



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT

D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-A-2013-014-I

Date de l'événement 3 octobre 2013

Lieu Aéroport international de Djibouti

Type d'appareil Mirage 2000-5

Immatriculation F-UGEU n° 55

Organisme Armée de l'air

Unité Escadron de chasse 3/11 « Corse »

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.

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

UTILISATION DU RAPPORT

L'objectif du rapport d'enquête de sécurité est d'identifier les causes de l'événement et de formuler des recommandations de sécurité. En conséquence, l'utilisation de la deuxième partie de ce rapport et des suivantes à d'autres fins que celle de la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

CRÉDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : BEAD-air

Photos :

- BEAD-air

Illustrations :

- Armée de l'Air

TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT	2
CRÉDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS	2
TABLE DES MATIÈRES	3
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1. RENSEIGNEMENTS DE BASE	6
1.1. Déroulement du vol	6
1.2. Tués et blessés	8
1.3. Dommages à l'aéronef	8
1.4. Autres dommages	9
1.5. Renseignements sur le personnel	9
1.6. Renseignements sur l'aéronef	10
1.7. Conditions météorologiques	12
1.8. Aides à la navigation	12
1.9. Télécommunications	12
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	12
1.11. Enregistreurs de bord	13
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	13
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques – commandant de bord	15
1.14. Incendie	15
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	16
1.16. Essais et recherches	16
1.17. Renseignements sur les organismes	16
1.18. Renseignements supplémentaires	17
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	17
2. ANALYSE	18
2.1. Reconstitution du scénario de l'événement	18
2.2. Recherche des causes de l'incident	20
3. CONCLUSION	27
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	27
3.2. Causes de l'événement	27
4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ	28
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	28
4.2. Mesure de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	30
ANNEXES	31
ANNEXE 1 MODIFICATION E.149	32
ANNEXE 2 ANTECEDENTS CONNUS	33

GLOSSAIRE

BA	base aérienne
CFA	commandement des forces aériennes
MICA IRX	missile d'exercice d'interception de combat et d'autodéfense avec autodirecteur infrarouge
PCMCIA	<i>personal computer memory card international association</i> – carte de stockage
PC	postcombustion
PN	personnel navigant
RPL	réservoir pendulaire largable de 2000 litres
SCP	sous-chef de patrouille
SERPAM	système d'enregistrement et de restitution des paramètres de mission
VTH	visualisation tête haute

SYNOPSIS

Date de l'événement : 3 octobre 2013 à 10h55
Lieu de l'événement : aéroport international de Djibouti - Ambouli (HDAM)
Organisme : armée de l'air
Commandement organique : commandement des forces aériennes (CFA)
Unité : escadron de chasse 3/11 « Corse »
Aéronef : Mirage 2000-5 n° 55
Configuration : « B » (2 RPL) + 1 MICA IRX en point d'emport externe droit
Nature du vol : entraînement au combat aérien
Nombre de personne à bord : 1

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Lors du décollage pour une mission d'entraînement au combat aérien, le pilote perd le contrôle de son appareil. Ce dernier s'immobilise après 300 mètres sur le bord droit de la piste. Le pilote coupe le réacteur et évacue l'appareil.

Composition du groupe d'enquête de sécurité


- Un directeur d'enquête de sécurité et un enquêteur adjoint du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un enquêteur de première information (EPI).
- Un officier pilote ayant une expertise sur Mirage 2000-5.
- Un sous-officier mécanicien ayant une expertise Mirage 2000-5.

Autres experts consultés

- Direction générale de l'armement – département de restitution des enregistreurs d'accidents (DGA/RESEDA).
- Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA).

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air est prévenu par l'état-major de l'armée de l'air vers 15h00. Un EPI est désigné sur la base aérienne (BA) 188 de Djibouti et procède aux premières constatations dès 15h30. Le groupe d'enquête de sécurité s'est rendu sur place du 8 au 10 octobre 2013.

	<p>Zone de danger élevé :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ risque très important de coup de chaleur ; ➤ avions obligatoirement sous abris (quand les infrastructures le permettent) ; ➤ attente limitée au strict nécessaire ; ➤ pas de 2ème tour en zone rouge ; ➤ sport interdit avant un vol;
---	---

Consignes pour la zone « rouge »

Outre les mesures énoncées ci-dessus, la contrainte thermique « rouge » est complétée à Djibouti par des consignes spécifiques : le délai entre le départ de l'escadron et le décollage ne doit pas excéder 30 minutes et celui entre la mise en route et le décollage ne doit pas excéder 15 minutes.

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

La description qui suit est basée sur les témoignages des pilotes de la formation.

Le jour de l'événement, la mise en place des pilotes aux avions est conforme au délai prescrit et la mise en route des aéronefs se déroule sans problème particulier. Dès que la patrouille des « Vanoir B » passe devant sa « hangarettte », le pilote du Mirage 2000-5 n° 55 « Vanoir 16 » commence le roulage et remonte la piste par le taxiway nord en direction du point d'attente pour la piste « 09 » en suivant les « Vanoir B ».

Alors que la patrouille « Vanoir B » vient de s'aligner en échelon de part et d'autre de l'axe central sur le seuil de piste, « Vanoir 16 » passe le point d'attente sans marquer d'arrêt et se place en arrière et au centre du dispositif sur l'axe de piste.

Il engage alors le frein de parking, acquitte le répéteur de panne ambre associé et affiche environ 80 % de régime moteur pour bénéficier de la climatisation.

Autorisés au décollage par la tour de contrôle, le leader puis l'équipier de la patrouille « Vanoir B » décollent. Trente secondes après la rotation du numéro deux, « Vanoir 16 » est autorisé à décoller.

Il affiche alors plein gaz sec, vérifie le tableau d'alarmes et les paramètres moteurs puis lâche les freins. Dès que l'avion commence à avancer, il affiche la post combustion pleine charge et vérifie le débit carburant ainsi que l'allumage du voyant postcombustion (PC).

Il constate alors que l'avion dévie à droite et il contre au palonnier à gauche. Pensant être confronté à un problème de dirigeabilité du train avant, il vérifie le bon allumage du voyant correspondant (DIRAV).

L'avion « embarque » ensuite franchement à gauche. Au même moment, le contrôleur aérien de vigie indique voir une fumée blanche et des étincelles en provenance du dessous de l'avion. Il ordonne de « stopper le décollage ».

Pensant avoir éclaté un pneu, le pilote réduit alors les gaz tout en essayant de contrôler la trajectoire de l'avion. Il réalise alors que le frein de parking est tiré et le desserre.

L'avion s'immobilise sur le côté droit de la piste après une course d'environ 300 m. Les roues de l'atterrisseur auxiliaire se trouvent juste en dehors de la piste. Le pilote place la manette des gaz sur « STOP », actionne le coupe-feu, place l'interrupteur « batterie » sur arrêt, effectue une évacuation rapide et s'éloigne de l'avion.

1.1.3. Localisation

- Lieu :
 - pays : République de Djibouti
 - commune : Djibouti
 - coordonnées géographiques :
 - N 11°32'84''
 - E 043°08'76''
- Moment : jour
- Aéroport le plus proche au moment de l'événement : terrain de dégagement de Chabelley, à 8 nautiques dans le 260°.

1.2. Tués et blessés

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

1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
M 2000-5 n° 55			X	

1.4. Autres dommages

Des traces de gomme sont présentes sur la piste à partir du point d'alignement au seuil 09 sur environ 300 m, en fin de trajectoire, un sillon d'environ 11 m de long et profond de 3 cm de profondeur marque le revêtement de la piste.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1. Commandant de bord

- Âge : 35 ans
- Sexe : masculin
- Unité d'affectation : escadron de chasse 3/11 « Corse » depuis le 20 août 2013
 - fonction dans l'unité : commandant en second
- Formation :
 - entrée en service : 1998 – école de l'air de Salon de Provence
 - spécialisation : école de l'aviation de chasse de Tours – année de sortie : 2003
 - transformation sur Mirage 2000-5 : juin 2004
 - qualification : chef de patrouille – octobre 2007
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	sur tous types	dont sur M 2000	sur tous types	dont sur M 2000	sur tous types	dont sur M 2000
Total (h)	1 700	1 200	32h40	32h40	13h50	13h50
Dont nuit			03h05	03h05		

- Date du dernier vol comme pilote : 2 octobre 2013
 - sur l'aéronef :
 - de jour : 2 octobre 2013
 - de nuit : 26 août 2013
 - sur tous types :
 - de jour : 2 octobre 2013
 - de nuit : 26 août 2013
- Dernier entraînement à l'éjection et à l'évacuation au sol : 19 septembre 2013 (validité 2 mois)

Carte de circulation aérienne :

- type : verte
 - date d'expiration : 1^{er} septembre 2014
- Expérience récente : après avoir été « abonné³ » les trois dernières années, le pilote était arrivé dans sa nouvelle affectation le 20 août 2013.

1.5.1.2. Autres membres d'équipage : néant.

1.5.2. Autres personnels

Le chef de quart et la vigie en poste au contrôle local d'aérodrome, témoins éloignés de l'événement, relatent une mise en mouvement de l'avion jugée « plus lente » que d'habitude et l'apparition d'une fumée blanche en provenance du ventre de l'avion et de gerbes d'étincelles.

1.6. Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : armée de l'air
- Commandement organique d'appartenance : CFA
- Base aérienne de stationnement : BA 188 – Djibouti
- Unité d'affectation : escadron de chasse 3/11 « Corse »
- Type d'aéronef : Mirage 2000-5 n° 55
 - configuration : 2 réservoirs pendulaires de 2000 litres, deux lances missile en point externe voilure
 - armement :
 - 1 missile d'exercice d'interception de combat et d'autodéfense avec autoguidage infrarouge (MICA IRX) d'entraînement en point externe voilure droite ;
 - 2 canons de 30 mm approvisionnés avec 120 obus semi perforant explosif incendiaire (OSPEI) chacun ;
 - 16 cartouches de leurre infrarouge.
- caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	5 F	55	5 911h29	GV2 ⁴ : 734h29	VI + VS ⁵ : 119h10
Moteur	M53P2	60069	4 247h44	VR1 + VN ⁶ module 2 : 183h	

³ Affecté dans un organisme qui ne dispose pas d'aéronef, le pilote est rattaché à une unité volante pour maintenir ses compétences en vol.

⁴ GV2 : deuxième grande visite.

⁵ VI : visite intermédiaire ; VS : visite de sécurité.

⁶ VR1 : visite réacteur ; VN : visite normale.

1.6.1. Maintenance

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

- VI + VS effectuée le 21 mai 2013.
- En particulier :
 - Vérification par courants de Foucault des voiles de la roue atterrisseur principal droit + graissage des roulements effectués le 19 septembre 2013.
 - Vérification par courants de Foucault des voiles de la roue atterrisseur principal gauche + graissage des roulements effectués le 03 septembre 2013.
 - Contrôle des blocs de frein (CT⁷ 02-38 602), prévu à chaque dépose d'une roue principale réalisé le 19 septembre 2013 pour le bloc de frein gauche et le 23 septembre 2013 pour le droit.

1.6.2. Performances

L'appareil ne fait l'objet d'aucune réserve de vol au moment de l'événement.

L'accélération longitudinale (Jx) nominale en pleine charge PC calculée par le pilote lors de la préparation du vol est de 0,48 g avec une valeur minimale (valeur nominale – 10 %) de 0,43 g. Selon les procédures normales d'utilisation, la valeur de Jx, affichée visualisation tête haute (VTH) est contrôlée lorsque la vitesse indiquée atteint 80 nœuds.

Les vitesses de rotation (Vr) et d'envol (Vlof) calculées pour le décollage sont respectivement de 136 et 161 nœuds.

1.6.3. Masse et centrage

L'avion étant en plein partiel (5,4 tonnes de carburant), la masse totale est de 13,7 tonnes lors du décollage. Dans cette configuration, le centrage est dans les normes.

1.6.4. Carburant

- Type de carburant utilisé : TR0 F34
- Quantité de carburant au décollage : 5,4 tonnes
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 5,14 tonnes

1.6.5. Autres fluides

- Liquide hydraulique H 515 des circuits de servitudes et de freinage
- Huile Air 3514 pour turbomachine d'aviation

⁷ Carte de travail.

1.7. Conditions météorologiques

1.7.1. Prévisions

Les prévisions météorologiques du jour, élaborées par le bureau météo djiboutien de l'aéroport, étaient bonnes à l'exception d'un risque d'orage dans l'après-midi.

1.7.2. Observations

Les relevés de la station météo de l'aéroport font état des conditions suivantes au moment de l'événement :

- vent du secteur 110°, vitesse 7 km/h
- pressions : QFE = QNH = 1010 hPa
- visibilité supérieure à 10 km
- températures : 33 °C sous abri, point de rosée 27,5 °C avec une humidité de 75 %
- nébulosité : peu⁸ à 700 m et épars⁹ à 4000 m

Au moment du décollage, le soleil est haut dans le ciel et le pilote mentionne qu'il n'a pas été gêné par la luminosité ambiante sur le tableau de bord ou à l'intérieur du cockpit.

1.8. Aides à la navigation

Tous les moyens de radionavigation et le radar d'approche militaire étaient opérationnels.

1.9. Télécommunications

L'appareil est en contact radio avec la tour de contrôle.

1.10. Renseignements sur l'aérodrome

Tous les moyens sont opérationnels mais l'aéroport de Djibouti ne dispose pas de moyens de levage propre.

Comme la grue de la BA 188 est indisponible depuis quelques temps (son remplacement fait l'objet d'un contrat de soutien externalisé), l'avion endommagé a finalement été déplacé grâce à l'intervention de moyens américains (co-localisés sur la plateforme) le 3 octobre 2013 vers 12h45 et l'aéroport rendu au trafic aérien (militaire et civil) vers 13h00.

Dans l'intervalle, plusieurs vols sont déroutés, dont une patrouille légère de Mirage 2000-5 sur le terrain de dégagement de Chabelley et un vol commercial vers l'aéroport international d'Addis-Abeba (Éthiopie).

⁸ 1 à 2 octas – « *few* ».

⁹ 3 à 4 octas – « *scattered* ».

1.11. Enregistreurs de bord

- L'appareil est équipé d'un enregistreur d'accident de type PE 6011 – 4 A n° 491, dont les données ont pu être extraites et exploitées. Concernant la signalisation des pannes, seuls les changements d'état des répétiteurs de pannes ambre et rouge sont enregistrés.
- La mise en œuvre du frein de parking provoque l'allumage du voyant « PARK » au tableau d'alarme (banquette droite) et déclenche l'allumage du répétiteur de panne ambre et son alarme sonore temporisée à 20 secondes (+/- 2).
- La VTH ainsi que les conversations du pilote et les signaux sonores peuvent être enregistrés sur la carte PCMCIA (*personnal computer memory card international association*) du système d'enregistrement et de restitution des paramètres de mission (SERPAM). Le déclenchement de l'enregistrement est manuel (interrupteur situé sur la banquette gauche, à gauche de la manette des gaz lorsque celle-ci est reculée en position ralenti) et son emploi est décrit dans le manuel de mise en œuvre du Mirage 2000-5 – partie procédures courantes.

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

L'avion s'est immobilisé sur le côté droit de la piste après environ 300 mètres de course, avec un cap divergent d'environ 45° par rapport à l'axe de piste. Le train auxiliaire est en dehors de la piste.



Vue générale de l'avion

1.12.1. Examen de la zone

Des traces de gomme des trains principaux sont visibles sur la piste sur environ 300 mètres. Assez légères sur les premiers mètres, elles deviennent plus marquées ensuite et s'accompagnent, sur les derniers mètres, d'une entaille de plusieurs centimètres dans la bande bitumée.



Aspect des traces laissées sur la piste (axe 090°)

1.12.2. Examen de l'épave

Les roues du train principal sont fortement endommagées et présentent des traces de frottement.

- Le pneumatique gauche a éclaté mais est resté sur son support ; la jante est légèrement abrasée.
- Le pneumatique de la roue droite a éclaté également mais n'est plus en place. Il est très fortement détérioré ; la jante est abrasée sur un quart de circonférence environ.

Aucun fusible de roue n'est fondu. Les dispositifs de détection d'atterrissage dur (DAD) ne se sont pas déclenchés.



Vue du train principal gauche



Pneumatique droit



Roue droite

Caractéristiques du train principal d'atterrissage

- Gauche : 1800 atterrissages au total et 8 depuis la pose du 19 septembre 2013
- Droite : 1912 atterrissages au total et 4 depuis la pose du 23 septembre 2013

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques – commandant de bord

- Dernier examen médical :
 - type : centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN)
 - date : 31 juillet 2013
 - résultat : apte pilote de chasse
 - validité : 40 mois
- Examens biologiques : non effectués
- Blessures : aucune

1.14. Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré à bord lors de l'événement.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1. Abandon de bord

Selon le témoignage du pilote, l'éjection n'a pas été envisagée pendant la course de l'appareil compte tenu de la vitesse atteinte (44 nœuds) et du comportement de l'avion après réduction de la manette des gaz. Le pilote a effectué une évacuation d'urgence conforme à la procédure.

1.15.2. Engagement d'un système d'arrêt

Sans objet.

1.15.3. Organisation des secours

L'alerte est donnée immédiatement (10h55) par le contrôleur en poste « AIR » à la tour de contrôle par action des klaxons « crash DV » et « secours base / premier échelon ».

Les secours civils et militaires se rendent sur le lieu d'immobilisation de l'avion et le commandant de l'escadron de services aériens de la base (ESCA) se rend immédiatement à la tour pour assurer la coordination avec les différentes autorités militaires et civiles concernées.

Le pilote a immédiatement été pris en compte par le médecin du personnel navigant (PN) pour être conduit au centre médical de la base aérienne.

Tous les acteurs concernés sont contrôlés sur la fréquence « Sol » jusqu'à la réouverture de la piste, effective à 12h10.

1.16. Essais et recherches

Les équipements des circuits de freinage détériorés lors de l'événement ayant été déposés pour permettre l'évacuation de la piste, les essais des circuits de freinage ainsi que la signalisation associée n'ont pu être réalisés (application des cartes de travail¹⁰) qu'après la repose d'équipements en bon état.

Les valeurs de pression relevées lors des contrôles sont conformes.

1.17. Renseignements sur les organismes

Néant.

¹⁰ CT 15-50-601 Vérifications des pressions et de la signalisation des circuits de freinage et CT 15-50-607 contrôle du système performant anti dérapage (SPAD).

1.18. Renseignements supplémentaires

Les « procédures courantes » (check – lists) de mise en œuvre du Mirage 2000 - 5 sont décrites dans le mémento équipage¹¹ qui est utilisé par tous les pilotes. Elles sont organisées dans un ordre logique qui va de la rubrique « Avant inspection extérieure » jusqu'à « Avant de quitter l'avion » et traitent notamment de phases spécifiques comme « Avant la mise en route » ou le « Décollage ».

Chronologiquement, la consigne concernant le frein de parking apparaît dans les paragraphes suivants :

- § « En cabine » à l'alinéa 21/21 : Tirer le frein de parking. **PARK** s'allume ;
- § « Mise en route réacteur » à l'alinéa 3/14 : Frein de parking vérifié ;
- § « Avant le roulage » à l'alinéa 9/9 : Tableau d'alarmes : tous voyants éteints sauf **PARK** et éventuellement **P.CAB** ;
- § « Pendant le roulage » à l'alinéa 1/9 : Frein de parking : **relâché**, **PARK** éteint ;
- § « Décollage » à l'alinéa 2/11 : Frein de parking : **relâché** (poignée baissée) ;
- Puis enfin au § « Au parking » à l'alinéa 1/9 : Frein de parking tiré.

Ces précisions sur les vérifications concernant le frein de parking avant le décollage ont été formalisées par l'armée de l'air suite à la recommandation faite par le BEAD-air dans le rapport A-2008-006-A.

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Néant.

¹¹ MCC 108-01 / M53 P2 / 2006-01.

2. ANALYSE

L'événement est une perte de contrôle de l'aéronef lors de la phase initiale de décollage.

L'analyse qui suit s'appuie sur les faits et observations exposés au chapitre précédent, ainsi que sur l'exploitation des données enregistrées et des témoignages recueillis.

Elle se décompose en deux parties : la première a pour objet de reconstituer le scénario de l'événement et la seconde consiste à identifier les causes possibles de l'incident dans les domaines techniques, environnementaux et des facteurs humains et organisationnels.

2.1. Reconstitution du scénario de l'événement

L'analyse retient plusieurs phases significatives parmi lesquelles celles de roulage vers la piste, d'attente au seuil 09 et de course au décollage.

2.1.1. Phase de roulage jusqu'à l'alignement au cap de décollage (durée : 255 secondes soit environ 1800 mètres parcourus)

- Le déplacement est effectué dans le sillage de la patrouille des « Vanoir Bravo » et emprunte le taxiway nord orienté au cap 090° qui passe par le parking civil de l'aéroport international.
- À part la mise en action en début de roulage qui demande de la puissance (régime moteur à 77 %), tout le déplacement est effectué au régime ralenti (NR ~ 50 %).
- 3 allumages du répéteur de panne rouge de 1 à 2 secondes, correspondant vraisemblablement à l'alarme REG O2 (absence de respiration du pilote / masque dégrafé).
- 1 allumage du répéteur de panne ambre dû au passage dans le flux des réacteurs des avions qui le précèdent pendant la manœuvre d'alignement – retentissement de l'alarme associée au bout d'une vingtaine de seconde – acquittement par le pilote en cours de manœuvre à 29 secondes.

2.1.2. Attente au point de décollage (durée : 90 secondes)

- 2 secondes après être aligné au cap, le pilote met en œuvre le frein de parc (T0), ce qui provoque l'allumage du voyant ambre « PARK » au tableau d'alarme et du répéteur de panne ambre. Le pilote acquitte ce dernier au bout de 7 secondes – temps mis à profit pour monter le régime moteur (NR ~ 73 %).

L'engagement du frein de parking est doublement¹² signalé au pilote qui prend bien l'information en compte avant d'acquitter la consigne lumineuse associée.

¹² Par l'allumage du voyant PARK (ambre) du tableau d'alarme et par celui du répéteur de panne ambre.

- T0 + 25 à 28 : le pilote effectue un test de débattement des commandes.
- T0 + 33 : le leader des « Vanoir Bravo » commence sa course au décollage et au même moment, le pilote met la manette des gaz au ralenti (régime à 50 %).
Après avoir affiché 73% de régime pendant 27 secondes, le pilote ne poursuit pas dans une logique de mise en puissance pour le décollage mais revient à un régime de ralenti pendant une trentaine de secondes.
- 16 secondes après (T0 +49), l'ailier des « Vanoir Bravo » lâche à son tour les freins pour commencer sa course au décollage.
Le pilote déroule ensuite une phase de mise en puissance normale, au cours de laquelle il omet la 2^e consigne de la checklist « DÉCOLLAGE » : Frein de parking relâché (poignée baissée) avant de passer à la 3^e consigne : MANETTE DES GAZ : PLEIN GAZ SEC sur freins (l'avion doit tenir sur freins).
- T0 + 60 : le pilote affiche progressivement 90 % de régime moteur et annonce à la tour (T0 + 80) qu'il est paré au décollage puis affiche plein gaz sec (103 %) jusqu'au lâcher des freins (T0 + 92).

2.1.3. Course au décollage – interruption jusqu'à l'arrêt du moteur (durée : 38 secondes)

- La valeur de JX observée dès le lâcher des freins est de 0,12 / 0,13 g. La post combustion est affichée 1 seconde après le lâcher des freins et en 5 secondes, la valeur de Jx observée atteint son maximum, soit 0,34 g, tandis que tous les paramètres moteurs sont nominaux par ailleurs.
- L'appareil dévie à droite et le pilote « décrante » la PC pendant 1 seconde avant de la réafficher, tout en engageant la commande de direction à gauche en butée de mesure.
La manette des gaz est poussée dans le secteur post combustion à deux reprises : une première fois pendant 7,8 secondes et une deuxième pendant 2,6 secondes ; les deux phases étant interrompues par une période hors PC (le régime baisse jusqu'à 91%) de 1 seconde.
- Dans la foulée, soit 12 secondes après le lâcher des freins, l'avion « embarque » franchement à gauche alors que la commande de direction est engagée à contre et que la manette des gaz est placée sur ralenti. La vitesse indiquée a atteint 52 nœuds au maximum et décroît rapidement.
- L'appareil effectue encore une embardée à droite (d'environ 50°) puis à gauche (de 40°) avant de se stabiliser en glissade à droite (cap final : 139°) et les répétiteurs de panne ambre et rouge s'allument successivement avant que la coupure du moteur soit réalisée.

2.1.4. Conclusion

La signalisation de l'engagement du frein de parking est identifiée et initialement prise en compte par le pilote. Après environ 60 secondes d'attente, il déroule une phase de mise en puissance normale, en omettant une consigne de la checklist « décollage ». Il perd ensuite le contrôle de l'appareil et décide d'interrompre le décollage.

Ces conclusions conduisent à rechercher les causes de la perte de contrôle de l'aéronef dans les domaines techniques, environnementaux et des facteurs humains et organisationnels.

2.2. Recherche des causes de l'incident

2.2.1. Domaine technique

Les premières constatations réalisées sur place sont corroborées par les données extraites de l'enregistreur d'accident et du SERPAM.

Elles permettent d'écarter tout dysfonctionnement mécanique de l'avion : la poussée du moteur était nominale au moment du décollage et toutes les valeurs relevées lors du contrôle des circuits de freinage sont dans les normes.

2.2.2. Domaine environnemental

Au moment du décollage, la température relevée sous abri est de 33,0 °C et le taux d'hygrométrie de 75 %. Ces conditions météorologiques correspondent à la zone d'agression thermique élevée « zone de danger » définie par les procédures de sécurité des vols de l'armée de l'air.

Celles-ci indiquent notamment un risque « très important de coup de chaleur » et des mesures de protection à appliquer sur tous les terrains. Au niveau local, des mesures complémentaires sont précisées : le délai entre le départ de l'escadron et le décollage ne doit pas excéder 30 minutes et celui entre la mise en route et le décollage 15 minutes.

Ces délais ont été respectés au cours de l'événement puisque 25 minutes séparent le départ de l'escadron du décollage des avions.

L'exposition à une ambiance thermique chaude intense est susceptible d'entraîner des conséquences délétères sur la santé et la sécurité du pilote et peut effectivement aller jusqu'au coup de chaleur qui peut se manifester :

- par une confusion et des troubles du comportement, ou encore par une syncope (malaise avec perte de connaissance) et aller jusqu'au décès ;
- sur le plan cognitif, les temps de réaction et la précision dans l'exécution des tâches sont connus pour être détériorés en ambiance thermique chaude, de même que la survenue d'erreur ;
- sur le plan physique, il existe un risque majoré de **crampes musculaires**, en particulier de spasmes douloureux des jambes et de l'abdomen ;
- l'exposition à une ambiance thermique chaude peut être également à l'origine d'une déshydratation si les pertes hydriques ne sont pas compensées.

À court-terme, elle entraîne une **altération des performances cognitives** et une **diminution de la tolérance aux facteurs de charge** (accélération + Gz de longue durée). Sur le moyen et long-terme, les épisodes de déshydratation répétés sont susceptibles de favoriser la survenue de lithiases urinaires (calculs), maladie chronique qui entraîne des épisodes douloureux incompatibles avec l'activité aérienne.

De plus, la contrainte thermique subie par le pilote à son poste de pilotage doit être majorée par rapport aux données météorologiques recueillies car elles n'intègrent pas la chaleur radiante générée par la verrière de l'aéronef.

Les procédures en vigueur permettent de pallier cette contrainte spécifique et ont été respectées.

La stratégie propre au pilote (hydratation pendant l'installation dans le cockpit et pendant le roulage, affichage d'une poussée > 70 % afin d'optimiser la climatisation du poste de pilotage) est également pertinente en terme de gestion du risque « chaleur » mais ne fait l'objet d'aucune réglementation spécifique.

2.2.3. Domaine des facteurs humains et organisationnels

2.2.3.1. Actes non sûrs

Mise en place du frein de parking

Lorsqu'il termine la phase de roulage depuis la « *hangar* » (durée de déplacement : 4 minutes et 15 secondes), le pilote du Mirage 2000-5 se place en position centrale au seuil de piste 09 et en arrière du dispositif. Il engage alors le frein de parking et acquitte le répéteur de panne ambre associé.

Parallèlement, c'est à cet instant qu'il affiche une puissance > à 70 % de régime moteur pour optimiser les effets de la climatisation.

Le pilote est autorisé à décoller 92 secondes après s'être aligné et **90 secondes après avoir engagé le frein de parking.**

L'engagement du frein de parking lors de l'attente au seuil de piste n'est indiqué dans aucune procédure. Les procédures actuelles ne font que décrire les vérifications qui doivent être réalisées et l'état souhaité pour le frein de parking selon la phase de vol (cf. paragraphe 1.18).

Oubli du frein de parking par le pilote

L'hypothèse la plus probable pour expliquer que le pilote décolle avec le frein de parking engagé est celui d'une erreur de routine (oubli).

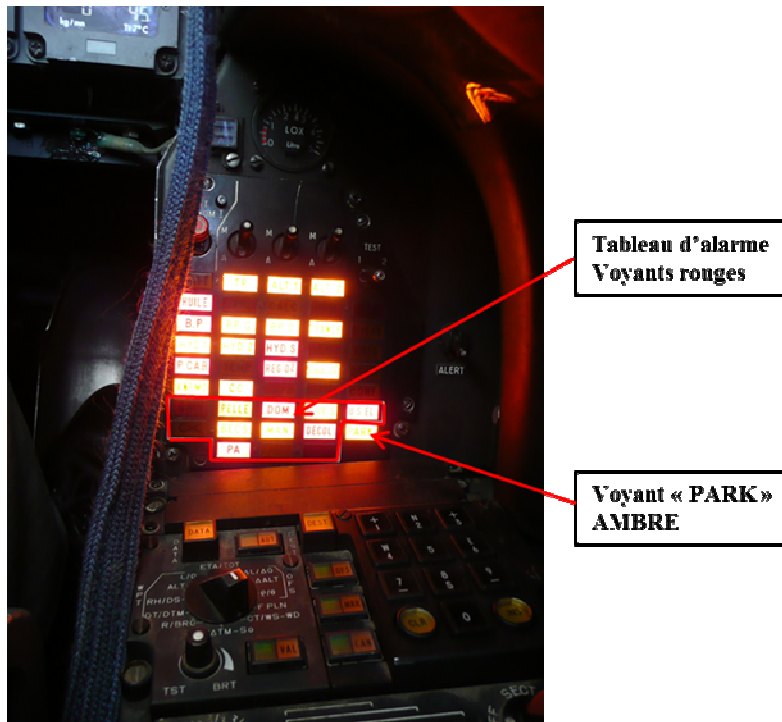
Celle –ci a éventuellement été favorisée par :

- une charge de travail élevée : la phase de décollage est identifiée comme accidentogène en aéronautique car nécessitant beaucoup de ressources cognitive ;
- une configuration inhabituelle de l'aéronef : même s'il arrive au pilote d'engager le frein de parking sur la piste, ce n'est pas une situation habituelle. Il est probable que l'action de vérification visuelle de l'absence d'engagement du frein de parking au décollage ne soit pas « routinisée » chez ce pilote, au contraire de toutes les autres actions qu'il a réalisées. De plus, si un renforcement de la procédure de vérification visuelle du frein de parking a été spécifié suite à l'événement survenu en 2008, il est probable que cette nouvelle action ne soit pas encore intériorisée par tous les pilotes, en tous cas vraisemblablement pas par ce pilote ;
- l'efficacité de la vérification visuelle demandée au pilote avant le décollage : les événements précédents de ce type ont montré que les pilotes réalisaient les vérifications visuelles (voire confirmaient oralement qu'ils avaient effectué ces vérifications lorsqu'il s'agit d'un équipage pilote et NOSA), mais que cette « barrière procédurale » n'était pas efficace. De même, l'alarme visuelle ambre du répéteur ne semble pas suffisamment saillante pour éviter l'événement.

Toutes les « barrières » mises en place actuellement se sont montrées inefficaces, qu'elles reposent sur la technique (alarme visuelle ambre) ou sur le contrôle des comportements humains (procédure de vérification visuelle avant décollage).

Absence de détection de la signalisation « PARK » au tableau d'alarme

Avant de commencer le roulage pour rejoindre le point de décollage, la consigne est de vérifier l'extinction du voyant « **PARK** » au tableau d'alarme. Il est à noter que ce voyant ne signale pas une panne mais au contraire qu'une commande est engagée. C'est pourquoi il n'est pas intégré au pavé de voyants rouges du tableau d'alarme mais se trouve à sa périphérie (voir photo ci-après).



Signalisation du voyant « PARK »

Le roulage ayant commencé, le pilote n'est plus censé mettre le frein de parking : la consigne « **PARK** éteint » n'apparaît plus dans les check-lists avant décollage et lors des vérifications avant décollage qu'il effectue, le pilote ne détecte pas que le voyant est resté allumé. De plus, l'allumage d'un voyant jaune n'est probablement pas analysé au même niveau d'attention que les autres voyants d'alarme.

Si l'allumage du voyant « PARK » n'est pas détecté lors des vérifications, il a peu de chance de l'être ensuite car l'attention du pilote n'est plus portée sur le tableau latéral d'alarme lors de la course au décollage.

2.2.3.2. Conditions préalables

Nature du vol

L'entraînement au combat aérien au profit d'un pilote de combat opérationnel en cours de qualification sous-chef de patrouille ne présente pas de particularité notable : il s'agit d'un vol dont le niveau d'exigence n'est pas « élevé » pour ces trois pilotes et aucune pression spécifique n'est rapportée.

Cette mission a pu être perçue comme ne nécessitant pas un niveau d'exigence « élevé », ce qui a éventuellement entraîné une baisse de concentration de la part du pilote agissant comme plastron.

Personnel impliqué

Le pilote est qualifié chef de patrouille depuis octobre 2007 et assure la fonction de commandant en second de l'escadron de chasse 3/11 « Corse » depuis son affectation à Djibouti (20 août 2013).

Au cours des deux affectations précédentes (de 2010 à 2013), il volait en tant que pilote « abonné » sur Mirage 2000-5, au sein du réservoir opérationnel¹³ (40 heures de vol par an). À jour des qualifications opérationnelles requises, il a repris une activité aéronautique normale pour un pilote affecté en unité navigante dès son arrivée à Djibouti le 21 août 2013.

Il totalise 1700 heures de vol, dont 1200 heures sur Mirage 2000. Il a effectué près de 33 heures de vol sur type dans le semestre écoulé, dont 14 heures dans les 30 derniers jours.

L'événement concerne un pilote très qualifié dont l'expérience antérieure sur le type d'aéronef est très importante.

Compte tenu de ses affectations précédentes, le pilote possède une expérience récente réduite, qui a pu entraîner une perte de certains automatismes.

Activation d'une routine habituellement mise en œuvre au parking.

L'association des gestes « engagement du frein de parking » et « acquittement du répéteur de panne ambre associé » est une séquence apprise et systématiquement mise en œuvre lorsque les pilotes immobilisent l'avion au retour de mission. Elle leur permet de réaliser les vérifications cabines après vol sans être perturbé par l'alarme sonore ambre du répéteur de panne.

Cette pratique est fortement automatisée par les pilotes experts, c'est-à-dire réalisée avec un faible contrôle attentionnel. Elle a cependant eu ici pour effet de supprimer la « barrière technique » de l'alarme sonore associée à l'allumage du voyant ambre.

L'acquiescement immédiat de l'alarme ambre permet au pilote de détecter l'apparition d'un autre dysfonctionnement se manifestant par une alarme ambre.

L'activation de la routine « *engagement du frein de parking immédiatement suivi d'une inhibition de l'alarme (visuelle ambre puis sonore temporisée)* » a supprimé une barrière technique mise en place pour prévenir les décollages avec frein de parking engagé : l'alarme sonore du répéteur alarme ambre.

¹³ Le réservoir opérationnel concerne les pilotes destinés à retourner en unité navigante : le but est de maintenir leurs qualifications opérationnelles pour renforcer les équipages des unités navigantes au besoin.

Contrainte physiologique

Lors de son attente au seuil de piste, le pilote engage le frein de parking. Cette pratique n'est pas un comportement isolé et spécifique à ce pilote. Des témoignages recueillis au cours d'enquêtes de sécurité précédentes (cf. dossier A-2008-006-A) ont montré qu'il arrivait régulièrement à certains pilotes de Mirage 2000 d'engager le frein de parking après s'être aligné au seuil de piste.

Pour maintenir l'aéronef immobile durant les phases d'attente, il faut appuyer sur les freins situés en haut des palonniers. Sur Mirage 2000, la pression à appliquer est considérée par les pilotes comme « **importante** » (peut-être plus que sur d'autres aéronefs) : « *l'avion pousse* ». Par ailleurs, cette pression doit être **maintenue en continu**, car, au moindre relâchement musculaire, l'avion avance sous l'effet de la poussée moteur.

L'appui prolongé sur les palonniers (parfois plusieurs minutes) peut avoir pour conséquence d'entraîner des crampes musculaires au niveau des jambes chez les pilotes (témoignages) et apparaît comme incompatible avec les capacités physiologiques de contraction musculaire humaine.

Afin d'éviter la survenue de crampes, certains pilotes engagent le frein de parking à l'alignement avant décollage. Cette pratique est surtout rapportée lorsque le temps d'attente annoncé par le contrôleur aérien est jugé trop long ou n'est pas connu du pilote (incertitude).

Ergonomie et disposition de la poignée du frein de parking

Le frein de parking du Mirage 2000 n'est pas directement dans le champ visuel du pilote mais se situe sur le côté droit du siège et en position légèrement reculée.



Frein de parking

Installé sur le siège, casqué et brêlé en ordre de vol (combinaison anti-G, gilet de survie avec flottabilité ...), équipé de son casque avec dispositif de respiration intégré, le pilote ne peut que difficilement contrôler visuellement la position de la poignée du frein de parking. La meilleure stratégie consiste donc à s'assurer « à la main » que le levier du frein est bien en position basse : ce geste impose cependant une dissociation accrue de l'attention.

2.2.3.3. Conditions de non récupération

Des symptômes non mis en relation avec un problème de freinage

Il s'est écoulé 7 secondes entre le moment où le pilote a relâché les pédales de freins et le moment où l'avion est devenu incontrôlable. Le témoignage du pilote montre qu'il a utilisé ce temps pour tenter de comprendre la situation, tout en essayant de maîtriser la trajectoire de son avion.

Le pilote ne diagnostique pas l'oubli de frein de parking pour expliquer les symptômes rencontrés par son aéronef lors de la course au décollage (impossibilité de conserver le cap de décollage).

Les diagnostics alternatifs qu'il évoque (problème de dirigeabilité, éclatement d'un pneu ...) sont corrects et auraient pu correspondre à la situation rencontrée.

Le pilotage d'un avion de chasse est une activité complexe, dynamique et à risque, avec un processus qui évolue extrêmement rapidement et qui laisse peu de temps pour réaliser un diagnostic de la situation et appliquer des actions correctrices.

Absence de correction d'un problème connu

L'oubli du frein de parking au décollage est une situation qui est à l'origine ou a contribué à la survenue de plusieurs événements (incidents et accidents) sur Mirage 2000 au cours de ces dernières années (Cf. annexe 2).

Les mesures de prévention qui ont été mises en place reposent sur la contrainte et le contrôle des comportements humains (ajout de procédures de vérifications supplémentaires plus ou moins intégrées aux procédures existantes).

L'efficacité des barrières « immatérielles » que représentent les procédures de vérification est insuffisante.

3. CONCLUSION

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

Tout dysfonctionnement mécanique de l'avion est écarté : la poussée du moteur était nominale au moment du décollage et toutes les valeurs relevées lors du contrôle des circuits de freinage sont dans les normes.

Les mesures de gestion de la contrainte thermique sont adaptées localement et ont parfaitement été respectées le jour de l'événement – elles sont complétées par des stratégies propres (hydratation, adaptation du régime moteur pour amélioration du refroidissement en cabine ...) qui ne sont pas standardisées.

L'inhibition de l'alarme « ambre » liée à l'engagement du frein de parking a supprimé la barrière technique (alarme sonore temporisée) mise en place pour prévenir les décollages avec frein de parking engagé.

Au moment de lâcher les freins, le pilote n'a pas réalisé que le frein de parking était tiré.

L'engagement du frein de parking lors de l'attente au seuil de piste n'est indiqué dans aucune procédure. Les procédures actuelles ne font que décrire les vérifications qui doivent être réalisées et l'état souhaité pour le frein de parking selon la phase de vol (cf. paragraphe 1.18).

L'efficacité des barrières « immatérielles » que représentent les procédures de vérification est insuffisante, qu'elles reposent sur la technique (alarme visuelle ambre et alarme sonore temporisée associée) ou sur le contrôle des comportements humains (procédure de vérification visuelle avant décollage).

3.2. Causes de l'événement

L'analyse développée au chapitre précédent a mis en évidence une perte de contrôle de l'aéronef lors de la phase initiale de la course au décollage, qui a pour origine l'enclenchement intentionnel du frein de parking lors de l'arrêt de l'avion sur le point de décollage et son oubli avant de relâcher la pression sur les pédales de frein pour commencer le décollage.

Les causes retenues relèvent du domaine des facteurs humains et organisationnels :

- ergonomie : la disposition de la poignée de frein de parking et la signalisation par le répétiteur de panne ambre sont perfectibles, car ces deux dispositifs restent périphériques à l'action principale du pilote dont l'attention est concentrée sur l'avant de l'aéronef.
- procédures : l'utilisation du frein de parking n'est pas formellement décrite lorsque l'avion se trouve sur la piste et alors que son utilisation est accidentogène.

Ce raté d'exécution est également conditionné par les contraintes thermiques sévères qui peuvent localement conduire certains pilotes à développer des stratégies propres hors du cadre procédural règlementaire.

4. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

Malgré les mesures prises lors des antécédents survenus sur Mirage 2000, cet événement montre que la procédure d'emploi du frein de parking décrite dans les différents textes réglementaires reste fragile et ne suffit pas à garantir l'éradication de ce type d'erreur.

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

4.1.1. Signalisation du frein de parking

Plusieurs événements au cours desquels le pilote a omis de vérifier ou d'enlever le frein de parking avant de commencer le décollage ont été recensés dans les bases des événements aéronautiques données disponibles. L'un d'eux a fait l'objet d'un rapport du BEAD-air (A-2008-006-A) qui contient, entre autres, deux recommandations directement liées à l'utilisation du frein de parking.

1/ « S'agissant des procédures, le BEAD-air recommande à l'armée de l'air de formaliser dans les vérifications avant décollage, un contrôle systématique de la commande du frein de parc relâchée et du voyant « PARK » éteint ».

Cette recommandation a été prise en compte par l'armée de l'air, qui a sensiblement renforcé les vérifications liées à l'utilisation du frein de parking (Cf. § 1.18 ci-dessus).

2/ « S'agissant de la logique de signalisation du frein de parc, le BEAD-air recommande à l'armée de l'air d'étudier, en relation avec le constructeur, l'amélioration de la signalisation du frein de parc en l'associant avec une logique d'interdiction de décollage ».

L'armée de l'air a effectué une étude qui montre « qu'il n'est pas possible de créer de manière simple une interdiction physique de décoller liée à l'utilisation du frein de parc ... » et a décidé de ne pas prendre en compte cette recommandation, estimant « que le coût et la complexité d'une telle modification ne sont pas en adéquation avec les résultats attendus et considère « qu'un rappel ferme sur les procédures en vigueur avant le lâcher des freins (vérification du tableau de panne éteint) constitue la mesure de prévention la plus appropriée ».

Cependant, considérant la proposition récente de modification du constructeur¹⁴ qui consiste à associer la signalisation du frein de parking engagé avec l'allumage du voyant rouge **DECOL** dès lors que la manette des gaz serait positionnée au-delà de 80 %, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air, d'étudier l'adaptation de la modification E.149 du constructeur sur l'ensemble de la flotte Mirage 2000.

¹⁴ Voir annexe 1.

4.1.2. Utilisation du frein de parking

L'utilisation du frein de parking reste à l'appréciation du pilote qui peut, conformément aux textes réglementaires en vigueur, « **le mettre en œuvre dès que la situation l'exige** ».

Les instructions théoriques et les différents enseignements dispensés tout au long des différents cursus ne permettent cependant pas d'en standardiser la pratique : à l'usage, il s'avère que plusieurs « écoles » existent : interdiction totale d'engager le frein de parking sur la piste, utilisation « précautionneuse » (une fois sur la piste, ne pas lâcher de la main le levier de frein tant qu'il n'est pas abaissé), dépose d'un objet (comme un gant de vol par exemple) sur la visualisation tête haute, utilisation « au besoin » avec ou sans acquittement du répéteur d'alarme ambre.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air, de formaliser l'utilisation du frein de parking une fois que l'avion pénètre sur la piste de décollage.

4.1.3. Mesures actives pour lutter contre la contrainte thermique

La PA 03.334 décrit (Tome chasse / Pages 58 & 59) les conséquences de la chaleur sur l'activité aérienne, en identifie les risques et précise les mesures préventives à adopter pour y faire face.

Alors que la contrainte thermique est « rouge » et sachant que le décollage est décalé avec la patrouille qui le précède, le pilote se prépare à attendre au point d'alignement plus longuement et affiche du régime moteur pour bénéficier de la climatisation.

Des témoignages recueillis parmi la population de pilotes de Mirage 2000 attestent que d'autres « techniques » sont utilisées pour réguler la température intérieure de la cabine (verrière maintenue entrebâillée, aspersion d'eau ...). Aucune de ces procédures ne figure dans la documentation réglementaire, alors que l'exposition à une ambiance thermique chaude est susceptible de diminuer la tolérance aux accélérations + Gz.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air, de compléter la PAA 03.334 par l'ajout d'un paragraphe « mesures actives » qui préciserait les pratiques autorisées en cas de contrainte thermique avérée pour réduire la température interne des cabines étroites.

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

Bien que n'étant pas identifié comme étant un « enregistreur d'accident » destiné à faciliter la compréhension des événements, le SERPAM est utilisé lors de certaines phases spécifiques comme le décollage, le ravitaillement en vol, etc... .

Il permet l'enregistrement de la VTH et permet de disposer d'imagerie numérique stockée sur carte PCMCIA, que l'on peut ensuite synchroniser avec les données de l'enregistreur d'accident pour obtenir une reconstitution complète et paramétrée de la séquence d'événement.

Dans le cas présent, bien que cela ne nuise pas à la compréhension de l'événement, le SERPAM s'est arrêté de fonctionner de manière intempestive, sans que son interrupteur de mise en marche ne soit mis sur « Arrêt ».

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

à l'armée de l'air de recenser les cas de dysfonctionnement du SERPAM et d'étudier avec le constructeur, toute solution permettant d'améliorer la fiabilité du système.

ANNEXES

ANNEXE 1 Modification E.14932
ANNEXE 2 Antécédents connus.....33

ANNEXE 1

Modification E.149

But de la modification

Signaler au pilote au moment du décollage que le frein de parking est engagé.

Description sommaire

AVANT

L'engagement du frein de parking est signalé au pilote par l'allumage du voyant PARK (ambre) du tableau d'alarme.

APRÈS

L'engagement du frein de parking est signalé au pilote par :

- l'allumage du voyant PARK (ambre) du tableau d'alarme,

et

- si Manette des Gaz > 80%, l'allumage du voyant DECOL (rouge) du tableau d'alarme.

Référence

Décision d'application n° E.149 « Allumage du voyant DECOL en cas de décollage avec frein de parking engagé » du 05/09/2013.

ANNEXE 2

Antécédents connus

A/ Évènements antérieurs à la création du BEAD-air (issus de la VORTEX)

1. Oubli du frein de parking par le pilote et mauvaises vérifications en cabine de l'équipage le 27/01/1998 à Djibouti (BA 188) – Mirage 2000 N-K2.
2. Frein de parking incomplètement baissé le 22/05/2000 à Cambrai (BA 103) – Mirage 2000 B RDI.
3. Oubli du frein de parking, décollage interrompu au bout de 3 s après le lâcher des freins le 05/10/2006 – aucun dégât – Mirage 2000 N-K2 – BA 120 (Cazaux).

B/ Évènements traités par le BEAD-air

4. Frein de parking engagé inconsciemment par le pilote le 05/05/2008 à Nancy-Ochey (BA 133) – Mirage 2000 D.
5. Oubli du frein de parking le 05/10/2010 à Istres (BA 125) – Mirage 2000 C & D.

B/ Base constructeur

6. Oubli du frein de parking en 2000 – Qatar. – Mirage 2000-5.

En plus des événements listés ci-dessus, il faut envisager les cas où l'oubli du frein de parking a été rattrapé avant que l'événement ne se produise (pas de déclaration d'événement, pas de CRFT, éventuellement une publication au GVQ).