

B.E.A.D

RAPPORT PUBLIC D'ENQUETE TECHNIQUE

BEAD-A-2003-006-I



Date de l'événement : 24 février 2003

Lieu de l'événement : COGNAC

Appareil :

Type : EPSILON

Immatriculation : F.SEYO

**Organisme : Commandement des écoles de
l'armée de l'air**

Unité : Ecole de pilotage de l'armée de l'air

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'événement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. Les causes de l'accident, identifiées dans le second chapitre, sont résumées dans la conclusion, objet du troisième chapitre. Enfin, dans le dernier chapitre, des propositions en matière de prévention sont présentées.

UTILISATION DU RAPPORT

L'objectif du rapport d'enquête technique est d'identifier les causes de l'accident 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 la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT	2
TABLE DES MATIERES	3
GLOSSAIRE	5
SYNOPSIS	7
1. RENSEIGNEMENTS DE BASE	9
1.1. <i>DÉroulement du vol</i>	9
1.1.1. Mission	9
1.1.2. Déroulement	9
1.1.2.1. Préparation du vol	9
1.1.2.2. Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement	9
1.1.2.3. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol	12
1.1.3. Localisation	12
1.2. <i>TuÉS et blEssÉS</i>	13
1.3. <i>Dommmages à l'aÉronef</i>	13
1.4. <i>Autres dommmages</i>	13
1.5. <i>Renseignements sur le personnel</i>	13
1.5.1. Membres d'équipage de conduite	13
1.5.1.1. Commandant de bord	13
1.5.1.2. Elève pilote.....	14
1.6. <i>Renseignements sur l'aÉronef</i>	15
1.6.1. Maintenance	15
1.6.1.1. Cellule	15
1.6.1.2. Moteur	16
1.6.2. Performances	20
1.6.3. Carburant	20
1.7. <i>Conditions mÉtÉorologiques</i>	21
1.7.1. Prévisions	21
1.7.2. Observations	21
1.8. <i>Aides à la navigation</i>	22
1.9. <i>TÉlÉcommunications</i>	22
1.10. <i>Renseignements sur l'aÉrodrome</i>	22
1.11. <i>Enregistreurs de bord</i>	22
1.12. <i>Renseignements sur l'Épave et sur l'impact</i>	23
1.12.1. Examen de la zone	23
1.12.2. Examen de l'avion.....	23
1.13. <i>Renseignements mÉdicaux et pathologiques</i>	23
1.14. <i>Incendie</i>	23
1.15. <i>Survie des occupants</i>	23
1.15.1. Organisation des secours	23
1.16. <i>Essais et recherches</i>	23
1.16.1. Essais de fonctionnements.....	23
1.16.1.1. Point fixe du groupe moto propulseur	23
1.16.1.2. Régulation hélice	23
1.16.1.3. Circuit carburant.....	24
1.16.1.4. Groupe motopropulseur.....	24
1.16.2. Expertises des fluides par le CEPr	24
1.16.3. Autres expertises CEPr	24
1.16.4. Autres recherches	24
2. ANALYSE	25
2.1. <i>analyse des faits</i>	25
2.1.1. Contexte de la mission.....	25
2.1.2. Expérience professionnelle de l'équipage.....	25
2.1.2.1. Le moniteur	25
2.1.2.2. L'élève	26
2.1.3. Perception, par les équipages, de la fiabilité des Epsilon.....	Erreur ! Signet non défini.

2.2. synthÈse des RÉSultats des expertises et essais.....	26
2.2.1. Essais au sol.....	26
2.2.2. Essais en vol.....	30
2.3. Énoncé et vérification des hypothÈses relatives aux causes de l'ÉvÈnement.....	31
2.3.1. HypothÈses liées à des causes d'origine humaines.....	31
2.3.2. HypothÈses liées à des causes d'origine environnementales.....	35
2.3.3. HypothÈses liées à des causes d'origine techniques.....	36
2.3.3.1. Moteur.....	37
2.3.3.2. Hélice et régulateur d'hélice.....	37
2.3.3.3. Commandes du moteur.....	37
2.3.3.4. Conclusion sur les causes techniques.....	37
2.4. Arborecence des causes.....	38
3. CONCLUSION.....	40
3.1. Faits Établis utiles à la compréhension de l'ÉvÈnement.....	40
3.2. Causes de l'ÉvÈnement.....	41
4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE.....	42
4.1. mesures ayant directement trait a l'ÉvÈnement.....	42
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas directement trait à l'ÉvÈnement.....	43
APPENDICES.....	44
APPENDICE 1 : COMMANDES DU MOTEUR.....	45

GLOSSAIRE

ACMC	Atterrissage en configuration moteur coupé
BA	Base aérienne
CEAA	Commandement des écoles de l'armée de l'air
CEAM	Centre d'expérimentations aériennes militaire
CEMPN	Centre d'expertises médicales du personnel navigant
CEPr	Centre d'expertise des propulseurs
CEV	Centre d'essai en vol
COM	Circulation opérationnelle militaire
CPSV	Consignes permanentes de sécurité des vols
EGT	<i>Exhaust gas temperature</i> Température d'échappement moteur
EIV	Escadron d'instruction en vol
EPAA	Ecole de pilotage de l'armée de l'air
FL	<i>Flight level</i> = niveau de vol
Ft	Pied ; 1 pied = 0,33 mètres
GV	Grande visite
hpa	Hectopascal
kt	Nœud ; 1 nœud = 1Nm /heure
Nm	<i>Nautical mile</i> ; mile nautique 1Nm = 1852 mètres
NTI	Niveau technique d'intervention
RCC	<i>Rescue coordination center</i> = centre de coordination des recherches
RG	Révision générale
SPAé	Service des programmes aéronautiques
VCM	Visite complète moteur
VI	Visite intermédiaire
VIM	Visite intermédiaire moteur
VP	Visite périodique
VSV	Vol sans visibilité

SYNOPSIS

- Date de l'événement : 24 février 2003 à 13h30¹
- Lieu de l'événement : lieu dit « chez Barraud » 16130 Segonzac
- Armée / Service : Armée de l'air
- Commandement : Commandement des écoles de l'armée de l'air
- Aéronef : Epsilon n°124 F-SEYO
- Nature du vol : Circuit de piste et voltige sur axe.
- Nombre de personnes à bord : deux (2)

Résumé de l'événement

Le 24 janvier 2003 sur la base école de Cognac, un Epsilon en circuit de piste annule sa mission d'instruction et se pose selon une procédure similaire à celle d'un atterrissage en configuration moteur coupé après avoir diagnostiqué une panne moteur.

Organisation de l'enquête

Le lundi 24 février 2003 à 15h00, le bureau sécurité des vols de l'état major de l'armée de l'air informe le BEAD qu'un incident a eu lieu sur le terrain de Cognac. Le 25 au matin, après concertation entre le BEAD et l'état major de l'armée de l'air, cet évènement est classé "incident aérien grave"

L'enquêteur désigné se rend sur la base aérienne de Cognac et vers 17h00 prend connaissance des premières investigations.

Enquête technique

- Président de l'enquête : officier enquêteur du Bureau enquête accidents défense (B.E.A.D.).
- Composition du groupe d'enquête :
 - un officier pilote ayant une expertise sur Epsilon ;
 - un officier mécanicien ayant une expertise sur Epsilon.

¹ Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter une heure pour obtenir l'heure légale en vigueur en France métropolitaine le jour de l'événement.

Enquête judiciaire

Aucune procédure et aucun procès verbal n'a été effectué par un officier de police judiciaire.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. DÉROULEMENT DU VOL

1.1.1. Mission

Indicatif mission	CHARENTAIS 22
Type de vol	COM V (vol à vue)
Type de mission	PA 12 (pilotage d'accoutumance)
Dernier point de départ	Base aérienne 709, Cognac, en piste 09
Heure de départ	13h27
Point d'atterrissage prévu	Base aérienne 709, Cognac

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

Le moniteur débute le briefing de la mission (PA12) à 12h20. Cette mission d'instruction est la mission avant le lâcher de l'élève. Le moniteur insiste notamment sur les procédures de secours et les consignes en cas d'évacuation en vol.

Le rôle majeur du moniteur au cours de cette mission est de surveiller l'application des consignes et des procédures ainsi que le comportement général de l'élève afin de juger de ses capacités à effectuer son test d'aptitude PA 13 (test d'aptitude à continuer la progression).

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

L'élève (en place avant) met en route et roule à 13h10. Il décolle à 13h27 en piste 09. Le vent est du 130° pour une vingtaine de nœuds. La trajectoire standard après décollage est suivie et l'appareil est stabilisé au cap 175° à une hauteur de 1500ft.

Lorsqu'il atteint la vitesse de 180kt, l'élève réduit la pression d'admission vers 850 mbar puis recule la manette de commande de pas de l'hélice pour rechercher un régime de 2500 tr/mn.

Le moniteur (en place arrière) constate tout d'abord une diminution normale du régime à 2550 tr/mn, puis une remontée qu'il juge anormale à 2800 tr/mn avec une impression sonore d'emballement de la régulation et enfin une redescente du régime vers 2550 tr/mn.

Pensant à une action inappropriée de l'élève sur la commande de pas d'hélice, le moniteur dirige son regard vers celle-ci et constate qu'elle est dans une position correspondant habituellement à un régime de 2500 tr/mn. Il la saisit pour l'immobiliser et prend alors les commandes.

En revenant sur les indicateurs de bord, il constate un régime proche de 2000 tr/mn. Simultanément il entend une double détonation sous le côté droit du moteur, constate une chute instantanée de l'EGT² et ressent l'impression d'un freinage anormal.

Il positionne la manette des gaz en position plein gaz. La vitesse lue est alors de 140kt.

Il vire vers le terrain de Cognac et lit, en sortie de virage, une vitesse de 110kt

Environ quinze secondes se sont écoulées depuis le début de l'évènement et à partir de ce moment le pilote ne relèvera plus aucun paramètres moteur et ne touchera plus aux commandes des gaz, de richesse ou d'hélice jusqu'en finale.

A aucun moment le pilote moniteur ne pense que le moteur s'est arrêté. En revanche, il réalise qu'il ne peut maintenir le pallier et que les pistes de Cognac sont trop éloignées pour qu'il puisse s'y reposer.

Il maintient donc une vitesse de 110kt en descente et envisage un atterrissage en campagne. L'appareil survolant des vignes, le moniteur n'identifie dans un premier temps aucun terrain propice à ce type d'atterrissage.

Il rend compte de ses problèmes au contrôle et demande le dernier vent (du 130° pour 15 à 25 kt) Le moniteur prend le cap vent arrière (310°) et constate que son repère d'angle de plané s'approche lentement de la bordure sud de la

² EGT : Exhaust gas temperature - Température de gaz d'échappement

base aérienne, réalisant ainsi qu'un atterrissage sur la base de Cognac est finalement envisageable.

Tout en poursuivant la recherche d'une aire d'atterrissage de fortune, il demande au contrôle un atterrissage d'urgence à contre QFU (piste 27). Liberté de manœuvre lui étant accordée, il met le cap sur l'entrée de piste que son angle de plané lui permet d'atteindre maintenant avec certitude.

Face à la piste, le moniteur s'estimant trop haut sur le plan de descente décide de réduire légèrement à la manette des gaz. Cette action se traduit par une sensation de traction supplémentaire. La commande est ramenée en secteur avant et l'appareil semble freiner de nouveau.

En finale le moniteur sort le train et les pleins volets puis met l'avion en glissade afin de raccourcir le point de toucher. Il pose l'appareil et le contrôle normalement. Il demande à l'élève de couper le moteur avant l'arrêt complet. Ce dernier le coupe à la richesse et aux magnétos. L'appareil est immobilisé sur une bretelle et l'équipage l'évacue rapidement.

Entre le décollage et le toucher des roues, il s'est écoulé 6 minutes et 39 secondes et 3 minutes entre le début de l'évènement et le toucher des roues.

⇒ département : Charente

⇒ commune : Segonzac, lieu-dit "chez Barraud"

⇒ coordonnées géographiques :

- N45°38'15''

- E 000°14'00''

⇒ Hauteur de l'événement : 1500 ft

➤ Moment : jour

➤ Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Cognac à 3,8 Nm dans le 115° du lieu de l'événement.

1.2. TUÉS ET BLESSÉS

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles	0	0	0
Graves	0	0	0
Aucune	2	0	

1.3. DOMMAGES A L'AÉRONEF

L'avion n'a subi aucun dégât matériel visible.

1.4. AUTRES DOMMAGES

Nil

1.5. RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL

1.5.1. Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1. Commandant de bord

➤ Age : 43 ans

➤ unité d'affectation : école de pilotage de l'armée de l'air

⇒ fonction dans l'unité : moniteur

➤ spécialité : pilote de chasse

⇒ qualification : chef de patrouille et chef moniteur

- ⇒ école de spécialisation : Tours
- ⇒ année de sortie d'école : 1984
- heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Sur Epsilon	Sur tous types	Sur Epsilon	Sur tous types	Sur Epsilon
Total	3380h00	650h00	60h00	60h00	13h00	13h00
Dont nuit	160h00	30h00	1h00	1h00	0h00	0h00

- date du dernier vol comme pilote sur Epsilon :
 - ⇒ de jour : 14 février 2003
 - ⇒ de nuit : 5 novembre 2002
- Carte de circulation aérienne :
 - ⇒ Type : verte
 - ⇒ date d'expiration : 15 octobre 2003

1.5.1.2. Elève pilote

- Age : 21 ans
- Unité d'affectation : école de pilotage de l'armée de l'air
 - ⇒ Fonction dans l'unité : élève pilote
- Heures de vol comme élève pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Sur Epsilon	Sur tous types	Sur Epsilon	Sur tous types	Sur Epsilon
Total	24h20	24h20	13h20	13h20	13h20	13h20
Dont nuit	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00	0h00

- Date du dernier vol comme élève pilote sur Epsilon :
 - ⇒ de jour : 21 février 2003

- ⇒ de nuit : nil
- Carte de circulation aérienne :
 - ⇒ type : nil
- Date du dernier examen médical :
 - ⇒ 20 novembre 2002
 - ⇒ Validité : 1 an
 - ⇒ Résultat : apte

1.6. RENSEIGNEMENTS SUR L'AÉRONEF

- Armée : Armée de l'air
- Commandement d'appartenance : commandement des écoles de l'armée de l'air
- Base aérienne de stationnement : Cognac Chateaubernard
- Unité d'affectation : école de pilotage de l'armée de l'air
- Type d'aéronef : Epsilon TB 30
 - ⇒ configuration : lisse
 - ⇒ armement : nil

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	Epsilon TB 30	124	2352h45	GV ³ : 471h40	VIC ⁴ : 61h30
Moteur	AEIO-540- L1B5D	L-23028 -48A	1948h00	RG ⁵ : 521h50	VCM500 ⁶ : 22h25

1.6.1. Maintenance

1.6.1.1. Cellule

L'appareil a été livré à l'armée de l'air en 1987.

La cellule avait fait l'objet d'une grande visite (GV) le 07 février 1997, au sein de la société SECA, alors qu'elle avait 1881h05 de vol pour 2090 atterrissages.

L'appareil a été stocké pendant 49 mois, du 01/10/1997 au 08/01/2002 au sein du GERSA⁷ de Châteaudun. Le moteur est maintenu sur la cellule et conditionné pendant toute la période de stockage.

Le plan de maintenance de la cellule appliqué par l'Armée de l'air prévoit une visite intermédiaire cellule (VIC) réalisée par l'utilisateur toutes les 100 heures et une grande visite (GV) toutes les 2000 heures chez l'industriel.

1.6.1.2. Moteur

- Livraison le 02 octobre 1985
- Mise en service le 8 septembre 1986
- Avionné en juillet 1986 par la société SOCATA

- Suivi des visites et des positions du moteur incriminé :

³ GV : Grande visite (cellule)

⁴ VIC : Visite intermédiaire cellule

⁵ RG : Révision générale (moteur)

⁶ VCM 500 : Visite complète moteur

⁷ GERSA : Groupe d'entretien réparations et stockage d'aéronefs

DATE	ACTION	ORGANISME	HEURES DE FONCTIONNEMENT	APPAREIL AVIONNE
07/1986	Avionnage	SOCATA Tarbes	0h00	N°90
09/09/1987	VCM	GERMAS 15/315	399h30	N°90
13/01/1992	VCM	GERMAS 15/315	781h30	N°90
19/08/1993	VCM	GERMAS 15/315	1280h30	N°90
22/06/1994 au 11/1994	RG	France Aviation Toussus	1426h10	Désavionné
05/08/1996	Avionnage	GERMAS 15/315	2h25 depuis RG	N°124
25/07/1997	VIM ⁸	GERMAS 15/315	100h55 depuis RG	N°124
01/10/1997	Stockage avion avec moteur	GERSA Châteaudun	/	N°124
08/01/2002	Sortie stockage	ESTS Cognac	/	N°124
22/05/2002	VIM	ESTS 15/315	210h20	N°124
22/08/2002	VIM	ESTS 15/315	315h25	N°124
22/10/2002	VIM	ESTS 15/315	399h45	N°124
30/01/2003	VCM	ESTS 15/315	499h25	N°124

⁸ VIM : Visite intermédiaire moteur

24/02/2003	Incident aérien grave	521h50 depuis RG soit 1948h00	N°124
------------	-----------------------	-------------------------------------	-------

Les différentes visites VI1, VI2 et VAU effectuées sur le moteur alors qu'il était avionné sur l'Epsilon n°90 ont été réalisées conformément au plan de maintenance mais ne sont pas listées dans le tableau présenté ci-dessus.

Le plan complet des visites moteur appliqué par l'Armée de l'air se fait aujourd'hui comme suit :

- Une VIM (visite intermédiaire moteur) toutes les 100h par l'utilisateur (NTI1 ou NTI2) ;
 - Une VCM (visite complète moteur) toutes les 500h par l'utilisateur (NTI2) ;
 - Une GV (grande visite) toutes les 1500h par l'industriel.
-
- Relevé des pannes du moteur depuis son avionnage sur l'Epsilon n°124 :

Date	Heures cellule	Heures moteur	Panne constatée	Mesures prises
30/08/1996	1877h25	36h30	Vibrations moteur et compressions cylindre n°1 à 0	Echange standard cylindre
06/02/1997	1884h30	53h35	Panne richesse	Réglage richesse
30/04/1997	1888h20	57h25	Fuite d'huile magnéto	Echange standard magnéto
23/06/1997	1919h40	88h45	P.A. supérieure à 1000 mbar au décollage	Soufflage circuit P.A. et réglage à 990 mbar au point fixe de contrôle.
12/03/2002	1951h15	120h20	Pas de chute de tours sur magnéto gauche et chute de 400 tours sur magnéto droite	Echange rupteur et condensateur de la magnéto plus calage.
23/02/2002	1931h50	130h50	Fuite d'huile magnéto	Echange standard de la magnéto
09/04/2002	1987h55	157h00	Température EGT supérieure à 800°C (≈880°C)	Nettoyage bougie, calage magnéto, inspection des injecteurs et échange standard du système.
29/07/2002	2114h40	283h45	Ralenti à 1200 tr/mn	Réglage ralenti et richesse

1.6.2. Performances

Aucune remarque n'a été effectuée suite aux vols précédents, hormis les pannes listées précédemment.

1.6.3. Carburant

- Type de carburant utilisé : Essence AIR3401 100/130 ou AVGAS 100LL
- Quantité de carburant au décollage : 200 litres (210 litres à la mise en route)

- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : estimée à 190 litres

1.7. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

1.7.1. Prévisions

L'ensemble de ces prévisions est accessible directement en escadron grâce au système informatisé de la base aérienne (SICOPS).

- Message TAF de prévisions sur le terrain de Cognac :

LFBG 241100Z 241221 15018G30KT CAVOK=

Signifie :

- ⇒ pour la période de 12h00 à 21h00 Z le vent sera du 150° pour 18 nœuds avec des rafales à 30 nœuds,
- ⇒ la visibilité horizontale supérieure ou égale à 10 km
- ⇒ pas de nuage en dessous de 1500 mètres
- ⇒ ni précipitations, ni orages, ni autres météores...

- Précisions météo complémentaires par tranches horaires (QAM)

⇒ 12h00Z

⇒ 14017KT/23KT 9999 SCT250 15/06 PSTAT : 1014.1 QNH : 1017

⇒ 13h00Z

⇒ 13016KT/23KT 9999 FEW043 FEW160 SCT250 16/07 PSTAT: 1013.3
QNH: 1016

⇒ 14h00Z

⇒ 13016KT/19KT 9999 SCT046 FEW160 SCT250 16/06 PSTAT: 1012.3
QNH: 1015

1.7.2. Observations

Les éléments donnés au pilote par les opérations base, issus des observations effectuées par le service météorologique de la base aérienne de Cognac et aux capteurs installés à la tour de contrôle sont :

Terrain « BLEU » en piste 09

Vent du 120° pour 18 nœuds et rafales à 20 nœuds

Nota : terrain BLEU correspond à une visibilité horizontale supérieure à 8000 mètres et un plafond supérieur à 1500 ft.

1.8. AIDES A LA NAVIGATION

Les aides à la navigation du terrain de Cognac sont en fonctionnement et opérationnels.

1.9. TÉLÉCOMMUNICATIONS

Les liaisons radio sont opérationnelles et l'équipage est en contact avec l'aéroport en :

- Émission/réception sur le Channel 14V soit 279.22 en UHF
- Réception sur le Channel 14R soit 120.07 en VHF

1.10. RENSEIGNEMENTS SUR L'AÉRODROME

Le terrain de Cognac possède deux pistes :

- ❑ La piste 05/23 d'une longueur de 2400 mètres
- ❑ La piste 09/27 d'une longueur de 1890 mètres.

La piste 09 est en service.

Le terrain est « BLEU SPECIAL », le suffixe SPECIAL est utilisé car la rampe d'approche est hors service.

Le terrain est classé « danger vent A » car la composante travers est supérieure à 10 kt et inférieure à 14 kt.

1.11. ENREGISTREURS DE BORD

Nil

1.12. RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉPAVE ET SUR L'IMPACT

1.12.1. Examen de la zone

Aucune trace n'a été relevée sur la piste.

1.12.2. Examen de l'avion

L'avion est totalement intègre.

1.13. RENSEIGNEMENTS MÉDICAUX ET PATHOLOGIQUES

Aucun prélèvement n'a été effectué sur les membres d'équipage.

1.14. INCENDIE

Nil

1.15. SURVIE DES OCCUPANTS

1.15.1. Organisation des secours

L'équipage ayant annoncé ses problèmes, les secours étaient prêts à intervenir. Le service médical et les moyens de secours se sont mis en place dès le déclenchement de l'alerte. Une fois l'avion posé et le moteur coupé, l'équipage a évacué l'avion.

1.16. ESSAIS ET RECHERCHES

1.16.1. Essais de fonctionnements

1.16.1.1. Point fixe du groupe moto propulseur

- Le 26 février 2003, après un contrôle technique des différents éléments du groupe moto propulseur, deux points fixes ont été effectués afin de relever les différents paramètres moteurs.

Des prélèvements de fluide ont été effectués après ces essais et ont été envoyés au CEPr pour expertise.

- Les points fixes suivants ont été réalisés les 3 et 4 mars 2003 :
 - ⇒ Un essai moteur incriminé avec un régulateur hélice réputé bon.
 - ⇒ Un essai moteur réputé bon avec le régulateur hélice incriminé.
 - ⇒ Un essai moteur et régulateur hélice incriminé.

1.16.1.2. Régulation hélice

Une expertise du régulateur hélice et de l'hélice a été menée auprès de la société de maintenance Technic Aviation, le 28 février 2003.

Un démontage du régulateur pour expertise a été demandé au CEAA.

1.16.1.3. Circuit carburant

Une expertise du système d'injection et de la pompe mécanique a été menée auprès de la société de maintenance France Aviation.

1.16.1.4. Groupe motopropulseur

Le 18 mars 2003, un essai de fonctionnement du moteur a été effectué par la société France Aviation. Le moteur était équipé de son hélice et d'un régulateur hélice différent de celui de l'évènement.

Un démontage a été réalisé le lendemain pour expertise des différents éléments du moteur.

1.16.2. Expertises des fluides par le CEPr

Une analyse du carburant et des caractéristiques physico-chimiques de l'huile a été confiée au CEPr.

De plus, une analyse spectrométrique des prélèvements d'huile a été réalisée.

1.16.3. Autres expertises CEPr

- Cartouche du filtre à huile.
- Crépine du circuit d'huile

1.16.4. Autres recherches

Simultanément, des recherches d'évènements ont été faites grâce à la base de donnée VORTEX afin de déterminer les causes de ces pannes et éventuellement de trouver des similitudes avec l'incident de l'Epsilon 13. (Enquête BEAD-A-2003-002-A)

Les sociétés SOCATA et Lycoming, constructeurs de l'avion et du moteur, ont été associés à la recherche des hypothèses.

2. ANALYSE

Elle s'articule en quatre parties :

- La première partie analyse les faits exposés dans le chapitre premier « renseignements de base » ;
- La seconde décline la synthèse des différents résultats des expertises et essais ;
- La troisième énonce et vérifie les hypothèses relatives à des causes techniques, environnementales et humaines;
- La quatrième propose une arborescence des causes possibles à l'origine de cet incident aérien grave.

2.1. ANALYSE DES FAITS

Cette partie s'appuie sur l'analyse :

- Du contexte de la mission ;
- De l'expérience professionnelle de l'équipage ;
- De la perception, par les équipages, de la fiabilité des Epsilon.

2.1.1. Contexte de la mission

Cette mission d'instruction est la dernière mission avant le test d'aptitude à poursuivre la progression d'un l'élève pilote.

Elle revêt donc pour lui une très grande importance. Il est probable qu'il ressent une certaine tension qui génère un stress élevé.

2.1.2. Expérience professionnelle de l'équipage

2.1.2.1. Le moniteur

Le moniteur est un pilote expérimenté qui possède plus de 3300 heures de vol dont 650 sur Epsilon. Il possède la qualification de chef de patrouille et de chef moniteur. Il est parfaitement qualifié pour réaliser la mission.

2.1.2.2. L'élève

L'élève est peu expérimenté. Il est au début de sa formation et il ne totalise que 24 heures de vol, toutes effectuées sur Epsilon.

2.2. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES EXPERTISES ET ESSAIS

2.2.1. Essais au sol

Les essais ont été de deux types à savoir des vérifications menées par l'armée de l'air en appliquant la documentation de maintenance et des expertises menées par les industriels sous le contrôle du service qualité de la DGA (DPM/SQ)

➤ Vérifications menées par l'armée de l'air

⇒ point fixe moteur

Les paramètres relevés sont conformes aux normes techniques à l'exception du régime maximum obtenu à 2600tr/mn au lieu de 2700 tr/mn. Cette anomalie n'est pas de nature à générer l'incident observé.

Les points fixes réalisés avec les combinaisons suivantes :

- Un essai moteur incriminé avec un régulateur hélice réputé bon.
- Un essai moteur réputé bon avec le régulateur hélice incriminé.
- Un essai moteur et régulateur hélice incriminé.

Ont montré des paramètres conformes aux spécifications.

- relevé des compressions des cylindres

Résultats corrects

- contrôle des bougies

Pas d'anomalie

- contrôle de la magnéto

Pas d'anomalie

- test de bon fonctionnement de la magnéto au banc

Pas d'anomalie

- contrôle des injecteurs

Pas d'anomalie

- contrôle du débit des injecteurs

Pas d'anomalie

- contrôle endoscopique des cylindres

Pas d'anomalie

- contrôle des pots d'échappement

La chicane du pot droit était désaxée mais solidaire du pot. Ne peut pas avoir joué un rôle dans l'événement.

- contrôle du filtre à huile

Pas d'anomalie

- contrôle de la sonde EGT

Pas d'anomalie

- contrôle des pipes d'admission

Pas d'anomalie

➤ Expertises industrielles

- hélice et régulateur d'hélice.

Cette expertise menée par la société de maintenance Technic aviation a fait l'objet du rapport N°5209/SPAé/ST/PRA du 10.03.03.

Les résultats sont les suivants:

- ⇒ Un dépôt gluant pâteux et noirâtre a été prélevé dans le bol de l'hélice et envoyé en expertise au CEPr ;
- ⇒ Le calage hélice est conforme ;
- ⇒ Le graissage est conforme mais la présence de graisse au centre du moyeu semble inexplicquée ;
- ⇒ Le régulateur est intègre et les résultats après passage au banc sont conformes aux spécifications du constructeur (Woodward).

Hormis les quelques points mineurs mentionnés, l'expertise n'a révélé aucune anomalie pouvant expliquer l'événement.

- Circuit carburant

L'expertise du système d'injection et de la pompe mécanique menée par la société de maintenance France Aviation n'a révélé aucune anomalie.

- système d'injection

Cette expertise a fait l'objet du rapport N°12036/DPM SQ/PR/PAE/R2 du 27.03.03. Pas d'anomalie observée.

- groupe motopropulseur

Cette expertise menée par la société de maintenance France aviation a fait l'objet du rapport N°12164/DPM SQ/PR/PAE/R2 du 08.04.03. Un essai au banc a été réalisé avec un régulateur hélice différent de celui de l'évènement suivi d'un démontage du moteur. Les essais et l'expertise n'ont montré aucune anomalie.

- Expertises menées par le CEPr

- Carburant et huile

L'analyse du carburant et des propriétés physico-chimiques de l'huile ne révèle pas d'anomalie sur la qualité des produits. L'analyse spectrométrique des prélèvements d'huile montre que les éléments métalliques identifiés et quantifiés ne révèlent aucune usure anormale des composants internes du moteur.

- Filtre à huile

Outre la présence de fragments d'aluminium consécutifs à l'usure normale du moteur, des petites écailles de peinture paraissant étrangères au moteur ont été trouvées sur l'élément filtrant de la cartouche du filtre à huile. Ces éléments ne sont pas de nature à avoir joué un rôle dans l'évènement.

- Crépine d'huile

L'analyse d'une particule prélevée sur la crépine du circuit d'huile montre qu'il s'agit d'un fragment de 1 mm d'un élément de faible épaisseur ne provenant pas d'un composant interne du moteur ni d'un élément connu d'accessoire pouvant être libéré dans le moteur.

➤ Autres recherches

- Base de données Vortex

Aucun événement mentionné dans la base de données ne présente de similitude avec l'incident de l'Epsilon N°124.

- Contacts auprès des sociétés SOCATA et Lycoming

Aucune hypothèse quant à un défaut technique n'a pu être avancée compte tenu de l'absence d'anomalie observée sur le groupe motopropulseur.

2.2.2. Essais en vol

Un certain nombre de vols ont été menés par le CEV et l'armée de l'air pour tenter de reproduire les phénomènes observés lors de l'incident.

Le jour de l'événement, lors de l'atterrissage, le pilote a réduit les gaz et a rapporté avoir senti que le moteur semblait retrouver de la puissance. Ce phénomène a été reproduit en appauvrissant le mélange air carburant en plaçant la manette de richesse dans une position intermédiaire (appendice 1 : commandes du moteur). Dans ce cas, le fait de réduire les gaz, rééquilibre le mélange qui était trop pauvre par rapport aux conditions de vol.

Par ailleurs en se replaçant dans les conditions de vol et de réglages du moteur immédiatement antérieures à l'apparition de la panne, et en déplaçant la manette de richesse vers « pauvre » de manière concomitante avec la manette d'hélice, des symptômes similaires à ceux décrits par l'équipage ont été constatés.

Les essais en vol ont montré qu'un appauvrissement du mélange par action sur la commande de richesse a permis de reproduire les symptômes observés lors du vol en palier et lors de l'atterrissage.

2.3. ÉNONCÉ ET VÉRIFICATION DES HYPOTHÈSES RELATIVES AUX CAUSES DE L'ÉVÈNEMENT

2.3.1. Hypothèses liées à des causes d'origine humaines

- Hypothèse : le comportement du moteur, tel qu'il a été relaté par l'équipage, résulte d'un appauvrissement du mélange par action sur la commande de richesse.

Les essais en vol ont permis de reproduire les phénomènes observés, lors de la panne pendant le vol en palier et à l'atterrissage, par un positionnement inadapté à des conditions de vol de la commande de richesse.

Ces essais montrent que seule une action sur la commande de richesse a pu entraîner les phénomènes constatés. Une action sur une autre commande du moteur (magnéto, carburant...) aurait eu des effets différents ou aurait conduit à l'arrêt du moteur. Or cela n'a pas été le cas puisque le moteur fournissait de la puissance en courte finale, lors de la réduction des gaz.

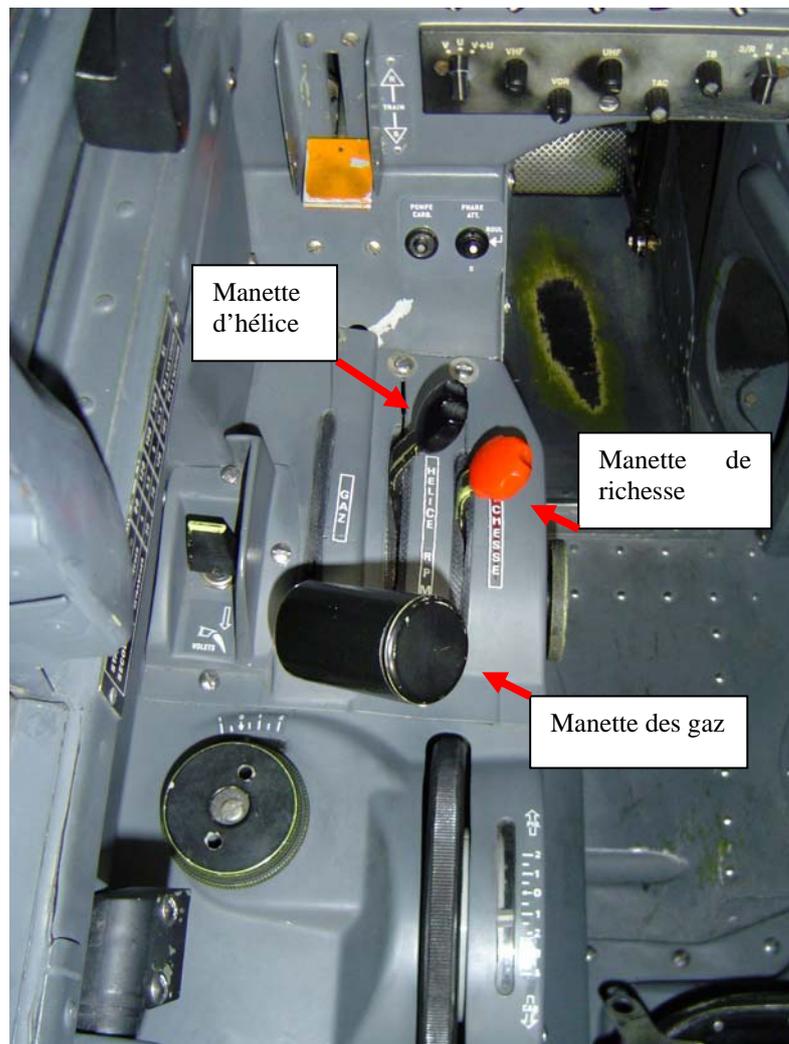
Plus spécifiquement, un appauvrissement du mélange expliquerait que le vol en palier ait pu être maintenu alors que la vitesse a diminué.

L'hypothèse que le comportement du moteur, tel qu'il a été relaté par l'équipage, résulte d'un appauvrissement du mélange par action sur la commande de richesse est POSSIBLE.

- Hypothèse : l'appauvrissement du mélange résulte d'une action involontaire de l'élève.

Le pilote aux commandes est un élève pilote qui passe un pré-test avec un pilote testeur. Il vient de terminer la phase de montée après décollage et a atteint les paramètres de vol en palier prévus, à savoir 1500 ft et 180kt. Pour conserver cette vitesse, il doit alors, avec la commande des gaz, réduire la pression d'admission, de 970 mb correspondant à la pression d'admission à 1500 ft QNH, vers 850 mb, correspondant au vol en palier. Il doit ensuite

ajuster la vitesse de rotation du moteur en agissant sur la commande d'hélice pour passer d'une vitesse de 2700 tr/mn à 2500tr/mn. La proximité des différentes commandes permet qu'en agissant sur la manette des gaz ou sur la manette d'hélice, il accroche par inadvertance la commande de richesse située tout à côté.



Proximité des manettes d'hélice et de richesse.

L'hypothèse que l'appauvrissement du mélange résulte d'une action involontaire de l'élève est POSSIBLE.

- Hypothèse : l'appauvrissement du mélange résulte d'un raté d'exécution de l'élève.

L'élève est au tout début de sa formation, il ne possède donc qu'une expérience très faible et il est probablement stressé du fait qu'il se trouve entraîné de passer le pré-test d'aptitude à poursuivre sa progression. Il s'agit d'une étape importante de sa formation durant laquelle on lui pardonnera moins les erreurs que pour les vols précédents. Le niveau de stress est d'autant plus élevé qu'il passe ce pré test avec un chef moniteur, testeur extérieur à l'escadron, avec lequel il existe une différence de grade importante, alors que les vols précédents ont été effectués avec son moniteur habituel.

Pour réduire le régime, il est donc possible qu'il ait utilisé, sans s'en rendre compte, la manette de richesse à la place de la manette d'hélice.

L'hypothèse que l'appauvrissement du mélange résulte d'un raté d'exécution de l'élève est POSSIBLE.

Cependant, que l'appauvrissement du mélange résulte d'un acte involontaire ou d'un raté d'exécution de la part de l'élève, ni le moniteur ni l'élève n'auraient perçu la position incorrecte de la manette de richesse.

- Concernant le moniteur

- Hypothèse : une erreur de jugement et une interprétation erronée de la situation conduit le moniteur à ne pas identifier la position inappropriée de la manette de richesse.

Lorsque la panne apparaît, le moniteur pense que l'élève a agi de manière inappropriée sur la manette d'hélice en voulant réduire le régime du moteur à 2500 tr/mn. Il vérifie visuellement sa position et constate qu'elle est conforme aux paramètres de vol prévus. Il pense alors à un problème moteur en faisant référence aux récents accidents d'Epsilon. En effet, quelques mois avant l'incident, un Epsilon a été contraint à un atterrissage forcé suite à une rupture d'une bielle et, le mois précédent, en raison d'un problème moteur un autre Epsilon s'est posé dans un champ juste avant de prendre feu.

Constatant qu'il ne peut rejoindre le terrain de Cognac, son objectif devient alors de trouver un champ propice à un atterrissage en campagne. On comprend aisément qu'à cet instant son niveau de stress s'accroît considérablement. Rapidement, il apparaît à l'instructeur que l'énergie résiduelle de l'avion lui permettra d'atteindre le terrain de Cognac.

La focalisation sur l'objectif prioritaire qui en a alors résulté peut expliquer que, bien que le moniteur témoigne qu'il ait vu la commande de richesse en position "plein riche", sa perception ait été altérée renforçant son interprétation erronée de la situation à savoir le diagnostic d'un problème moteur irrémédiable. Cette focalisation sur la réalisation d'un atterrissage en campagne se traduit également par l'absence de vérification des paramètres moteur, l'absence d'application de la check list « procédure de secours/panne moteur en vol », ces deux actions étant jugées vouées à l'échec.

L'hypothèse qu'une erreur de jugement et une interprétation erronée de la situation aient conduit le moniteur à ne pas identifier la position inappropriée de la manette de richesse est POSSIBLE.

- Concernant l'élève
- Hypothèse : un report total de responsabilité de l'élève sur son moniteur ne lui permet pas d'identifier une action inappropriée sur la commande de richesse.

Voyant que le moniteur prend à son compte la gestion de ce qui semble être une panne, l'élève est implicitement conforté sur le fait qu'il n'a pas commis d'erreur sur le réglage de la manette d'hélice. En raison de sa faible expérience aéronautique, et de la différence de qualification et de grade avec le moniteur, il lui est impossible de remettre en question l'analyse effectuée par ce dernier. Il s'en remet alors totalement à son moniteur et ne fait aucune vérification ne s'estimant plus compétent.

L'hypothèse qu'un report total de responsabilité de l'élève sur son moniteur ne lui permette pas d'identifier une action inappropriée sur la commande de richesse est POSSIBLE.

2.3.2. Hypothèses liées à des causes d'origine environnementales

D'une manière générale, les causes environnementales peuvent être liées à la météorologie, à des facteurs humains ou techniques.

2.3.2.1. conditions météorologiques

Les conditions météorologiques étaient propices à la réalisation de la mission.

L'hypothèse que des causes environnementales liées à la météorologie aient pu jouer un rôle dans l'incident est REJETÉE

2.3.2.2. environnement « facteurs humains »

La population des pilotes d'Epsilon a été confrontée à des pannes récurrentes ayant conduit pour certaines à des atterrissages forcés en campagne. On en dénombre 28 depuis 1985 dont 4 en 2000, 2 en 2002 et 2 en 2003. Bien que ces atterrissages n'aient pas eu de conséquence pour les personnels, ils ont sérieusement altéré leur confiance dans cet appareil. Le dernier, qui s'est produit le 20 janvier 2003 (l'avion a pris feu une fois posé dans un champ alors que l'équipage venait de l'évacuer), a pu aggraver encore un climat de doute qui s'était établi depuis quelques années. A ce titre des témoignages montrent que certains pilotes définissent leurs zones de travail en fonction des possibilités

d'atterrissage d'urgence. Certains semblent redouter les vols de nuit avec cet appareil.

Il est donc établi qu'à l'époque de l'incident les équipages ont une confiance limitée dans l'Epsilon en raison notamment de certaines pannes graves qui ont conduit à des atterrissages forcés.

L'hypothèse que des causes environnementales liées aux facteurs humains ont joué un rôle aggravant dans la gestion de l'événement est CERTAINE

2.3.2.3. environnement technique

Les essais en vol réalisés dans le cadre de cette enquête et celle de l'Epsilon N°13 ont montré que sur ce type d'appareil le pilote ne disposait pas d'éléments d'information suffisants pour diagnostiquer un arrêt du moteur. En effet l'indicateur de température de gaz d'échappement (EGT) ne couvre pas les températures inférieures à 600°C. D'autre part la procédure secours panne moteur fait référence à un arrêt ou des ratés or en fait pour un moteur coupé on constate que l'hélice tourne toujours à une vitesse proche du ralenti. Il est possible que le pilote ait pu considérer qu'il se trouvait dans un cas de panne non couvert par la check list puisque d'une part il constatait que son moteur n'était pas arrêté et que d'autre part les ratés observés au début de l'événement avaient disparu.

L'hypothèse que des causes environnementales liées à la technique aient pu jouer en rôle dans l'analyse de la panne et dans l'absence d'application complète de la check list est POSSIBLE

2.3.3. Hypothèses liées à des causes d'origine techniques

2.3.3.1. Moteur

L'ensemble des contrôles réalisé par l'Armées de l'air ainsi que les expertises menées par l'industriel n'ont mis en évidence aucune anomalie.

Quelques mois après l'événement, il est apparu qu'un service bulletin impératif émis par le constructeur de la magnéto n'avait jamais été transmis à l'armée de l'Air. Il concernait le remplacement d'un des composant mécanique de la magnéto destiné à assurer de calage automatique de l'avance à l'allumage, la pièce d'origine pouvant amener des arrêts du moteur. Toutefois compte tenu du fait que tous les essais au sol n'ont pas reproduit d'anomalie et que peu avant l'atterrissage le moteur répondait toujours à la commande des gaz, l'hypothèse que la magnéto ait pu jouer un rôle dans l'incident est rejetée.

2.3.3.2. Hélice et régulateur d'hélice

L'ensemble des contrôles réalisé par l'Armées de l'air ainsi que les expertises menées par l'industriel n'ont mis en évidence aucune anomalie.

2.3.3.3. Commandes du moteur

Toutes les commandes du moteur ont été vérifiées et fonctionnent correctement.

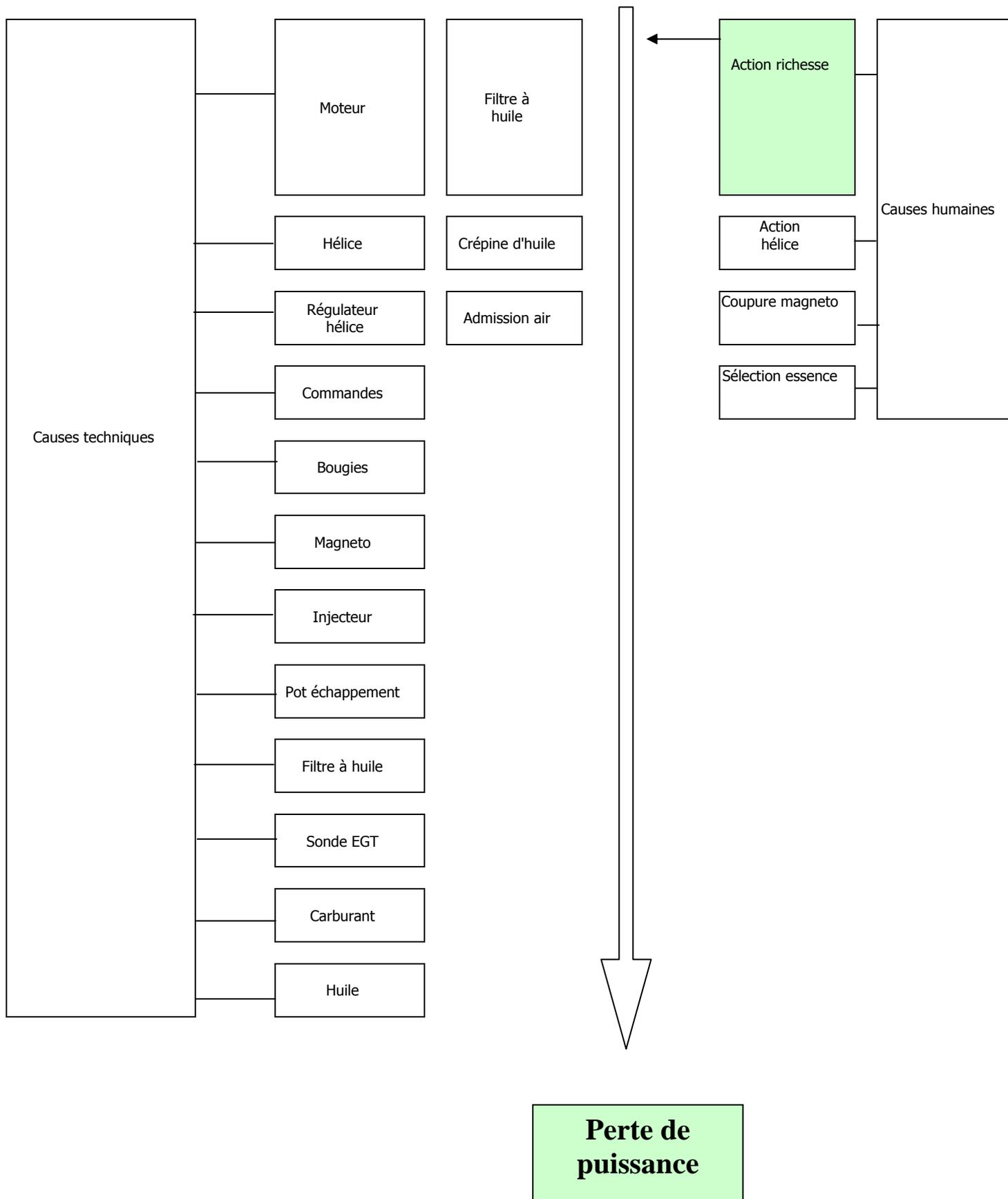
2.3.3.4. Conclusion sur les causes techniques

Les expertises et essais menés n'ayant révélé aucune anomalie, un dysfonctionnement du groupe motopropulseur ne peut être à l'origine de l'incident.

**L'hypothèse que le groupe motopropulseur soit à l'origine de l'incident est
REJETEE**

2.4. ARBORESCENCE DES CAUSES

ARBRE DES CAUSES



3. CONCLUSION

3.1. FAITS ÉTABLIS UTILES A LA COMPREHENSION DE L'ÉVÉNEMENT

- L'événement s'est déroulé le 24 février 2003 à 14 heures 27 lors d'un vol d'instruction au profit d'un élève pilote sur un appareil Epsilon de la base école de COGNAC.
- L'appareil était entretenu conformément au plan de maintenance approuvé par l'Armée de l'Air.
- Le commandant de bord, pilote instructeur, chargé de mener l'instruction en vol était qualifié pour exécuter la mission.
- Environ 3 minutes après le décollage, alors que l'appareil arrive à 1500ft et 180kt, l'élève en place avant réduit les gaz et diminue le régime moteur. L'équipage constate des battements de régime, entend une détonation, lit une chute de la température des gaz d'échappement ainsi qu'une chute du régime moteur et ressent une perte de puissance limitant la vitesse à 140kt.
- Après un rapide contrôle des paramètres sans toutefois appliquer rigoureusement la check list, le moniteur prend les commandes et envisage un atterrissage en campagne. Il se rend compte alors que l'avion possède suffisamment d'énergie pour regagner le terrain de Cognac.
- L'atterrissage est réalisé à contre QFU de façon optimale. L'équipage coupe le moteur et évacue l'appareil immobilisé sur une bretelle.

3.2. CAUSES DE L'ÉVÈNEMENT

Les conclusions de l'enquête reposent sur l'analyse des faits, des témoignages, résultats d'essais au sol et en vol et des expertises.

L'ensemble des contrôles et expertises réalisés sur le groupe motopropulseur de l'Epsilon N°124 n'a montré aucune anomalie.

Un essai en vol a permis de reproduire les phénomènes décrits par l'équipage lors de l'apparition de la perte de puissance par une action inappropriée sur la commande de richesse du moteur. Bien que l'équipage affirme que la manette de richesse était correctement positionnée, l'hypothèse qu'elle ait pu être actionnée par inadvertance reste possible.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1. MESURES AYANT DIRECTEMENT TRAIT A L'ÉVÈNEMENT

4.1.1. Mesures liées à l'environnement

4.1.1.1. Restauration de la confiance

L'enquête a mis en évidence un manque de confiance certain des équipages dans l'Epsilon en raison du nombre de pannes ayant conduit à des atterrissages forcés. Ce manque de confiance a pu fausser l'analyse des symptômes de la panne par l'équipage et le conduire à ne pas appliquer rigoureusement la procédure prévue en cas de pannes moteur. Afin de restaurer la confiance dans l'Epsilon, le BEAD recommande que l'Armée de l'Air communique et diffuse auprès des équipages l'ensemble de toutes les actions qu'elle a pu mener pour améliorer la maintenance et le suivi de la flotte Epsilon.

4.1.1.2. Amélioration des procédures de traitement des pannes moteur

Le BEAD recommande à l'armée de l'air de réfléchir à l'élaboration d'une procédure encadrante en cas de problème moteur susceptible de permettre une meilleure maîtrise générique, une meilleure identification et un meilleur traitement de la panne

4.1.2. Mesures liées à la technique

Pour éviter que la manette de richesse soit accidentellement actionnée, le BEAD recommande que soit étudiée la possibilité de bloquer la manette de richesse lors des

4.2. MESURES DE PREVENTION N'AYANT PAS DIRECTEMENT TRAIT A L'ÉVÈNEMENT

La présence d'un enregistreur de paramètres aurait probablement pu élucider les causes de cet événement aérien grave. En conséquence le BEAD recommande d'étudier la possibilité d'équiper l'Epsilon d'un enregistreur de paramètres.

Dans un cadre plus général, le BEAD recommande que les futurs appareils de l'Armée de l'air soient équipés d'un enregistreur d'accident.

APPENDICES

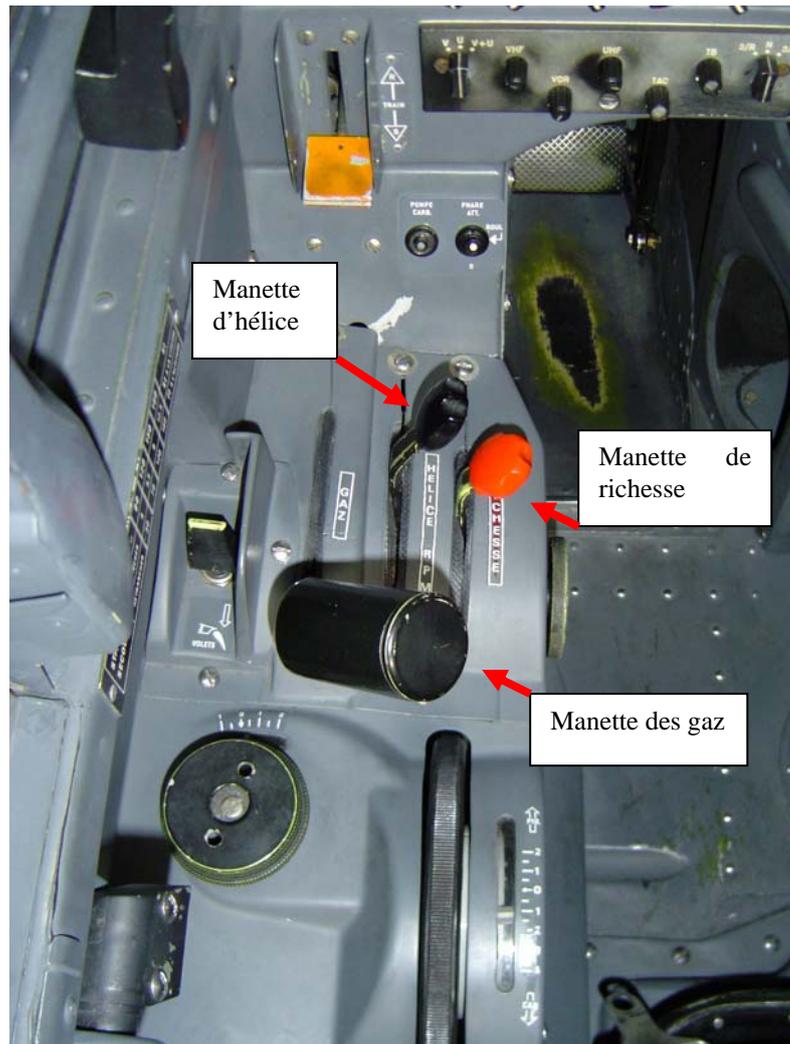
N°1 : Commandes du moteur

APPENDICE 1 : COMMANDES DU MOTEUR

La manette des gaz règle la pression d'admission donc la puissance du moteur. Le décollage s'effectue en position plein gaz manette à fond vers l'avant qui donne une pression d'admission de 999mb,

La manette d'hélice détermine la vitesse de rotation du moteur par action sur le pas de l'hélice (le moteur entraîne directement l'hélice). Au décollage la manette doit être placée vers l'avant sur la position plein petit pas qui donne une vitesse de rotation de 2700tr/mn. Une fois le palier atteint, on réduit les gaz en reculant la manette des gaz pour obtenir 850 mb et on recule la manette d'hélice pour obtenir une vitesse de 2500tr/mn.

La manette de richesse est utilisée pour doser le mélange air carburant. En effet avec l'altitude, la quantité d'air diminue, il convient donc de diminuer la quantité de carburant pour conserver un mélange équilibré. Ceci permet d'optimiser le rendement du moteur et par voie de conséquence augmenter l'autonomie. Au décollage, la manette est positionnée vers l'avant sur plein riche. En fonction de l'altitude, on recule la manette pour appauvrir le mélange. La position arrière permet d'étouffer le moteur pour l'arrêter. Le programme de formation des élèves prévoit qu'ils ne touchent jamais à la manette de richesse.



Vues des commandes du moteur