Unité de déploiement : détachement chasse de Niamey
- Type d'aéronef : Mirage 2000 D
 - configuration : deux réservoirs pendulaires largables de 2 000 litres chacun
- caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	Mirage 2000 D	665	2 932h50	VG ⁶ (le 24/02/14): 132h31	V10 ⁷ (le15/06/13): 194h10
Moteur	M53 P2	60313	3 663h07	VN ⁸ : 130h38	

Le moteur a bénéficié de la modification 508-2 du groupe de lubrification (réduction du *bypass* entre crépines et carter) lors de la dernière VN (130h38 avant l'accident).

Il a été modifié 502-2 (suppression de la soupape anti-colmatage) en juin 2007 à 1 660h45 d'utilisation.

Aucune anomalie n'a été relevée au niveau des performances et des vibrations lors du dernier essai au banc réalisé le 3 décembre 2013 (à 3 532h15 d'utilisation).

1.6.1. Maintenance

La maintenance de l'avion est effectuée selon le plan d'entretien certifié indice C (validé par acte technique de la DGA, il est sous la responsabilité du service de la gestion du maintien de navigabilité (RGMN⁹) M2000 de la SIMMAD¹⁰).

Le moteur est entretenu en suivant le recueil des recommandations édité par la société Snecma (édition de mai 2011 validée par acte technique).

⁶VG : visite de graissage

⁷V10 : visite d'entretien

⁸VN : visite normale

⁹RGMN : responsable de la gestion du maintien de navigabilité

¹⁰SIMMAD : structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels aéronautiques du ministère de la défense

Suivi périodique de l'huile moteur :

Le dernier prélèvement d'huile moteur a été effectué par le détachement chasse de Niamey, le 26 mai 2014 à 3 637 heures de fonctionnement.

L'ASH¹¹ effectuée sur ce prélèvement par l'ESTA 2E.003 n'a révélé aucune anomalie.

Le jour de l'accident, le moteur avait effectué environ vingt-cinq heures de vol depuis cette analyse (pour une limite prévue à cinquante heures).

Le moteur 60313 étant modifié 500-2, la vérification des détecteurs magnétiques 1 à 5 a été effectuée toutes les dix heures de fonctionnement du moteur. Aucune anomalie n'a été décelée.

L'exploitation du livret moteur met en évidence une consommation d'huile **variant entre 0,41 et 0,67 L/H. Ces valeurs sont dans les normes** puisque comprises entre 0,28 L/H (consommation au ralenti) et 1,0 L/H (consommation au plein gaz).

Sur le théâtre d'opérations, afin d'être en mesure de réaliser systématiquement de longs vols, le circuit d'huile est totalement rempli après chaque vol. Au cours des deux semaines précédant l'événement, l'huile fournie au détachement étant toujours de type et de marque identique, aucun rinçage du circuit d'huile n'a été nécessaire.

1.6.2. Performances

L'exploitation de l'outil ASUR¹² montre qu'au départ du vol, le moteur 60313 avait un potentiel restant de 154h02.

1.6.3. Masse et centrage

La masse et le centrage sont dans les normes prescrites par le manuel d'emploi.

1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : F-34
- Masse de carburant au décollage : 6 t
- Masse de carburant restant au moment de l'événement : 3,9 t

1.6.5. Autres fluides

Sans objet.

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions

Les prévisions sur la zone comprise entre Niamey et Gao indiquent un vent de secteur ouest (8 à 12 kt au sol) et une visibilité supérieure à 10 km. Des orages sporadiques peuvent réduire la visibilité vers 6 km et augmenter sensiblement la force du vent (20 à 30 kt au sol).

¹¹ ASH : analyse spectrométrique des huiles

¹² Logiciel dédié au suivi des moteurs M53

1.7.2. Observations

A 16h00 le jour du vol, les observations de Niamey sont les suivantes :

- vent du 210° pour 11 kt ;
- visibilité de sept kilomètres ;
- QNH de 1 007 hPa et aucun phénomène significatif prévu.

1.8. Aides à la navigation

Sans objet.

1.9. Télécommunications

Le plan de communication est conforme aux SPINS.

1.10. Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11. Enregistreurs de bord

L'enregistreur de paramètres de l'aéronef de type ESPAR¹³ a été retrouvé. Partiellement détruit, une restitution des données a cependant pu être réalisée.

Aucun des médias autre que l'enregistreur de vol n'est exploitable.

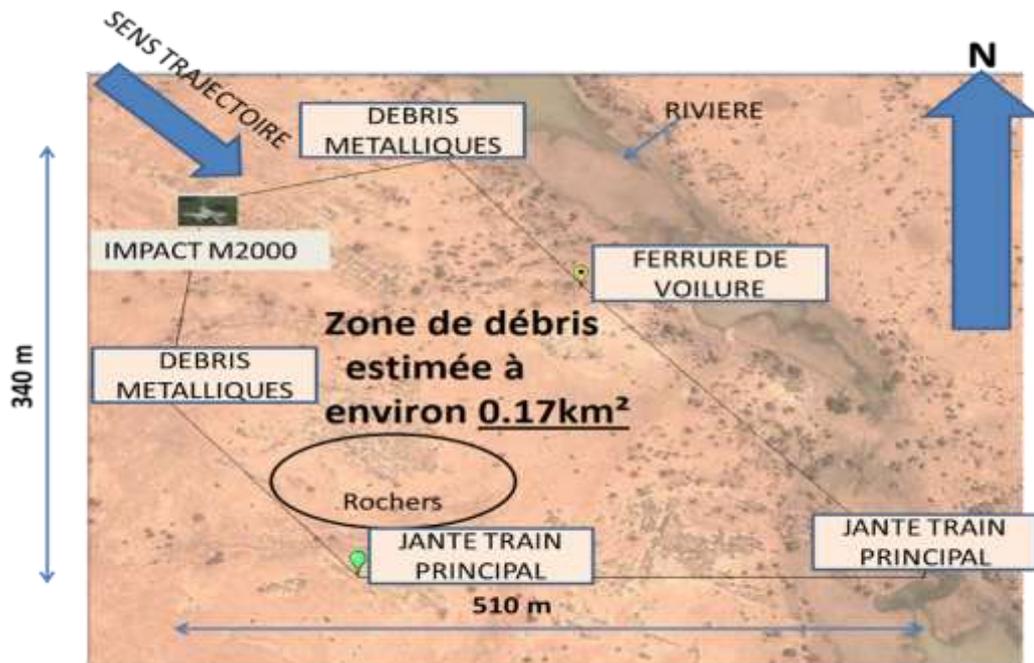
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1. Examen de la zone de l'épave

L'épave se situe au Niger, près des frontières avec le Mali (10 km) et le Burkina Faso (30 km).

La zone des débris s'étend sur environ 510 m de long et 340 m de large.

¹³ ESPAR : enregistreur statique de paramètres



Zone de débris

La zone de crash est une zone désertique composée essentiellement de sable et de cailloux. De nombreux rochers (1 m à 1.50 m de hauteur) sont présents dans le sud-ouest de la zone.



Lieu d'impact de l'avion

1.12.2. Examen de l'épave

Au-delà du point d'impact principal, on trouve la majeure partie des pièces appartenant au circuit carburant (régulateur, pompes...) et au circuit d'huile, ainsi que l'ESPAR et quelques éléments divers (prise de mouvement avion, relais accessoires, vario alternateurs...). Ces éléments sont très dispersés et seule la perche de ravitaillement est retrouvée quasiment intacte.

Le turboréacteur a été projeté dans l'axe de la trajectoire de l'avion et a effectué plusieurs rebonds dont on retrouve les traces au sol. Il est retrouvé brisé en plusieurs parties.



Pièces de moteur et étage compresseur (module 1)



Voilures

Les ailes sont proches du point d'impact. Les parties les plus lourdes sont les plus éloignées.

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1. Membres d'équipage de conduite

1.13.1.1. Pilote commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : visite systématique en unité (référence : CEMPN du 22 octobre 2013)
 - résultat : apte
 - validité : 12 mois
- Examens biologiques : négatifs
- Blessures : graves

1.13.1.2. Navigateur

- Dernier examen médical :
 - type : visite systématique en unité (référence : CEMPN du 14 novembre 2013)
 - résultat : apte
 - validité : 12 mois
- Examens biologiques : négatifs
- Blessures : graves

1.14. Incendie

Sans objet.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1. Abandon de bord

- Éjection / évacuation en vol :
 - type de siège éjectable : MK10Q
- Éléments au moment de l'éjection : l'avion est en piqué et ne répond plus aux commandes
- Altitude : 4 000 ft
 - vitesse : 250 kt
- Le masque du pilote est descendu et s'est rabattu au niveau de ses lèvres. Ce mouvement est à l'origine de « dermabrasions » mineures de la face.

1.15.2. Examen des sièges

Les deux sièges sont retrouvés à environ 500 m du lieu du crash de l'aéronef et sont séparés d'environ cinquante mètres.

- Siège avant :

L'ensemble des cartouches pyrotechniques a fonctionné. Les systèmes de séquençage du siège semblent avoir fonctionné normalement.

Le boîtier de tête du siège n'est pas retrouvé. La poignée d'éjection n'est pas retrouvée.

– Siège arrière :

L'ensemble des cartouches pyrotechniques a brûlé. Les systèmes de séquençement du siège semblent avoir fonctionné normalement.

Une grosse dissymétrie entre les sangles de rappel de jambe est constatée (environ 60 cm). La sangle gauche semble ne pas avoir été rétractée lors de la montée du siège. Son fusible de fixation est rompu normalement et la sangle ne porte aucune trace particulière. Les sangles de rappel de jambe sont neuves et ont été montées sur le siège au cours de la visite périodique des deux ans en octobre 2013.

La poignée d'éjection n'est pas retrouvée.

1.15.3. Organisation des secours

L'équipage a été secouru par un dispositif comprenant deux hélicoptères de type PUMA. Le premier médicalisé avec à son bord un docteur breveté de médecine aéronautique et un infirmier. Le deuxième transportant une équipe de commandos.

Les deux membres d'équipage ont été évacués par la suite vers l'hôpital de Bamako.

1.16. Essais et recherches

Sans objet.

1.17. Renseignements sur les organismes

Afin de s'assurer de la conformité des pistes utilisées sur le théâtre d'opération, l'opération Serval utilise les compétences du 25^{ème} RGA.

Le 25^{ème} RGA est un régiment de l'armée de terre, de l'arme du génie, employé par l'armée de l'air. Le régiment est basé à Istres sur la base aérienne 125, avec des compagnies à Mont de Marsan et à Orange.

Le génie de l'air a pour mission le rétablissement d'une plate-forme aéronautique après son bombardement. Cela englobe la réparation, mais aussi au préalable l'enlèvement et la neutralisation de toutes les bombes et autres sous-munitions non explosées.

Ce régiment est inséré à tous les niveaux de l'opération.

1.18. Renseignements supplémentaires

1.18.1. Circuit d'huile moteur

Le système se décompose en trois circuits principaux : lubrification en circuit fermé, lubrification à huile perdue et secours panne d'huile.

Le circuit d'huile comprend notamment :

- un réservoir d'huile d'une capacité de 12 l
- un groupe de lubrification avec :
 - la pompe d'alimentation
 - les quatre pompes de récupération
 - les filtres
- l'échangeur huile/carburant

Venant du réservoir, l'huile, aspirée par la pompe d'alimentation, passe dans le groupe de lubrification, puis est dirigée à travers un filtre vers les paliers 1 et 2, le trio conique, la prise de mouvement avion et le support des équipements réacteur. L'huile ensuite collectée par les quatre pompes de récupération est refoulée vers le réservoir à travers l'échangeur de température huile/carburant.

Le distributeur d'huile fournit un débit d'huile compris entre 0,28 et 0,52 l/h sur le palier 3.

En fonctionnement normal, cette huile non récupérée est évacuée dans le canal post combustion.

Un voyant « HUILE » signale une baisse éventuelle de la pression d'huile.

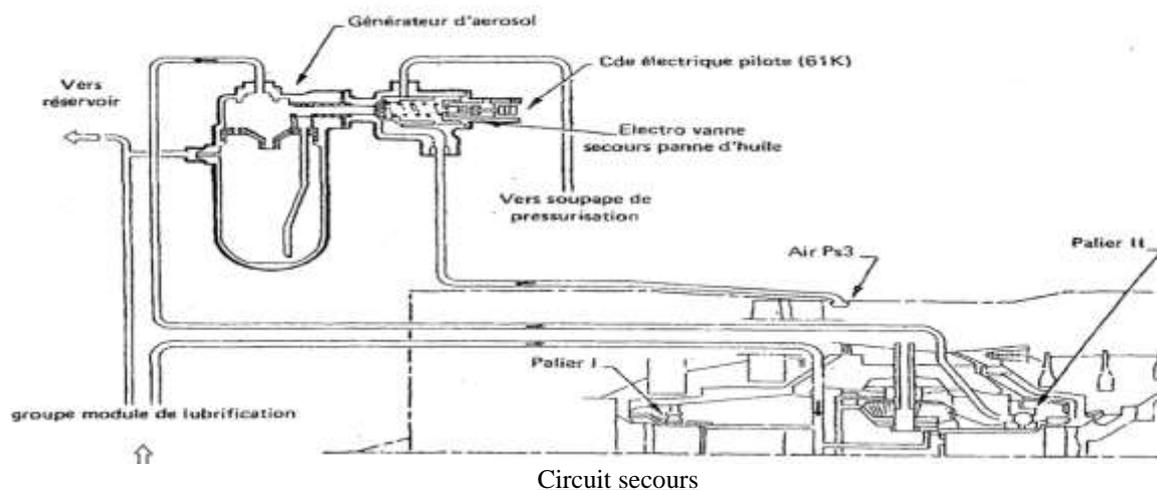
1.18.2. Circuit secours panne d'huile

En cas de défaillance du circuit normal de lubrification, un dispositif de graissage de secours (indépendant du circuit normal) par générateur d'aérosol est commandé par le pilote.

Il permet d'assurer une lubrification satisfaisante du palier 2 (palier de butée), pendant environ 20 minutes, à condition de rejoindre le domaine de croisière au régime optimum.

Ce dispositif se compose essentiellement :

- d'une capacité contenant environ 1 litre d'huile ;
- d'une électrovanne secours panne d'huile ;
- d'un gicleur assurant le renouvellement de l'huile dans le réservoir (en fonctionnement normal).



Lors des essais du M53 (1974 sur M53-5), des essais partiels de roulements, des essais moteur complet au banc moteur et en vol, en mode secours d'huile ont été réalisés.

Ces essais ont démontré que le système de secours d'huile avait l'autonomie requise par les spécifications techniques, de vingt minutes. Les expertises des matériels ont démontré qu'à l'issue d'un fonctionnement en secours d'huile pendant vingt minutes, tous les roulements de palier étaient dans un état satisfaisant.

Lors du développement du M53 P2 (en 1984), des essais similaires ont été réalisés. C'est à cette période qu'a été mise au point la modification 382-2 dans l'objectif d'améliorer le fonctionnement du mode secours d'huile. Toute la flotte M53-P2 de l'armée de l'air a bénéficié de cette modification.

1.18.3. Pannes antérieures

Depuis la mise en service du M53, 81 cas de panne d'huile ont été recensés (dont 49 en France).

Trois grandes familles de pannes ont été identifiées :

1/ Le voyant « HUILE » reste allumé au sol, en fin de démarrage, moteur au ralenti : 0 cas en France pour 2 cas à l'export.

2/ Le voyant « HUILE » s'allume ou clignote en vol : 39 cas en France sur un total toutes flottes de 66 cas. (Nota : durée entre 2 et 10 secondes ou 1 à 3 flashes dans le vol, quatre cas de retour en secours panne d'huile répertoriés).

3/ Le voyant « HUILE » s'allume avec perte du signal de régime, retour au terrain en secours panne d'huile : 3 cas en France sur un total de 6 cas toutes flottes.

Le serrage du moteur (significatif d'une panne d'huile réelle) après fonctionnement du circuit secours pendant un temps supérieur à 20 minutes, n'a jamais été rencontrés auparavant.

1.18. Techniques spécifiques d'enquête

Sans objet.

PAS DE TEXTE

2. ANALYSE

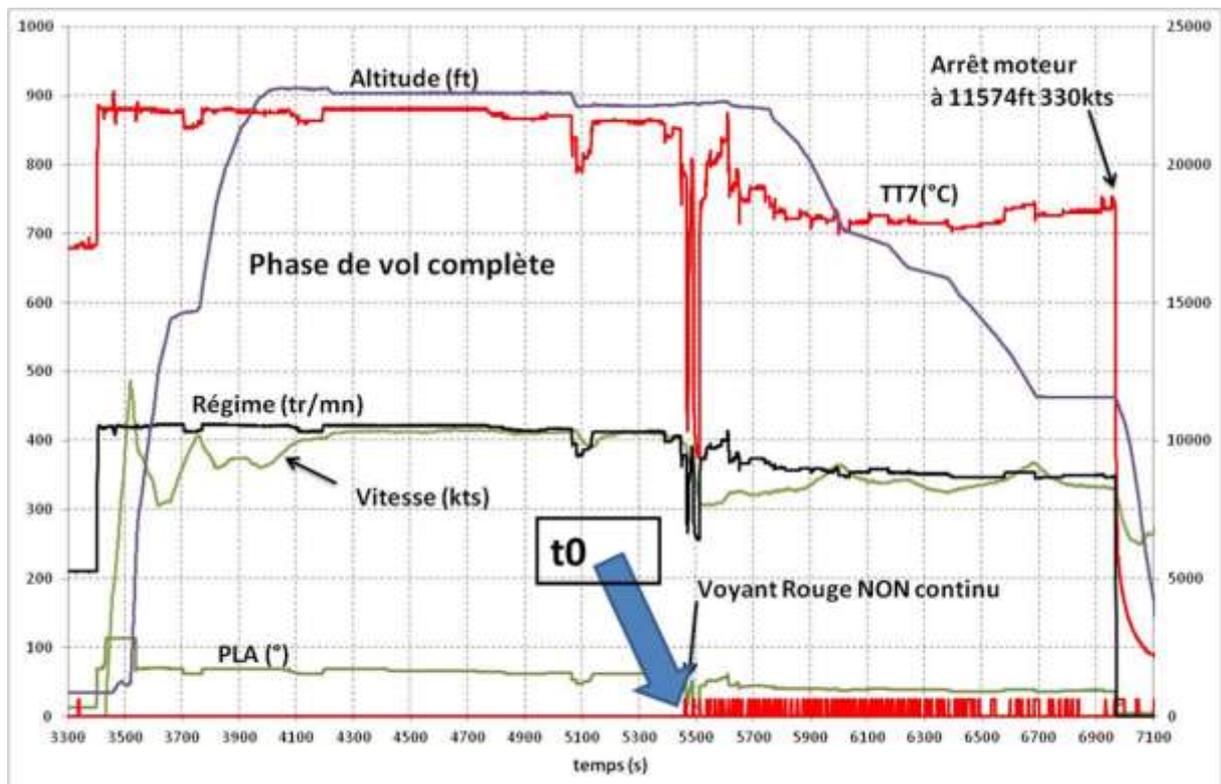
L'événement est une panne d'huile suivie de l'éjection de l'équipage ainsi que de la perte d'un Mirage 2000.

L'analyse qui suit se décompose en trois parties. La première résume le résultat des expertises et décrit la séquence de l'événement. La deuxième le traitement de la panne d'huile et du choix du terrain de déroutement. La troisième les aspects propres à l'éjection et à la récupération.

2.1. Expertises

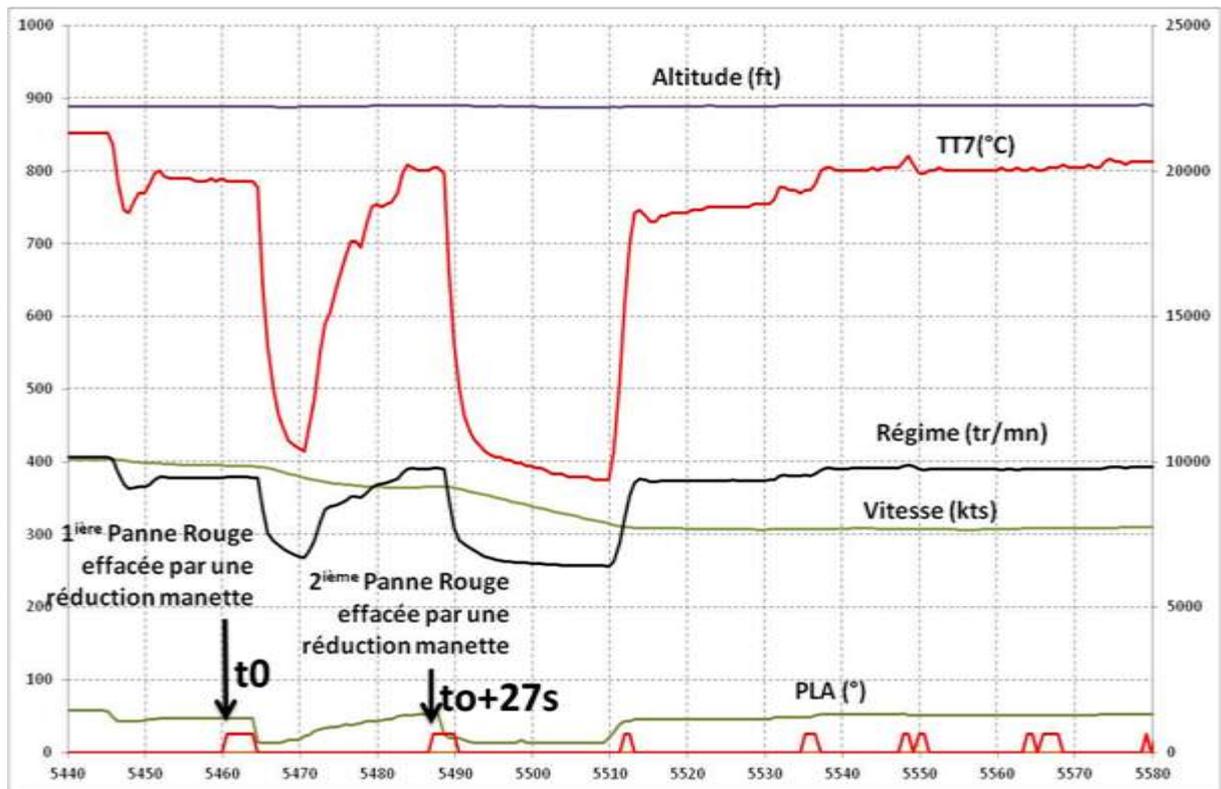
2.1.1. Exploitation de l'ESPAR

Malgré l'endommagement de l'enregistreur, l'extraction des données a été suffisante pour retracer l'ensemble du vol. Notons toutefois, que du fait de cette dégradation de l'enregistreur, aucun décompte précis du nombre d'apparitions de la panne rouge n'est possible.



Vol complet

Aucune anomalie n'est constatée avant l'allumage du voyant d'huile 33 minutes après le décollage (t0).

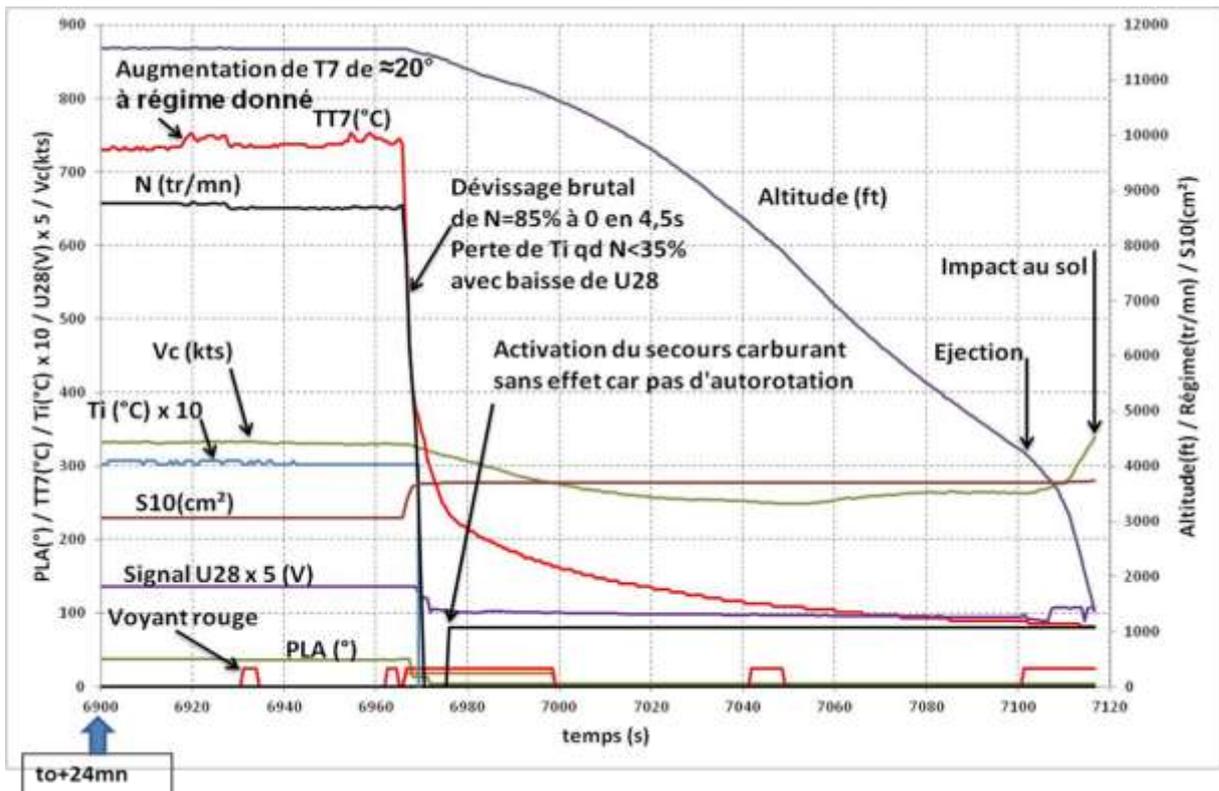


Focus sur l'apparition de la panne

- **(t₀)** : vol stabilisé (altitude 22 230 ft, Vc = 394 kt, N = 9 466 tr/mn), allumage du voyant « rouge » pression d'huile. Le pilote réduit les gaz. Il y a alors effacement du voyant rouge qui sera resté allumé pendant deux secondes. Le pilote augmente progressivement le régime moteur pour atteindre 9 776 tr/mn.
- **(t₀ + 27s)** : vol stabilisé (altitude 22 60 ft, Vc = 365 kt, N = 9 766 tr/mn), le voyant rouge s'allume une deuxième fois. Le pilote réduit les gaz, l'alarme disparaît.

Conformément au témoignage du pilote, les données de l'enregistreur mettent en évidence la réapparition de plus en plus rapide du voyant d'alarme. Le moteur reste cependant pilotable.

- **(t₀ + 24mn 17s)** : sans signe avant-coureur, augmentation de la T7 d'environ 20°, ce qui correspond à un prélèvement parasite d'environ 140 kW.
- **(t₀ + 25mn 06s)** : (altitude 11 574 ft, Vc = 330 kt), dévissage brutal de 8 730 à 0 tr/mn en 4,5 secondes.



Arrêt moteur

Le moteur a fonctionné en secours d'huile pendant 24 minutes et 14 secondes (jusqu'au blocage moteur). Une tentative infructueuse de rallumage a été réalisée.

2.1.2. Analyses des fluides réalisées

2.1.2.1. Analyse de l'huile

L'huile est totalement absente du site de crash. Il en est de même sur les pièces expertisées. Les analyses effectuées 25 heures avant l'accident sont normales.

2.1.2.2. Analyse du carburant

Le carburant issu de la citerne utilisée pour le plein de l'appareil a été analysé afin d'en vérifier la nature et détecter d'éventuelles pollutions.

L'expertise montre que le carburant utilisé ne présente pas de défaut. Les teneurs en gommes et en eau de l'échantillon ne présentent pas d'anomalies.

Le carburant n'a pas de lien avec l'accident.

2.1.3. Expertises réalisées sur le moteur

2.1.3.1. Examens avant démontage

Les entailles laissées par les aubes dans les « abrasables » extérieurs sont caractéristiques d'un impact moteur à l'arrêt (pas d'autorotation).

L'examen endoscopique de la cage de roulement du palier 2 révèle une forte usure (4 à 5 mm).



Billes et rouleaux

Les billes (palier 2) et les rouleaux (palier 1) sont affectés d'une forte usure¹⁴ et de traces de surchauffe significatives d'un fonctionnement sans lubrification.

Les dégâts constatés sont significatifs d'une dégradation en fonctionnement du palier 2 par manque de lubrification et d'un « serrage » des paliers 1 et 2.

2.1.3.2. Examens après démontage

Les paliers 1 et 2 ont été détruits suite à défaut de lubrification survenu après avoir consommé la capacité d'huile prévue pour le fonctionnement « secours panne d'huile ».

¹⁴ Usure de 4 à 5 mm au diamètre pour certaines billes.

Ce défaut peut être la conséquence :

- d'une perte de refoulement (ex : dysfonctionnement ou désamorçage de la pompe principale..),
- d'un manque d'huile résultant d'une fuite.

- Groupe de lubrification :

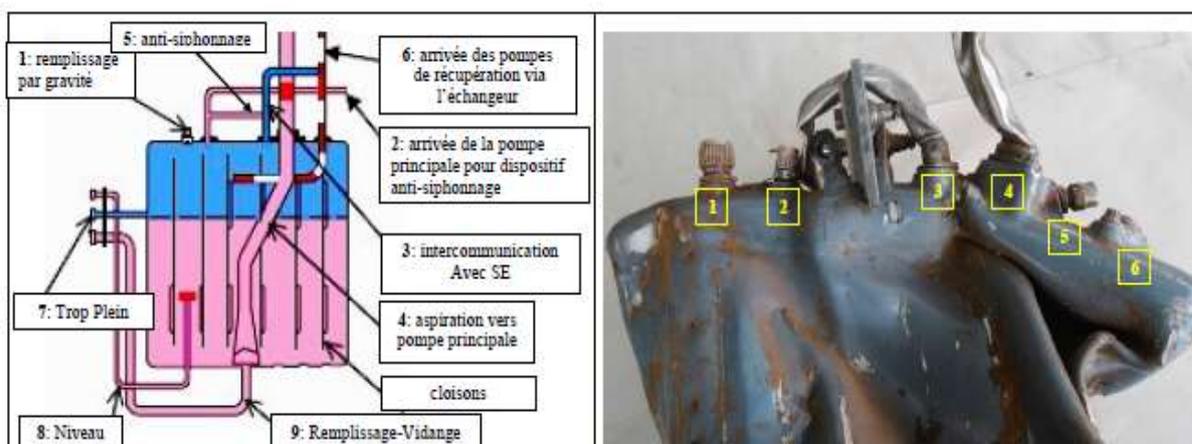
L'expertise ne met pas en évidence d'indice indiquant une défaillance du groupe de lubrification :

- pas de perte de liaison arbre-pignons (toutes les clavettes sont intègres) ;
- pas de coincement, grippage, cavitation ou de trace de passage de corps étranger au niveau des cinq pompes ;
- l'ensemble « module pompes » est relativement propre et encore légèrement gras.

Les particules d'acier à roulement récupérées sur le filtre principal et sur le bouchon magnétique¹⁵ confirment également le bon fonctionnement du groupe de lubrification jusqu'au serrage des paliers.

- Connexions hydrauliques :

Compte tenu de l'état de l'ensemble des pièces, les investigations n'ont pu être effectuées que sur l'état des connexions hydrauliques (raccords) et sur les canalisations associées.



¹⁵ Un seul des quatre bouchons magnétique-support a été retrouvé.

Repère raccord	Présent	Serré	Freiné	Etat fil frein	Etat canalisation
1	oui	non	non	fil coupé	obturateur
2	oui	oui	oui	ok	rupture brutale au ras de l'olive
3	oui	oui	SO	SO	écrasée et coupée à environ 25 cm
4	oui	oui	SO	SO	écrasée et coupée à environ 20 cm
5	oui	non	non	coupé	rupture brutale au ras de l'olive
6	oui	oui	SO	SO	rupture en cisaillement au ras du raccord
7	non	arrachage du réservoir avec son bossage			?
8	oui	incarcéré dans les tôles, canalisation raccordée			écrasée et coupée à environ 5 cm
9	oui	oui	oui	ok	écrasée et coupée à environ 15 cm

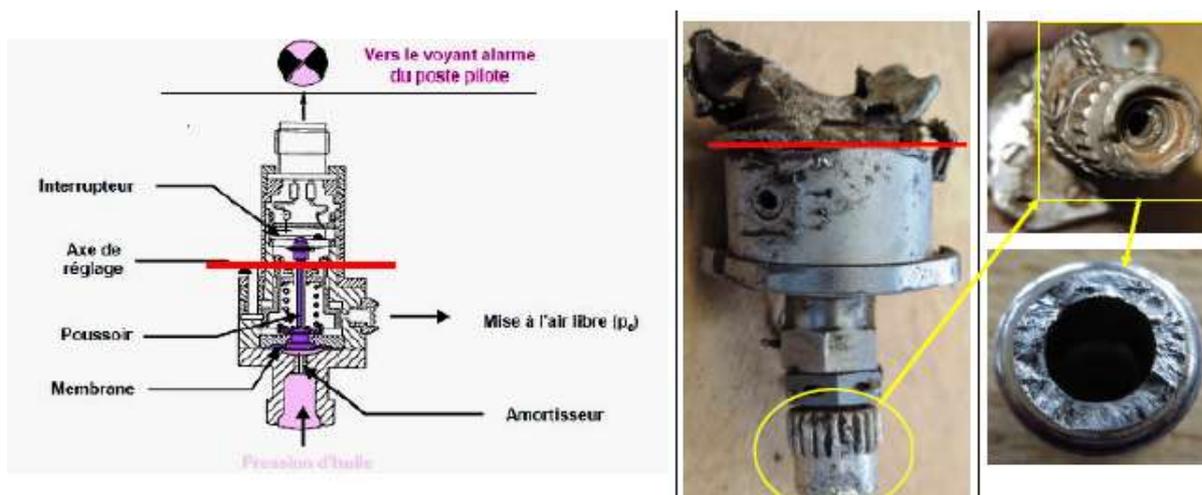
État des connexions hydrauliques

Deux raccords sont desserrés et leurs fils frein coupés¹⁶ :

- raccord 1 : pas d'explication, mais le desserrage de ce raccord ne génère pas de désamorçage ou de fuite d'huile en vol à plat ;
- raccord 5 : à l'intérieur de l'écrou, constat de traces d'arrachement de la canalisation. Il y a une forte probabilité de desserrage et coupure du fil frein à l'impact.

Les dégradations constatées sur les connexions hydrauliques sont consécutives à l'impact.

- Expertise du manométrique de pression d'huile :



Manométrique de pression d'huile

¹⁶ Les faciès montrent qu'il s'agit de cisaillements.

La partie électrique du manoccontact (située au-dessus du trait rouge) a été arrachée à l'impact et n'a pas été retrouvée. L'olive et le raccord de la canalisation d'alimentation rompue sont encore en place.

L'examen fractographique en laboratoire du raccord de canalisation de pression d'huile conclut à une rupture en fatigue sous sollicitation vibratoire et contrainte modérée.

La canalisation d'alimentation du manoccontact de pression d'huile s'est rompue en fatigue vibratoire au niveau de son raccordement. Une fuite d'huile est alors apparue, en fonctionnement, à cet endroit.

2.1.4. Cause possible de la rupture du manoccontact de pression d'huile

2.1.4.1. Cas antérieurs connus

Les recherches des cas de rupture de cette canalisation sur les matériels en utilisation dans l'armée de l'air française ont conduit à recenser quatre occurrences.

Elles sont toutes survenues à l'issue d'un fonctionnement avec un compresseur basse pression endommagé par une ingestion préalable.

Le manoccontact de pression d'huile est particulièrement exposé aux excitations vibratoires car il est fixé à l'avant du support d'asservissement d'huile.

2.1.4.2. Indices relatifs à une ingestion

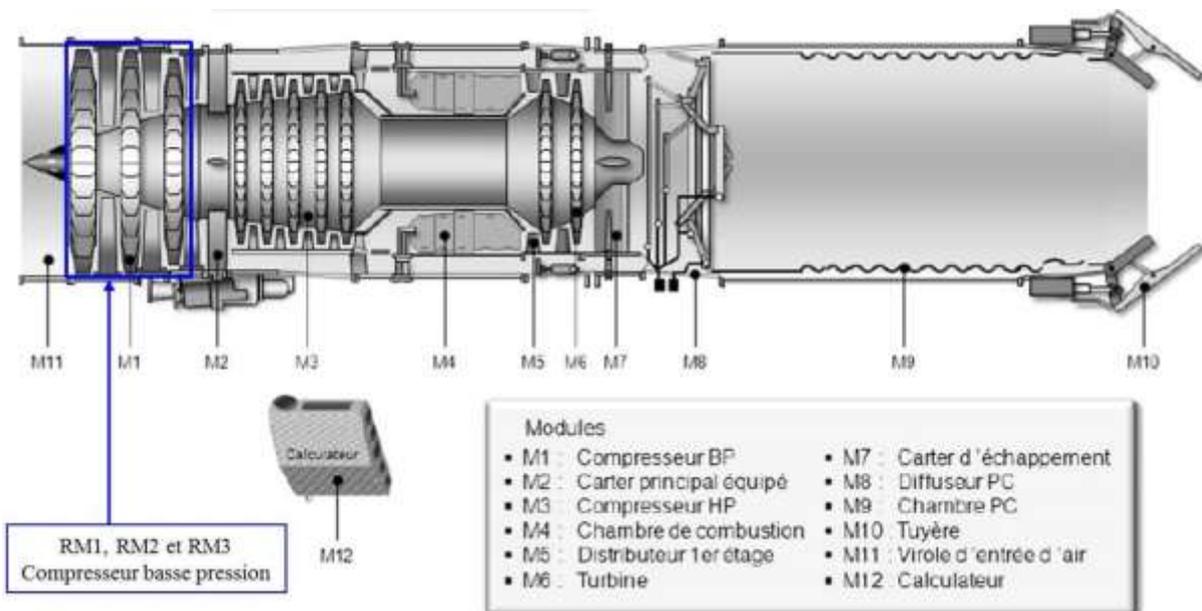


Schéma général du réacteur M53

Certaines aubes de la RM1¹⁷ restées sur le rotor se distinguent par des déformations en forme de « poches » rappelant celles résultant de l'absorption de « corps mous ».

Des traces de sang ont été identifiées sur trois aubes dissociées du disque.

Sur la virole arrière du capot, il a été trouvé parmi les fibres de composite, un fragment d'environ 1 cm de long semblant s'apparenter à du duvet aviaire.

Il n'a pas été trouvé d'autre indice d'ingestion aviaire sur le reste de l'épave¹⁸.

Des traces de sang ont été identifiées sur trois aubes du premier étage du compresseur et ce qui semble être un fragment de plumage a été recueilli à l'entrée du moteur.

2.1.5. Séquence de l'événement

Le compresseur basse-pression du moteur du Mirage 2000 D a été endommagé par l'absorption d'un volatile. Cette dégradation a engendré des vibrations qui ont conduit à la rupture en fatigue de la canalisation raccordée au mancontact de pression et ainsi provoqué une fuite d'huile.

Après avoir consommé la totalité de l'huile prévue pour le fonctionnement en « secours d'huile », les paliers 1 et 2 du moteur ont fait l'objet d'un manque de lubrification. Sans lubrification, le moteur a alors « serré ».

2.2. Gestion de la panne d'huile

2.2.1. Analyse de la panne par l'équipage

Stable en vol de croisière, après trente-trois minutes de vol, l'alarme sonore « panne rouge » du Mirage 2000 retentit en cabine. Sur le panneau d'alarmes, le voyant rouge « HUILE » s'allume.

¹⁷ RM1 : roue mobile n°1

¹⁸ Compte tenu de l'impossibilité de dissocier des modules 2 à 10, l'examen a été limité à la RM4 du compresseur haute pression et au *spraid* du module 7



Voyant panne en poste pilote.

Avec un régime moteur établi à 10 000 tr/mn, la pression dans le circuit d'huile devrait être aux environs de 3 bars¹⁹. Le voyant « HUILE » s'allume lorsque le manoccontact branché sur le circuit fermé détecte une chute de pression en dessous de 0.75 bar (0.9 bar modification GTR 307-2 non appliquée).

En cabine, l'indication du régime moteur indique environ 9 500 tr/mn. Cette indication en cabine montre qu'il ne s'agit pas d'une rupture du support d'équipement.

L'allumage du voyant « HUILE » et l'indication en cabine d'un régime moteur différent de « 0 » sont les symptômes d'une panne d'huile.

La comparaison des paramètres moteurs de l'avion du leader avec ceux de son équipier montre deux moteurs fonctionnant de manière identique.

Comme le révèle l'enregistreur de paramètres, l'indication de la panne rencontrée apparaît et disparaît à de nombreuses reprises, ce qui pourrait laisser penser à une information erronée. L'étude des pannes d'huiles rencontrées par le passé montre un fort taux d'allumage du voyant « HUILE » du fait d'un mauvais fonctionnement de l'indicateur de pression. Fréquent jusqu'en 2004, ce type de panne est désormais inexistant du fait de la modification 404 qui augmente la fiabilité du manoccontact (grâce à une amélioration du collage). Le moteur du Mirage 2000 accidenté était équipé de cette modification.

¹⁹ 1 bar correspond à 100 kPa ou à environ 14.5 Psi.

Malgré une panne « non permanente » et un historique indiquant une problématique résolue sur le manocontact d'huile, à aucun moment l'équipage du Mirage 2000 n'interprète l'alarme « HUILE » comme une fausse alarme.

Lorsque la panne d'huile apparaît, la position de l'aéronef est la suivante : l'équipage est à plus de 20 mn de vol d'un terrain autorisé dans les SPINS. Il décide de se dérouter vers Niamey, ce qui l'éloigne au maximum de la zone de conflit dans l'éventualité d'une éjection.

2.2.2. Actions de l'équipage

En cas d'allumage du voyant d'huile, le « recueil des recommandations du motoriste » préconise de réduire sans délais le régime, d'enclencher le secours d'huile et de procéder à un retour terrain immédiat avec un palier de croisière à 15 000 ou 5 000 ft avec des conditions de régime et de facteur de charge à respecter. La page V5 du MCB 110-02²⁰ (annexe 1, page 41) est conforme à ce recueil de recommandations.

La panne « HUILE » est une panne de type reflexe. Elle est identique sur toute la flotte de Mirage 2000 tous modèles confondus et ce quelle que soit la version. Cette procédure est enseignée au simulateur lors de la mission SPAN2 (CPIP (PAA 07-313) titre C, p85) (annexe 2, page 42). Tous les équipages opérant sur Mirage 2000 effectuent cette mission au moins une fois par an.

En étant à plus de vingt minutes²¹ de vol d'un terrain accessible, l'équipage a conscience qu'il est au-delà du domaine d'utilisation théorique du circuit « d'huile secours » du Mirage 2000. Pour cette raison, il veut être sûr qu'après la mise en œuvre du « secours d'huile », le circuit normal ne sera pas stoppé. La réponse ne figure pas dans la check-list secours et il est nécessaire de se remémorer les cours enseignés à l'unité d'instruction spécialisée (UIS) pour avoir la réponse à cette question.

L'équipage a réagi comme enseigné face à une panne « HUILE ». Néanmoins, lorsque la panne survient, il n'y a aucun terrain accessible à moins de vingt minutes de vol. Pour cette raison, l'équipage cherche à savoir si en actionnant le circuit secours d'huile, il arrête par là-même le fonctionnement du circuit normal. La check-list secours ne répond pas à cette question.

2.2.3. Bilan

L'équipage est conscient d'être en panne d'huile, en revanche il ne sait pas combien de temps il est alors en mesure de voler dans ces conditions.

La check-list mentionne le temps de vingt minutes qui doit être corrigé en fonction de l'utilisation réelle du moteur.

Lors du développement du M53 P2 (en 1984) des essais en mode secours d'huile ont été réalisés. D'une durée de vingt minutes, ils ont démontré les spécificités techniques du circuit

²⁰ Check-list secours.

²¹ Théorique.

secours d'huile, mais ils ne permettent pas d'extrapoler sur une durée possible d'utilisation d'un moteur avant rupture de celui-ci.

Le pilote décide de se dérouter sur le terrain le plus proche praticable (Niamey) qui se situe à plus de quarante minutes de vol au régime préconisé par la check-list secours.

Lorsqu'il prend sa décision de déroutement, l'équipage sait qu'il est probable que son moteur n'aura plus d'huile avant l'arrivée à Niamey. C'est pourquoi, il se prépare à une éjection.

2.2.4. Choix du déroutement

2.2.4.1. Problématique générale :

Dans la majorité des cas, le Mirage 2000 est employé à une distance maximale de 120 Nm d'un terrain de secours. Cette distance permet d'atterrir en moins de vingt minutes. (Temps de fonctionnement garanti du circuit secours d'huile).

Pour certains vols, comme ceux réalisés dans le cadre de l'opération au Sahel, la norme particulière B1.7.1 « possibilité d'atterrissage » peut être accordée par le commandement. Cette norme autorise l'utilisation de terrains de dégagement éloignés d'une distance supérieure à 120 Nm.

2.2.4.2. Problématique particulière :

La région survolée est vaste et comprend peu d'aérodromes pouvant accueillir un avion de chasse.

Le terrain le plus proche de la zone de ravitaillement est celui de GAO qui est interdit d'utilisation par les avions de chasse.

Lors de la préparation du vol, la zone de ravitaillement se trouve à plus de 120 Nm d'un terrain jugé praticable. Ce choix est validé par le commandement qui a donné dans les SPINS l'autorisation d'utilisation de terrains à plus de 120 Nm au travers de la norme particulière B1.7.1.

2.2.4.3. Choix des terrains

Lors de missions effectuées en dehors d'une zone de conflit, l'En Route (Afrique) et la lecture des Notams suffisent pour connaître les terrains praticables.

Dans le contexte Sahélien, la liste des terrains utilisables est éditée dans les SPINS. Ces derniers ne prennent pas en compte les Notams, la météorologie et rarement les horaires d'ouverture des terrains.

Ainsi, il manque un regroupement, une mise à jour et une mise à disposition des différentes informations concernant les terrains praticables par les équipages.

Les SPINS sont la référence pour connaître les terrains accessibles en termes d'infrastructure.

La météorologie, les Notams, les horaires, les particularités des terrains doivent être actualisés dès que nécessaire.

Ces informations doivent être disponibles facilement pour les équipages qui dans une situation d'urgence pourront décider sereinement un déroutement.

Ces SPINS sont établis par le JFACC²² qui est conseillé par le 25^{ème} RGA.

Le 25^{ème} RGA a acquis une expertise sur les pistes sommaires utilisées par des avions tactiques. Pour les pistes en dur, la formation des experts est uniquement assurée par le STAC²³. Cette formation permet de connaître le comportement des chaussées aéronautiques sous la charge des avions. En revanche, elle ne prend pas en compte la spécificité des avions de chasse et il n'est pas fait de distinguo entre utilisation normale et secours dans un dossier.

Le RGA est le conseiller du JFACC pour l'utilisation des pistes.

L'information fournie aux équipages peut être complétée afin de connaître précisément l'état des pistes, la capacité en carburant, les possibilités de parking et les éventuels soucis diplomatiques.

Les équipages connaissent les terrains accessibles grâce aux SPINS. Celles-ci ne contiennent pas toutes les informations nécessaires à la réalisation d'une mission.

Lorsque la panne survient, l'équipage du Mirage 2000 connaît la situation générale du théâtre. Il sait que le JFACC, après avis du 25^{ème} RGA, juge le terrain de Gao inutilisable pour les avions de chasse. La zone de ravitaillement et une grande partie de la zone d'opération sont situées à plus de vingt minutes de vol d'un terrain utilisable.

Suite à la panne « HUILE », l'équipage n'a pas d'autre choix que de décider un déroutement à plus de 20mn de vol.

Il est ainsi conscient qu'il a une forte probabilité de s'éjecter. Il met le cap vers Niamey afin de s'éloigner de la zone de conflit.

2.3. Éjection et récupération

2.3.1. Préparation et entraînement au sol

En mai 2014, le pilote et le navigateur ont effectué la séance de simulateur dédiée à l'éjection. Ils ont également réalisé l'entraînement au portique.

²² JFACC : *joint forces air component command*

²³ Service technique de l'aviation civile

2.3.2. Éjection

L'équipage se prépare dans les meilleures conditions possibles pour être en mesure d'effectuer une éjection de son appareil qui est équipé d'un siège de type MK10Q (domaine d'emploi de type 0-0²⁴).

Les membres d'équipage ont retiré les accessoires qu'ils détiennent dans leurs poches de pantalons anti-g. Ils ont été posés à l'avant de l'appareil, sans créer de gêne pour l'utilisation de la tête haute. Le navigateur a conservé le téléphone Iridium dans la poche tibiale droite de son pantalon anti-G, ainsi que les barres chocolatées. Le pilote a uniquement conservé sa compote. Ils ont resserré les sangles principales du harnais, leurs masques à oxygène et positionné la manette de déverrouillage du harnais en position bloquée.

L'éjection a lieu une minute après l'arrêt moteur. Chaque membre d'équipage a tiré sa poignée de commande d'éjection. Ils estiment avoir réalisé cette action vers 3 000 ft sol avec une vitesse de 250 kt. Ces éléments sont corroborés par les données de l'enregistreur.

L'équipage décrit la séquence d'éjection de la façon suivante :

- Pilote :

La phase d'éjection, la séparation siège pilote et la mise en œuvre automatique du paquetage sont normales.

Sous voile, il attrape les commandes de manœuvre du parachute pour tenter de s'écarter de la trajectoire du parachute de l'autre membre d'équipage.

Lors de la phase de poser, il se rend compte qu'il va se poser vent dans le dos et fait un alors ¼ de tour en actionnant une commande de manœuvre de son parachute, puis il effectue un roulé-boulé.

- NOSA :

Le choc au départ du siège est ressenti comme violent, mais il estime la position de son corps droit lors de l'ouverture du parachute.

Il se voit sortir de l'aéronef et ressent immédiatement après un choc important à l'ouverture du parachute. L'épanouissement de la voile est normal, il se trouve à une cinquantaine de mètres de son coéquipier et la mise en œuvre du paquetage est automatique.

Sa voile tourne naturellement dans le sens antihoraire.

Il attrape la commande de manœuvre gauche et n'arrive pas à saisir celle de droite.

Il porte ensuite ses deux mains sur les élévateurs avant de la voilure afin de prendre la position de l'atterrissage.

Il se pose face au vent (sans pilotage de la voilure). L'atterrissage est ressenti comme très dur.

Il est légèrement traîné au sol et se libère facilement du harnais en déverrouillant la boucle ventrale de la main droite.

Il reprend son souffle et aspire du sable par la chenille du masque O², qu'il dégrafe alors.

Au sol il s'aperçoit qu'il a perdu le téléphone iridium qu'il avait placé dans la poche tibiale droite de son pantalon anti-G.

²⁴ Altitude zéro / vitesse zéro

La phase d'éjection s'est déroulée de manière conforme à la procédure. L'équipage a subi des blessures à la face qui sont dues à l'inadéquation de la taille du masque.

Contrairement à la procédure en milieu aquatique, la procédure en milieu désertique ne donne pas de règle pour le masque à oxygène.

Le fait de l'avoir gardé, relié au sol, a été à l'origine d'une inhalation de poussières. Sans conséquence sur une personne consciente, ce type de problème aurait pu avoir des conséquences graves sur un sujet inconscient.

2.3.3. Rôle de l'équipier

Vingt minutes après la panne, l'équipier se positionne à environ deux kilomètres de son leader. À cette distance, il peut tenir son rôle de « *on scene commander* » sans risque et sans gêner l'éjection.

À l'annonce de l'extinction du moteur de son leader, le sol se rapprochant, l'ailier reste en étagement positif.

Après l'éjection, il rend compte de l'état de l'équipage et retransmet les coordonnées du crash au tanker. Le délai d'intervention des secours est ainsi réduit au maximum. Il effectue à cette occasion sa première mission SAR et rapporte un encombrement de la radio qu'il n'avait pas rencontré lors de ses entraînements.

Malgré le contraste thermique qui n'est pas optimum à l'heure de l'accident (tombée de la nuit), l'équipier a parfaitement assumé sa mission d'« *on scene commander* ».

2.3.4. Récupération

La température au sol était d'environ 39°C. L'attente s'est déroulée en milieu désertique, en fin de journée. A l'aide des parachutes, les deux éjectés ont réalisé un abri sous des buissons.

L'équipage a été secouru par un équipage hélicoptère PUMA basé à Gao (Mali). À bord de ce premier hélicoptère étaient présents un médecin breveté en aéronautique et un infirmier. Un deuxième PUMA a participé à l'opération.

La chronologie de la récupération a été la suivante :

- Pré-alerte (AVION EN PANNE) : 17h50
- Alerte (ÉJECTION CONFIRMÉE) : 18h10
- Décollage : 18h35
- Posé sur le lieu de récupération : 19h33
- Décollage avec les blessés : 19h45
- Posé à GAO : 20h30

L'équipage s'étant éjecté à proximité d'une base d'hélicoptères, la récupération a été très rapide.

3. CONCLUSION

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

Une patrouille de deux Mirage 2000 D décolle en fin d'après-midi pour réaliser une mission opérationnelle. Le vol se déroule en haute altitude. Le régime moteur affiché est « plein gaz sec » et le mach est de 0.92.

Après 33 minutes de vol, sans signe précurseur, le voyant rouge pression d'huile s'allume.

Le commandant de bord passe en secours « HUILE » et se dérouté vers le terrain de Niamey situé à plus de vingt minutes de vol. Il conserve l'indication du régime moteur au poste de pilotage.

Après plus de 24 minutes en secours huile avec un moteur parfaitement pilotable, le moteur s'arrête brutalement.

L'équipage largue ses charges, tente un rallumage infructueux et s'éjecte.

L'alerte est rapidement donnée et les deux membres d'équipage sont récupérés environ deux heures après l'éjection.

Compte tenu de l'état de l'épave, aucun prélèvement d'huile n'a été réalisé sur l'épave. Les analyses d'huile effectuées vingt-cinq heures avant le vol n'ont pas mis en évidence d'anomalie.

L'enregistreur de paramètres indique un fonctionnement normal avant l'apparition de la panne rouge causée par la baisse de pression de l'huile.

3.2. Causes de l'événement

Les causes de l'événement sont environnementales, techniques et organisationnels.

Le compresseur basse-pression du moteur du Mirage 2000 D a été endommagé par l'absorption d'un volatile. Cette dégradation a engendré des vibrations qui peuvent expliquer le bruit « sourd » perçu par l'équipage en début de vol.

Ces vibrations sont la cause de la rupture en fatigue vibratoire de la canalisation d'alimentation du mono contact de pression d'huile, qui a provoqué une fuite d'huile.

Le circuit secours a fonctionné pendant plus longtemps que les vingt minutes certifiées. Après avoir consommé la totalité de l'huile prévue, les paliers 1 et 2 du moteur ont fait l'objet d'un manque de lubrification. Le moteur a alors « serré ».

L'emploi d'un Mirage 2000 à plus de vingt minutes de vol d'un terrain accessible a rendu cet accident inévitable.

PAS DE TEXTE

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

Conception aéronaf :

Confronté à une panne d'huile, l'équipage a appliqué la procédure secours. Celle-ci implique la mise en œuvre du circuit secours d'huile qui a une autonomie estimée de vingt minutes. Afin de satisfaire le besoin opérationnel, le bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

La DGA, en liaison avec la société Dassault Aviation et la société Snecma d'étudier la possibilité d'augmenter la quantité d'huile du circuit secours du Mirage 2000.

Equipement :

Les casques LA100 sont disponibles dans deux tailles (petite et grande). Ce manque de variété rend nécessaire l'utilisation de cales. Le masque à oxygène du pilote est remonté au cours de l'éjection, le blessant légèrement.

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

La DGA, en liaison avec l'armée de l'air d'améliorer l'adaptation des casques aux différentes morphologies.

Formation :

Les procédures en cas d'éjection en milieu désertique ne précisent pas la conduite à tenir pour l'utilisation du masque à oxygène.

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

L'armée de l'air de compléter la procédure en cas d'éjection en milieu désertique afin de prendre en compte la problématique du masque à oxygène.

Emploi :

La piste de Gao est interdite aux avions de chasse, ainsi le Mirage 2000 ne dispose pas de terrain de secours sur une vaste zone d'opération. Or, une piste jugée inappropriée pour les chasseurs pourrait sous certaines réserves, et après une étude de risques, accueillir ponctuellement un avion en panne.

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

L'armée de l'air, en liaison avec le 25^{ème} RGA d'étudier l'utilisation de terrains comme ultime secours pour les avions de chasse.

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

Documentation :

Confronté à un allumage intermittent du voyant « HUILE », l'équipage a eu un doute quant aux conséquences d'un passage en secours huile. La check-list secours et l'enseignement au simulateur ne prennent pas en compte ce type de panne.

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

L'armée de l'air, en liaison avec la société Dassault Aviation d'étudier une amélioration de la check-list secours afin qu'elle soit plus explicite sur les conséquences d'un passage en « secours huile », notamment si il s'agit d'une fausse panne.

A la lecture des SPINS, l'utilisation des terrains sur le théâtre n'est pas totalement claire.

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

L'armée de l'air d'étudier la création, la mise à jour et la diffusion d'un document rassemblant l'ensemble des informations pertinentes sur les terrains utilisables sur une zone d'opération.

ANNEXES

ANNEXE 1 MCB 110-02 / Procédure d'urgence (panne d'huile).....	40
ANNEXE 2 Mission simulateur SPAN 2 consacrée à la panne d'huile	41

ANNEXE 1

MCB 110-02 / Procédure d'urgence (panne d'huile)

DIFFUSION RESTREINTE

MCB110-02 M2000D
2009-01

V5

HUILE → ATR immédiat*Ce voyant doit être éteint dès le ralenti et hors G négatifs*

Si N = 0, cf. page S19, rupture support équipements

1 - MANETTE DES GAZ : REDUIRE

En SDT : Monter à la Zsécu sans augmenter le régime

Si la panne persiste :

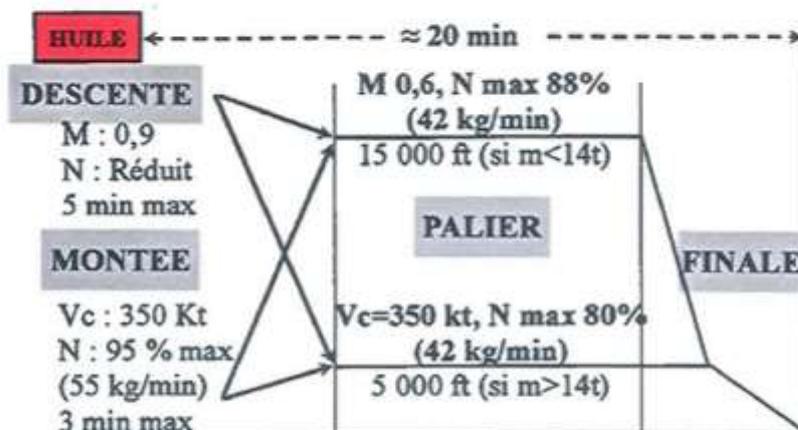
2 - INTERRUPTEUR SEC HUILE : VERS L'AVANT, cache relevé.

HUILE reste allumé

3 - Prendre un Top

4 - ATR immédiat

5 - Vidanger



6 - Si dans ces conditions le palier ne peut être tenu : LARGUER LES CHARGES

NOTA :

- Autonomie = 20 min si respect des consignes
- Tolérance : 3 dépassements de 3 % (5 kg/min) du Nmax d'une durée de 20 secondes chacun et espacés de 2 min

HUILE

ANNEXE 2

Mission simulateur SPAN 2 consacrée à la panne d'huile

3 MISSION SIMULATEUR SPAN 2

CONFIGURATION GUERRE

TERRAIN DE STATIONNEMENT

METEO : VMC

DUREE : 01H00

DEROULEMENT :

- PANNE HUILE A LA M/R
- PANNE MAN + DOM AU D/L REARMABLE PUIS FIXE, DEGRADATION VERS LA PANNE USEL, FINALE EN TRIMS SECOURS ET ATR
- PANNE DU RELAIS DES ACCESSOIRES AU D/L, DECHARGE DE LA BATTERIE, PASSAGE EN USEL, EJECTION
- PANNE A LA RENTREE DU TRAIN AU D/L, VIDANGE CARBURANT, PANNE A LA SORTIE DU TRAIN, ATR LONGUE FINALE
- D/L, ACCELERATION VERS 550 KT, PANNE GAINS, RETOUR ET ATR SUR LONGUE FINALE