



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 25 avril 2007

RAPPORT PUBLIC D'ENQUETE TECHNIQUE



BEAD-air-M-2006-016-A

Date de l'événement	24 août 2006
Lieu	BAN Landivisiau (29)
Type d'appareil	Super Étendard Modernisé
Immatriculation	n°43
Organisme	Marine nationale
Unité	Flottille 11F

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'événement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'événement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes certaines ou possibles. Enfin, dans le dernier chapitre, des propositions en matière de prévention sont présentées.

UTILISATION DU RAPPORT

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

TABLE DES MATIERES

<i>Avertissement</i>	2
<i>Table des matières</i>	3
<i>Table des illustrations</i>	5
<i>Glossaire</i>	6
<i>Synopsis</i>	7
1 Renseignements de base	9
1.1 Déroulement du vol	9
1.1.1 Mission	9
1.1.2 Déroulement	9
1.1.2.1 Préparation du vol	9
1.1.2.2 Cadre du vol	9
1.1.2.3 Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement	10
1.1.3 Localisation	10
1.2 Tués et blessés	11
1.3 Dommages à l'aéronef	11
1.4 Autres dommages	11
1.5 Renseignements sur le personnel	11
1.5.1 Membres d'équipage de conduite	11
1.5.1.1 Commandant de bord	11
1.6 Renseignements sur l'aéronef	12
1.6.1 Maintenance	13
1.6.2 Masse	13
1.6.3 Carburant	13
1.7 Conditions météorologiques	13
1.8 Renseignements sur l'aérodrome	14
1.9 Enregistreurs de bord	14
1.10 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	14
1.10.1 Examen de l'appareil	14
1.10.1.1 Trains d'atterrissage	14
1.10.1.2 Caisson arrière du train	15
1.10.1.3 Cellule	16
1.10.1.4 Pneumatiques et freins	16
1.10.2 Examen de la zone d'impact	17
1.11 Renseignements médicaux et pathologiques	18
1.12 Organisation des secours	18
1.13 Essais et recherches	18
1.14 Renseignements sur les organismes	18
1.14.1 Contrôle local d'aérodrome (CLA)	18
1.14.2 Direction des vols	19
2 Analyse	20
2.1 Chronologie du vol	20
2.2 Perte de puissance	24
2.2.1 Moteur	24
2.2.2 Commande Secours Régulation Electrique	24
2.2.2.1 Principe de fonctionnement	24
2.2.2.2 Sécurité	25
2.2.2.3 Fonctionnement	26
2.2.2.4 Manipulation	26
2.2.3 Conclusion	27
2.3 Facteurs ayant conduit à l'impact	27
2.3.1 Expertise du pilote	28

2.3.1.1	Défaut d'expérience.....	28
2.3.1.2	Inhibition des routines.....	28
2.3.2	Analyse de la panne.....	29
2.3.3	Programme de réentraînement.....	30
2.3.4	Procédure d'entraînement au secours régulation électrique.....	31
2.3.4.1	But de l'entraînement.....	31
2.3.4.2	Méthode d'entraînement.....	31
2.3.5	Conclusion.....	33
2.4	Gestion de l'évènement par le pilote.....	33
2.4.1	Domaine de vol.....	33
2.4.2	Minimisation de l'évènement.....	34
2.4.2.1	Poursuite du vol.....	34
2.4.2.2	Utilisation de la radio.....	35
2.4.2.3	Analyse de la situation par le pilote.....	35
2.4.2.4	Conclusion.....	36
2.4.3	Conclusion sur la gestion de l'évènement.....	36
2.4.4	Circuit final.....	36
2.4.5	Conséquences de l'impact.....	37
3	Conclusion	39
3.1	Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement.....	39
3.1.1	Cadre de la mission.....	39
3.1.2	Perte de poussée et impact.....	39
3.1.3	Suite du vol.....	40
3.2	Causes de l'évènement.....	40
3.2.1	Cause de la chute de poussée.....	40
3.2.2	Causes de l'impact.....	41
4	Recommandations de sécurité	42
4.1	Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement.....	42
4.1.1	Procédure de test de commande SRE.....	42
4.1.2	Vol de reprise en main.....	43
4.1.3	Circuit SRE.....	43
4.1.4	Circuits réacteur douteux.....	44
4.1.5	Décision d'éjection.....	45
4.2	Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'évènement.....	46
4.2.1	Rappel sur l'annonce des situations inhabituelles.....	46
4.2.2	Numérisation des bandes magnétiques.....	47
Annexes	48
1	Secours régulation électrique	49
2	Fiche de vol sécurité - reprise en main	51
3	Autres fiches de vol	52
3.1	Familiarisation - Sécurité n°3.....	52
3.2	Familiarisation - Sécurité n°4.....	53
4	Circuits réacteur douteux	54
5	Appontage au SRE	55
6	Pression d'huile	56

TABLE DES ILLUSTRATIONS

➤ Table des photos :

Photo 1 : Amortisseur du train droit	p 14
Photo 2 : Frottement du pneu sur la trappe pantalon gauche	p 15
Photo 3 : Déformation du caisson arrière du train gauche	p 15
Photo 4 : Traces de frottement sur le pneumatique avant	p 16
Photo 5 : Roue gauche	p 16
Photo 6 : Traces de pneumatiques : vue vers l'Est	p 17
Photo 7 : Fin de dernier virage	p 20
Photo 8 : T ₀ : remise de gaz	p 21
Photo 9 : T ₀ + 2', chute de puissance	p 21
Photo 10 : Juste avant l'impact	p 22
Photo 11 : Juste après l'impact, augmentation de la vitesse	p 22
Photo 12 : Avion sur piste, en décélération	p 23
Photo 13 : Arrêt de l'avion	p 23
Photo 14 : SRE coupé	p 25
Photo 15 : SRE en fonctionnement	p 25
Photo 16 : Commande SRE neuve	p 25
Photo 17 : Commande SRE du SEM n°43	p 26

➤ Table des figures :

Figure 1 : Mesure des traces au sol	p 17
Figure 2 : Banquette gauche	p 24

GLOSSAIRE

ALAVIA	Amiral commandant l'aviation navale
BAN	Base aéronautique navale
BEAD-air	Bureau enquêtes accidents défense air
Ft	<i>Feet</i> Pied (1 ft \approx 0,305 m)
Kt	<i>Knot</i> Noeud (1 kt \approx 1,852 km/h)
SEM	Super étendard modernisé
SRE	Secours régulation électrique

SYNOPSIS

- Date de l'événement : 24 août 2006 vers 18h30¹.
- Lieu de l'événement : Base aéronautique navale (BAN) de Landivisiau (29).
- Organisme : Marine nationale.
- Commandement organique : ALAVIA².
- Unité : BAN Landivisiau - Flotille 11F.
- Aéronef : Super étendard modernisé (SEM).
- Nature du vol : vol local.
- Nombre de personnes à bord : 1.

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Lors d'un vol « sécurité - reprise en main » sur la base aéronautique navale de Landivisiau, le pilote initie une remise de gaz en secours régulation électrique. Son appareil touche durement la piste d'atterrissage et redécoule immédiatement.

Le pilote poursuit le vol, effectue un circuit long à vue et atterrit.

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

² ALAVIA : Amiral commandant la force de l'aéronautique navale.

Composition du groupe d'enquête technique :

- un enquêteur technique du bureau enquêtes accidents défense (BEAD-air), nommé enquêteur désigné ;
- un enquêteur de première information (EPI) ;
- un officier pilote de la BAN de Landivisiau ayant une expertise sur SEM ;
- un officier mécanicien de la BAN de Landivisiau ayant une expertise sur SEM.

Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air a été prévenu téléphoniquement par ALAVIA le vendredi 25 août 2006 à 09h30.

Le message d'avis d'incident aérien grave a été reçu le 25 août 2006 à 16h00.

Le message de déclenchement d'enquête technique et de désignation de l'EPI a été envoyé le 25 août 2006 à 16h50.

Les experts pilote et mécanicien ont été désignés le même jour à 19h00. L'expert médecin n'a pas été désigné.

L'enquêteur désigné a rejoint le groupe d'enquête le 29 août 2006 à 08h00.

Enquête judiciaire

L'évènement n'a pas conduit au déclenchement d'une enquête judiciaire.

1 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Mission

Indicatif mission	Kimono 43
Type de vol	CAM ³ A
Type de mission	Sécurité - Reprise en main
Dernier point de départ	BAN Landivisiau
Heure de départ	18h00
Point d'atterrissage prévu	BAN Landivisiau

1.1.2 Déroulement

1.1.2.1 Préparation du vol

La préparation du vol a été conforme aux règles en vigueur dans la marine nationale. Le pilote a effectué, au simulateur⁴, la première phase du programme de réentraînement sur SEM des pilotes de retour en flottille.

1.1.2.2 Cadre du vol

L'évènement s'est produit lors du premier vol du programme à effectuer dans le cadre de son réentraînement. Ce vol de reprise en main de l'avion comprenait des évolutions, du vol aux instruments, de l'entraînement aux procédures de secours, de la voltige et des circuits de piste en différentes configurations⁵.

³ CAM A : Circulation aérienne militaire de type Alpha (vol contrôlé).

⁴ Cinq séances de simulateur comprenant du vol sans visibilité, des procédures de pannes et de l'utilisation du système d'armes.

⁵ La fiche de vol détaillée est reproduite en annexe 2.

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

Après avoir réalisé une finale guidée au radar d'atterrissage suivie d'une remise de gaz, puis un circuit type réacteur douteux suivi d'un posé décollé, le pilote effectue un circuit d'entraînement à la procédure de régulation secours du réacteur⁶.

Après être monté à 3000 ft⁷ pour enclencher le secours régulation électrique, il se présente ensuite à 1500 ft à la verticale de la piste de Landivisiau pour un circuit à vue suivi d'une remise de gaz.

En courte finale, il initie la remise de gaz en actionnant la commande secours régulation électrique. La puissance du moteur chute. Le pilote affiche alors pleins gaz à la manette principale mais l'avion continue à perdre de l'altitude. Il impacte la piste et redécollé immédiatement.

La puissance du moteur permettant d'assurer le vol, le pilote rentre le train d'atterrissage et poursuit sur la trajectoire ascendante. Il effectue un circuit pour couper le secours régulation électrique puis se présente sur une longue finale à vue et atterrit. Constatant une dissymétrie dans l'efficacité des freins, il actionne le frein secours. L'avion s'immobilise sur la piste, à 45° à droite de l'axe.

1.1.3 Localisation

➤ Lieu :

- ⇒ pays : France ;
- ⇒ département : Finistère (29) ;
- ⇒ commune : Landivisiau ;
- ⇒ coordonnées géographiques :
 - N 48° 31' 49'' ;
 - E 004° 09' 06''.

⁶ Il s'agit, dans cet exercice, de mettre en œuvre le circuit secours de la régulation du moteur. La puissance du réacteur n'est alors plus pilotée par la manette des gaz mais par une commande qui actionne un vérin électrique pour régler le débit de carburant.

⁷ Ft: *feet*, pied (1 ft ≈ 0,305 m).

⇒ hauteur du lieu de l'événement : au sol.

➤ Moment : jour.

1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles	/	/	/
Graves	/	/	/
Légères	/	/	/
Aucunes	1 ⁸	/	/

1.3 Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
SEM n° 43			X	

1.4 Autres dommages

Néant.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1 Commandant de bord

- Age : 29 ans.
- Sexe : masculin.
- Unité d'affectation : Flottille 11 F – Landivisiau.

⇒ fonction dans l'unité : officier tactique.

⁸ Le pilote a consulté le corps médical le lendemain suite à des courbatures et douleurs musculaires qui se sont par la suite dissipées.

➤ Formation :

- ⇒ qualification : sous-chef de patrouille ;
- ⇒ école de spécialisation : NAS⁹ Meridian (États-unis d'Amérique) ;
- ⇒ année de sortie d'école : 1999.

➤ Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Sur SEM	Sur tous types	Sur SEM	Sur tous types	Sur SEM
Total	2106 ¹⁰	797	129	0	7	0
Dont VSV ¹¹	362	191	18,5	0	0,5	0

➤ Date du dernier vol comme pilote :

- ⇒ sur SEM : 13 juillet 2003 ;
- ⇒ sur F/A 18 : 04 août 2006.

➤ Carte de circulation aérienne :

- ⇒ type : carte jaune (carte de vols aux instruments) en cours d'acquisition.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : Marine nationale.
- Commandement organique d'appartenance : ALAVIA.
- Base aérienne de stationnement : BAN Landivisiau.
- Unité d'affectation : Flottille 11 F.
- Type d'aéronef : SEM
 - ⇒ configuration : C3 (2 réservoirs pendulaires (595 litres) et châssis canon) ;

⁹ NAS : *Naval air station*, base aéronavale.

¹⁰ Dont 750 sur F/A 18 lors des trois années précédant l'évènement.

¹¹ VSV : Vol sans visibilité.

⇒ armement : néant ;

⇒ heures de vol :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	SEM Standard 4	43	4854	VEM ¹² : 1002	V2N ¹³ : 147
Moteur	ATAR 08K50	28349	(*)	SERI ¹⁴ : 17	/

(*) : Le potentiel des moteurs est remis à zéro à l'issue des SERI.

1.6.1 Maintenance

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

1.6.2 Masse

La masse de l'avion lors du choc sur la piste est de 8300 kg.

1.6.3 Carburant

- Type de carburant utilisé : Kérosène TR0.
- Quantité de carburant au décollage : 2500 kg.
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : 1200 kg.

1.7 Conditions météorologiques

Les paramètres météorologiques relevés le jour de l'évènement sont :

- visibilité : 20 Km.
- nébulosité : 5/8 à 3300 ft.

¹² VEM : Visite d'entretien majeure.

¹³ V2N : Visite deuxième niveau.

¹⁴ SERI : Sous-ensemble réparation individualisée.

- vent : du 310° pour une vitesse de 9 kt¹⁵, rafales à 11 kt.

1.8 Renseignements sur l'aérodrome

La piste d'atterrissage de Landivisiau, longue de 2700 m, dispose d'un brin d'arrêt dans chaque sens d'atterrissage (08 et 26). Chaque extrémité de piste dispose d'un prolongement d'arrêt¹⁶ d'une longueur de 90 mètres.

Le jour de l'évènement, la piste 26 était en service.

1.9 Enregistreurs de bord

Les SEM sont équipés d'une caméra vidéo qui enregistre sur bande magnétique (format Hi8) les informations visualisées en « tête haute », les paroles prononcées et entendues par le pilote.

1.10 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.10.1 Examen de l'appareil

1.10.1.1 Trains d'atterrissage

Les amortisseurs des trois trains ont été comprimés jusqu'à leur butée mécanique¹⁷.



Photo 1 : Amortisseur du train droit

¹⁵ Kt : *Knot* ; nœud (1 kt \approx 1,852 km/h).

¹⁶ Bande goudronnée pouvant être utilisée occasionnellement en cas de problème de freinage lors d'un atterrissage.

¹⁷ L'inspection des amortisseurs des trains principaux et avant montre l'absence de traces laissées par la graisse sur les pistons d'amortisseurs.

Les deux pneus du train principal ont frotté sur leur trappe pantalon.



Photo 2 : Frottement du pneu sur la trappe pantalon gauche

1.10.1.2 Caisson arrière du train

Les longerons arrière des caissons des trains d'atterrissage ont été déformés, en particulier le train gauche.

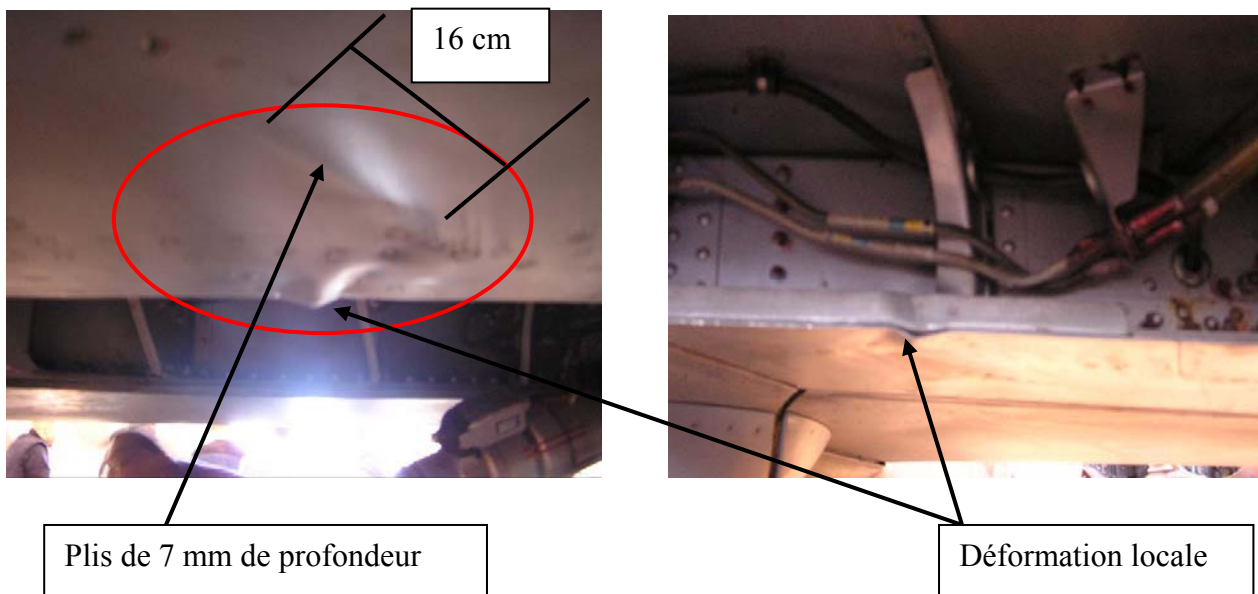


Photo 3 : Déformation du caisson arrière du train gauche

1.10.1.3 Cellule

Les mesures effectuées sur la géométrie de la cellule de l'appareil n'ont pas mis en évidence de déformations.

1.10.1.4 Pneumatiques et freins

- Les pneumatiques des trois trains d'atterrissage montrent des traces de frottement, y compris sur le flanc.



Photo 4 : Traces de frottement sur le pneumatique avant

- Les pneumatiques du train principal se sont dégonflés lors de l'atterrissage final.
- Un essai en atelier du maxaret¹⁸ gauche confirme qu'il n'est plus fonctionnel : le retour à la bête du liquide de freins est permanent et ceci se traduit sur avion par une absence de freinage.

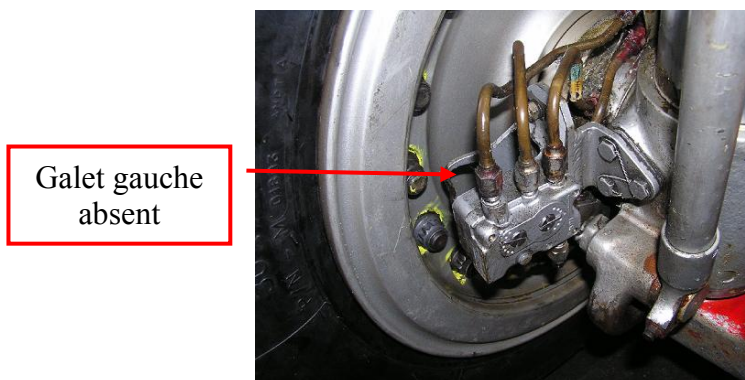


Photo 5: Roue gauche

¹⁸ Maxaret : Système d'antiblocage des roues.

1.10.2 Examen de la zone d'impact

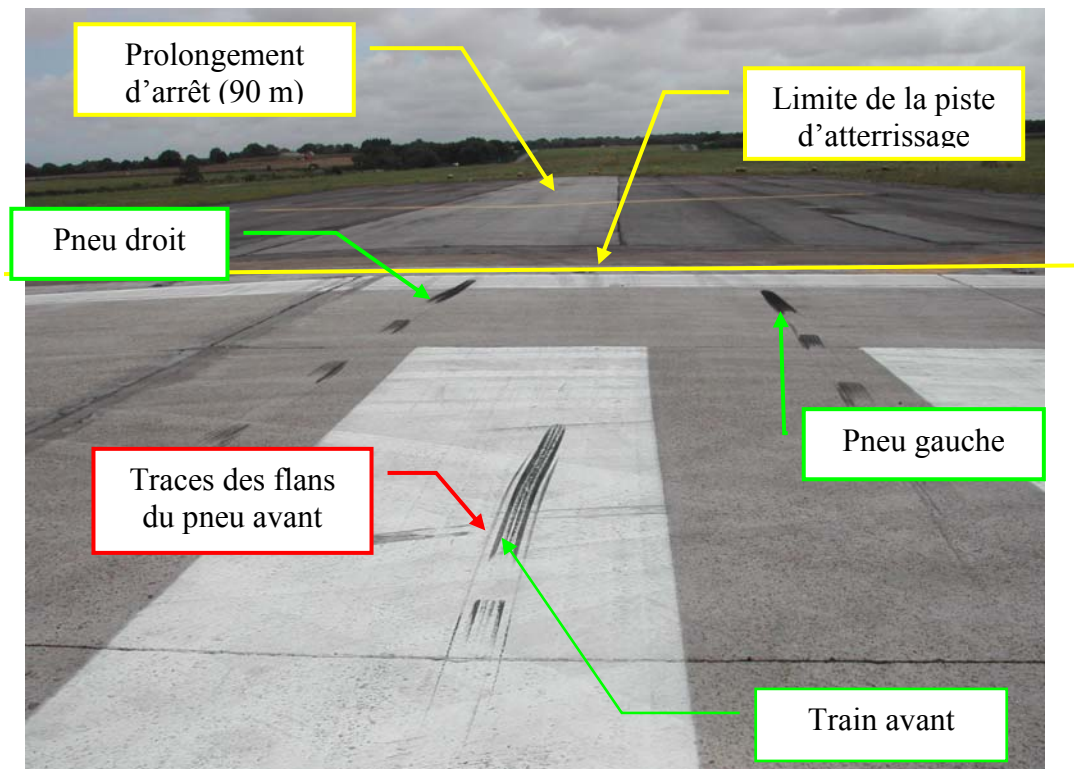


Photo 6 : Traces de pneumatiques : vue vers l'Est

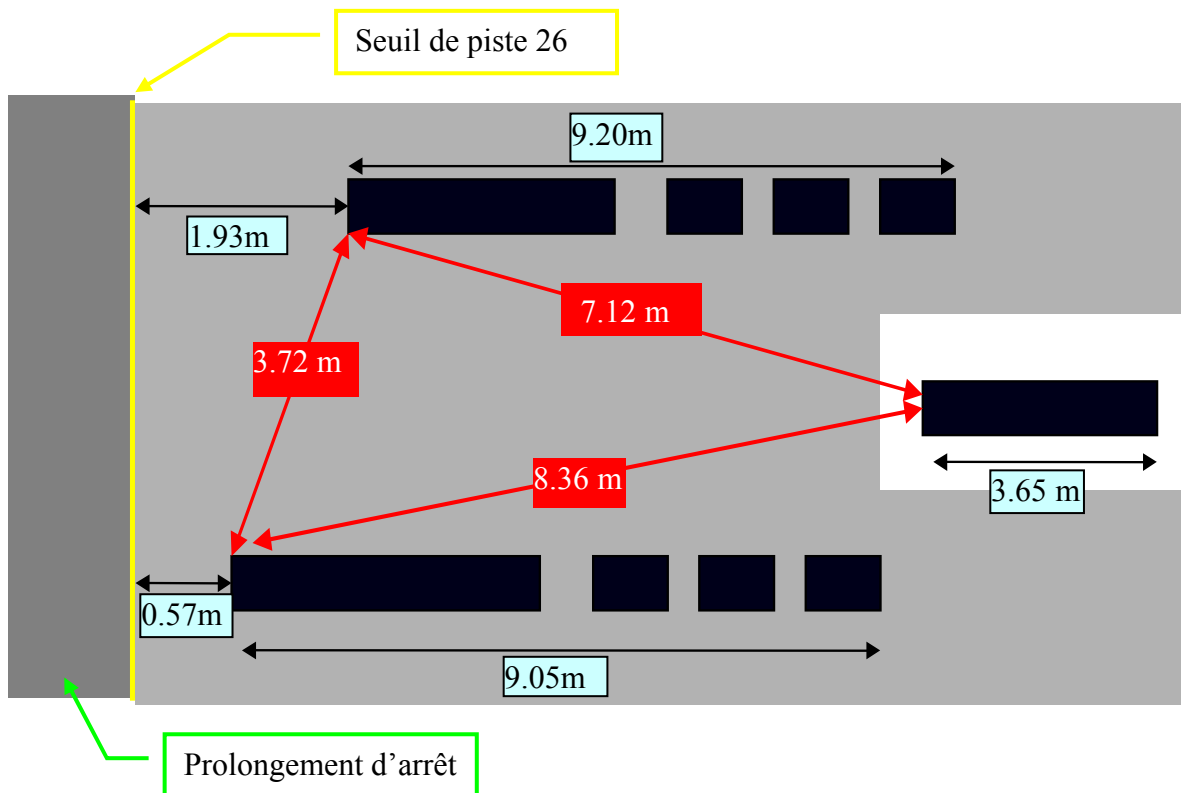


Figure 1 : Mesure des traces au sol

1.11 Renseignements médicaux et pathologiques

- Le pilote était médicalement apte au vol.
- Examens biologiques : non réalisés.
- Blessures : aucune.

1.12 Organisation des secours

Le pilote a demandé à être tracté à l'issue de l'atterrissage pour des problèmes de freinage. L'alerte sécurité a alors été déclenchée par la base conformément aux procédures en vigueur.

1.13 Essais et recherches

- Des essais au simulateur de vol de coupure du SRE¹⁹ ont été effectués à différentes hauteurs pour pouvoir déterminer plus précisément la chronologie de l'évènement et le taux de descente de l'avion à l'impact.
- Des essais moteurs ont été réalisés au banc pour déterminer les délais de remise des gaz effective selon différentes positions de la commande SRE et de la manette des gaz.
- La commande SRE du SEM n°43 a été expertisée par le CEPr²⁰ afin de confirmer son bon fonctionnement et déterminer la cause du blocage du cran de sécurité.

1.14 Renseignements sur les organismes

1.14.1 Contrôle local d'aérodrome (CLA)

La mise en place à la vigie du CLA, conforme aux directives en vigueur, comprenait :

- un chef de quart vigie ;
- un contrôleur air ;
- un contrôleur sol.

¹⁹ SRE : Secours régulation électrique.

²⁰ CEPr : Centre d'essais des propulseurs de Saclay.

1.14.2 Direction des vols

Sur la BAN de Landivisiau, chaque flottille assure la direction des vols des avions de la flottille. Cette fonction est assurée, pour les vols réalisés de jour, par un des pilotes de la flottille, qualifié au minimum sous-chef de patrouille. Présent dans les locaux de son unité, il dispose d'un poste radio VHF²¹ et UHF²².

Au moment de l'évènement, le directeur des vols de la flottille 11F était à poste.

²¹ VHF: *Very high frequency*, très haute fréquence.

²² UHF: *Ultra high frequency*, ultra haute fréquence.

2 ANALYSE

En l'absence d'enregistreur de paramètres de vol sur SEM, et de témoignages extérieurs, l'analyse qui suit repose sur le dépouillement de l'enregistrement vidéo VTH (visualisation tête haute) et sur le témoignage du pilote.

Elle portera sur la détermination de la cause de la chute de poussée du moteur en courte finale.

Seront ensuite analysés les facteurs ayant conduit à l'impact de l'avion sur la piste puis les raisons de la poursuite du vol.

2.1 Chronologie du vol

Le pilote se présente à 1500 ft à la verticale de la piste de Landivisiau pour un circuit à vue au SRE. Il gère ainsi la puissance de son moteur par le poussoir de régulation électrique SRE et non plus par la manette des gaz, celle-ci étant sur la position plein ralenti.

Le pilote termine son dernier virage à une hauteur de 160 ft²³.

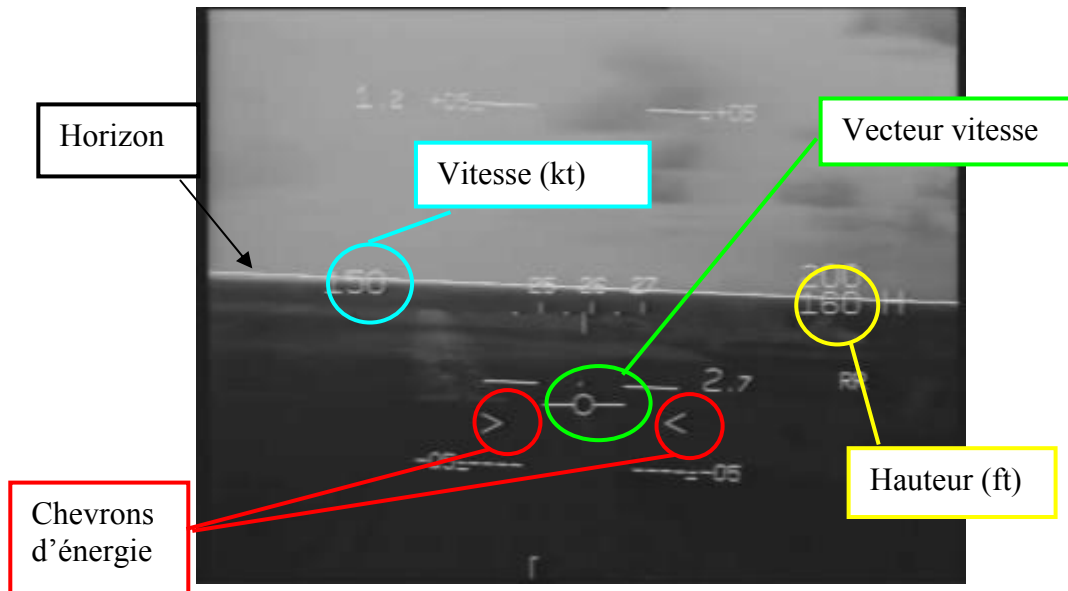


Photo 7 : Fin de dernier virage

²³ Indication fournie par la radio-sonde, plus précise dans ce cas que la hauteur altimétrique.

Au temps T_0 ²⁴, le pilote initie la remise des gaz vers 110 ft, toujours au SRE, en effectuant une action continue sur la commande vers l'avant.



Photo 8 : T_0 : remise de gaz

Dans un premier temps (de l'ordre de 2 secondes), le régime n'augmente pas : le pilote pense que cela est dû au temps de réaction du vérin électrique, plus long que celui de la manette des gaz.

A $T_0 + 2'$, les chevrons d'énergie indiquent une perte de puissance du moteur.

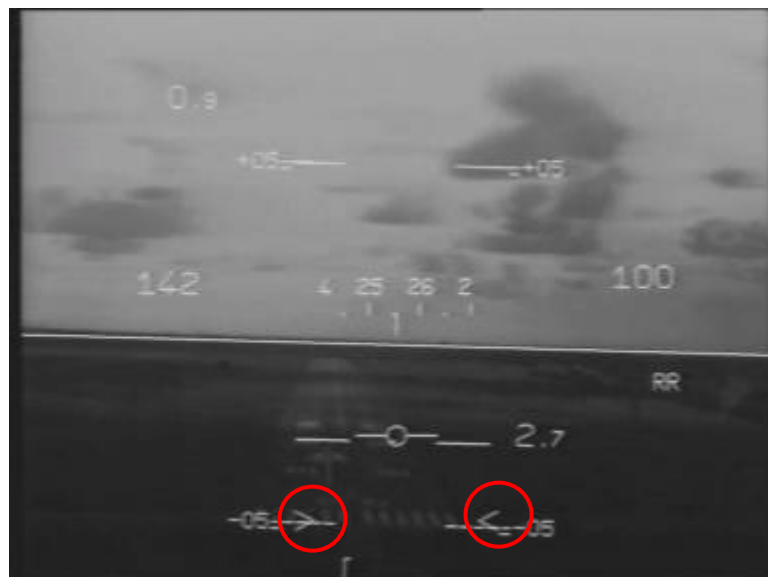


Photo 9 : $T_0 + 2'$: chute de puissance

²⁴ Les durées en secondes ont été déterminées à la lecture de l'enregistrement vidéo. Elles ne sont donc pas très précises.

Le pilote affiche alors plein gaz par la manette des gaz et rend la main pour conserver sa vitesse. A $T_0 + 7'$, les chevrons remontent au dessus de la maquette avion : la puissance du moteur est revenue.

L'avion impacte la piste à $T_0 + 8'$, avec une vitesse de 134 kt.

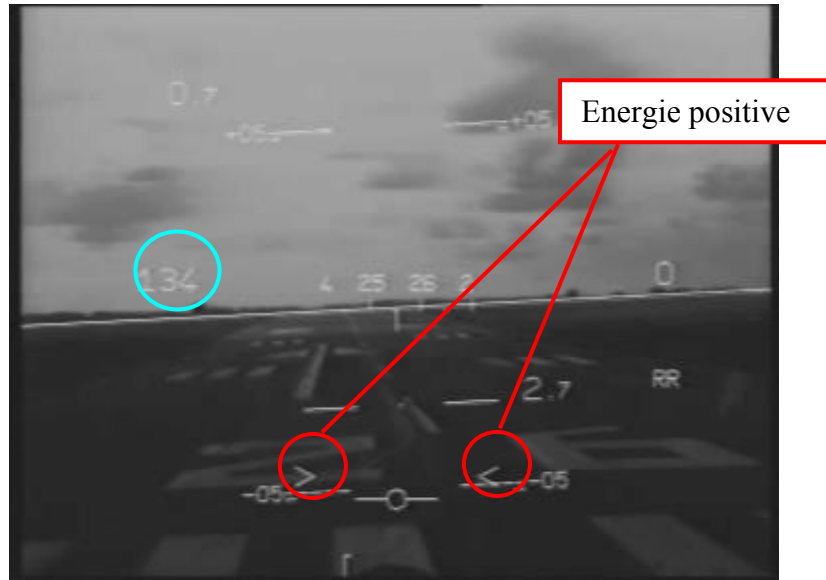


Photo 10 : Juste avant l'impact

La puissance étant de nouveau établie, le pilote poursuit sa trajectoire ascendante puis rentre le train et les volets. Le choc sur la piste a provoqué la panne de la centrale inertielle de navigation (visible sur la VTH : indication IN).



Photo 11 : Juste après l'impact, augmentation de la vitesse

Il monte ensuite à 3000 pieds pour coupure du système de régulation secours SRE (dont le capuchon s'est désolidarisé de la tige²⁵), annule sa mission et se présente pour atterrissage en longue finale. Lors de l'atterrissage, le pilote n'effectue pas de freinage aérodynamique, actionne les freins à partir de 100 kt.



Photo 12 : Avion sur piste, en décélération

Constatant un freinage dissymétrique (le frein droit est plus efficace que le frein gauche), il actionne le frein secours. Il stoppe son avion sur la piste, à 45° de l'axe de piste. Il annonce alors au contrôleur aérien des soucis de freinage et demande à être tracté jusqu'au parking.



Photo 13 : Arrêt de l'avion

²⁵ L'expertise du CEPr a déterminé que le capuchon n'a pas été arraché de la tige mais qu'il s'est probablement dévissé.

2.2 Perte de puissance

Les éléments suivants sont issus d'essais réalisés par les services techniques de la BAN de Landivisiau et de l'expertise par le CEPr de Saclay de la commande SRE du SEM n°43.

2.2.1 Moteur

L'endoscopie du groupe turbo réacteur n° 28349 et son passage au banc d'essais n'ont révélé aucun dysfonctionnement du moteur ni de la chaîne de régulation.

Ainsi,

l'hypothèse selon laquelle la chute de puissance est due à un dysfonctionnement du moteur ou de la chaîne de régulation est rejetée.

2.2.2 Commande Secours Régulation Electrique

La description du dispositif de régulation secours fait l'objet de l'annexe 1 : *Secours régulation électrique* p 49.

2.2.2.1 Principe de fonctionnement

La commande SRE est située sur la banquette gauche du poste de pilotage, en arrière de la manette des gaz. Elle actionne électriquement un vérin doseur qui agit sur le débit carburant. L'action sur la commande est longitudinale : vers l'avant de l'avion pour augmenter le régime moteur, vers l'arrière pour le diminuer.

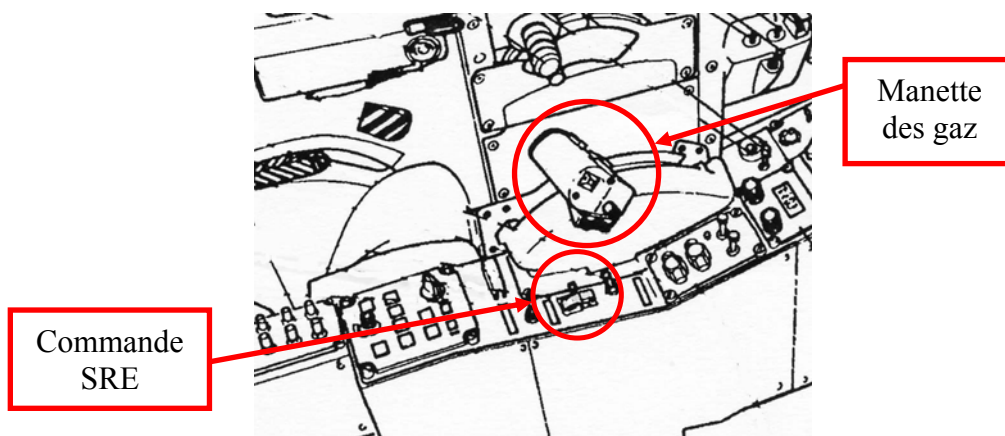


Figure 2 : Banquette gauche

Lorsque le SRE est enclenché, la manette des gaz reste active si le régime affiché avec celle-ci est supérieur à celui du SRE.

2.2.2.2 Sécurité

La mise en route du secours régulation électrique s'effectue en positionnant la commande verticalement.

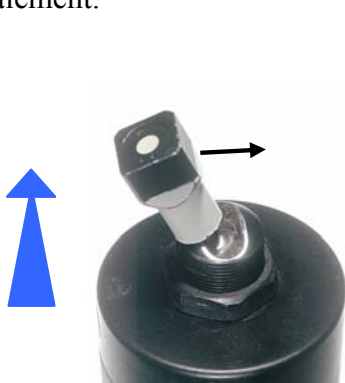


Photo 14 : SRE coupé

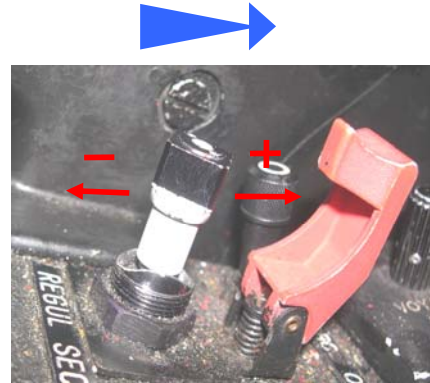



Photo 15 : SRE en fonctionnement

( : vers l'avant de l'avion.)

Lors de l'enclenchement du SRE, une pièce métallique est repoussée par un ressort dans la gorge de la commande, rendant impossible son basculement vers la gauche.

Pour couper le SRE, il faut soulever le capuchon avant de rabattre la tige vers la gauche.

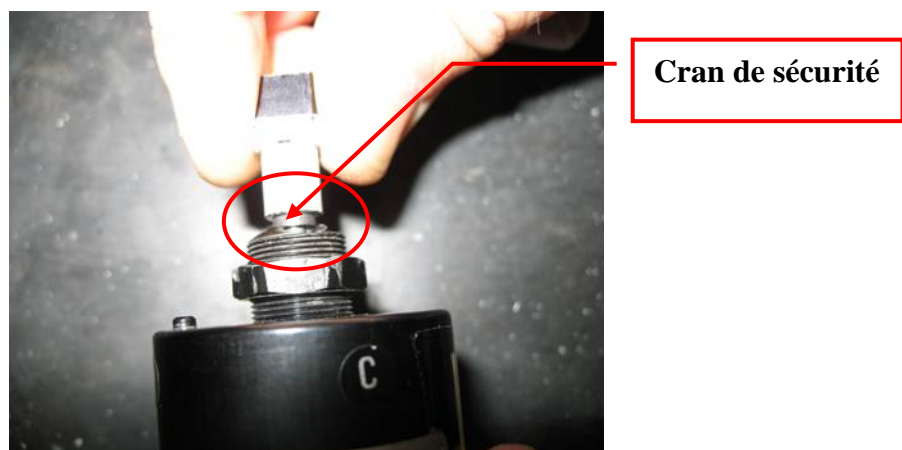


Photo 16 : Commande SRE neuve

2.2.2.3 Fonctionnement

Le pilote a utilisé le manipulateur secours régulation électrique, par impulsions brèves, pendant plus de quatre minutes sans dysfonctionnement.

De plus, les tests effectués après le vol de la commande SRE du SEM n°43 ont montré son bon fonctionnement mécanique et électrique.

De même, le circuit électrique entre la commande secours régulation électrique et le boîtier de régulation du moteur est intègre.

L'hypothèse, d'un mauvais fonctionnement de la commande SRE ou d'un dysfonctionnement du circuit électrique, est rejetée.

2.2.2.4 Manipulation

Lorsque la commande SRE est en position verticale, un cran de sécurité est poussé par un ressort dans le capuchon dans la gorge de l'interrupteur. Ce cran de sécurité interdit la coupure intempestive du SRE en maintenant le manipulateur vertical²⁶.

La sécurité de la commande SRE du SEM n°43 a été retrouvée bloquée²⁷ en position haute, donc inopérante. Ainsi, une action avec une composante latérale à gauche suffisait à couper le SRE.

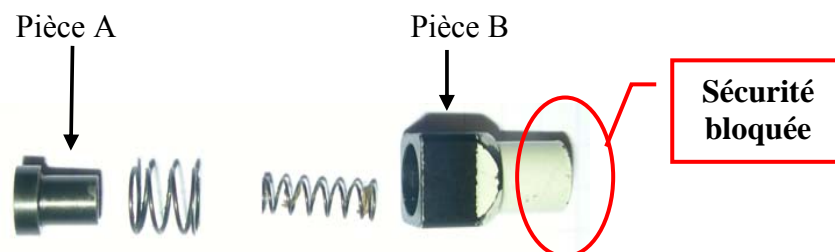


Photo 17 : Commande SRE du SEM n°43

²⁶ Pour couper le SRE, il faut soulever le manipulateur pour sortir le cran de sécurité de la gorge, puis le rabattre vers la gauche.

²⁷ L'examen de la face inférieure du capuchon B révèle la présence d'une bavure, repliée sur la face inférieure du pignon de verrouillage, empêchant son déplacement vertical.

Lors de la remise de gaz, le pilote actionne de manière continue le manipulateur vers l'avant²⁸. La pression exercée par le pouce gauche doit être supérieure à la force du ressort de rappel.

Ainsi, au vu du positionnement de la commande SRE sur la banquette gauche du poste de pilotage et en arrière de la manette des gaz, de la pression exercée pour une remise des gaz, et du défaut du cran de sécurité :

L'hypothèse selon laquelle le pilote a involontairement coupé le SRE lors de la remise de gaz est probable

2.2.3 Conclusion

La perte de puissance lors de la remise de gaz

- ❖ n'est pas due à un dysfonctionnement du moteur, de la chaîne de régulation ou de la commande secours régulation électrique,
- ❖ est probablement due à une coupure inopinée du secours régulation électrique, rendue possible par le blocage du cran de sécurité.

2.3 Facteurs ayant conduit à l'impact

Les différents points objet de ce chapitre sont :

- l'expertise du pilote sur Super étendard modernisé ;
- le défaut d'analyse de la panne par le pilote ;
- le programme de réentraînement ;
- la procédure d'entraînement au secours régulation électrique.

²⁸ Le pilote pose la paume de la main gauche sur la banquette et manipule la commande avec les doigts : le pouce pour augmenter le régime, l'index pour le diminuer.

2.3.1 Expertise du pilote

2.3.1.1 Défaut d'expérience

L'analyse de l'enregistrement vidéo et audio montre que, dès le début du vol, le pilote éprouve quelques difficultés dans le pilotage de l'avion : il trouve que cet avion n'est pas très puissant, il a du mal à maintenir les paramètres d'altitude et de vitesse, il éprouve des soucis pour *compenser* son avion, etc.

Or, ces difficultés à piloter ne peuvent pas être dues au manque d'expérience du pilote qui est qualifié sous-chef de patrouille et qui totalise plus de 2000 heures de vol, dont près de 800 sur SEM.

L'hypothèse selon laquelle un manque d'expérience du pilote soit la cause de ces difficultés à piloter son avion est rejetée.

2.3.1.2 Inhibition des routines

Le jour de l'évènement, le pilote effectue son premier vol sur Super étendard modernisé après trois ans d'échange aux Etats-Unis d'Amérique aux cours desquels il a effectué près de 750 heures de vol sur F/A 18²⁹.

Ainsi, pendant les trois années précédentes, le pilote a volé sur un avion plus puissant et à l'avionique plus moderne que le Super étendard modernisé, c'est-à-dire très différent en terme de pilotage.

De plus, ses 2000 heures de vol, outre la formation initiale de pilote de chasse, comprennent presque autant d'heures de vols sur SEM que sur F/A 18.

Dans cette situation, le pilote doit d'abord « désapprendre » la technique de pilotage du F/A 18 (inhiber ses routines) afin de pouvoir retrouver ses habitudes de pilotage sur SEM. En effet, ce sont les routines les plus récemment (effet de récence) et les plus fréquemment (effet de fréquence) utilisées qui sont, de façon inconsciente, activées.

²⁹ Le F18 est un avion biréacteur avec post combustion (PC), à commandes de vol électrique. Le SEM, bien que son avionique ait été modernisée, est un chasseur d'ancienne génération, mono réacteur sans PC, à commandes de vol hydrauliques.

Ainsi, lors de ce premier vol sur SEM, il a dû inhiber ses routines acquises sur F/A 18 avant de retrouver ses réflexes et habitudes de pilotage du SEM.

Les soucis de pilotage sont probablement dus à des difficultés à inhiber les routines de pilotage sur F/A 18 pour permettre la réactivation des routines de pilotage du SEM.

2.3.2 Analyse de la panne

Le régime moteur s'est stabilisé pendant les 2 secondes qui ont suivi la remise de gaz au SRE. Le pilote pense alors que ce délai de réaction est dû au fonctionnement du secours régulation électrique. Or, en fonctionnement normal, la remontée en puissance du moteur est certes progressive (mise en œuvre du vérin électrique pour l'augmentation du débit carburant) mais immédiate.

Mais le F/A 18, biréacteur, n'étant pas équipé de régulation secours, il n'a pas manipulé de secours régulation électrique depuis plus de trois ans³⁰. De plus, comme la puissance du réacteur du SEM est bien inférieure à celle du F/A 18, le pilote n'a pas interprété cette situation comme un dysfonctionnement.

Faute d'entraînement récent sur Super étendard modernisé, et compte tenu de son expérience récente sur F/A 18, le pilote n'a pas interprété la stabilisation du régime moteur comme un dysfonctionnement lié au réacteur.

Ce défaut d'analyse de la panne a induit un délai de réaction important. Ce n'est que lorsque la puissance a diminué franchement qu'il a pris conscience d'une éventuelle panne et qu'il a alors actionné la manette des gaz. Or il est probable que l'**impact** aurait été **atténué**, voire **évit**é, si la **détection de la baisse de puissance** avait été immédiate et si l'**action du pilote** sur la manette des gaz avait été plus rapide.

L'action sur la manette des gaz³¹ a permis le retour de la puissance du moteur. Comme le pilote a, dans le même temps « rendu la main » pour ne pas faire chuter sa vitesse, la mise

³⁰ Hormis au simulateur qui est fidèle sur le plan des accélérations du moteur mais qui ne procure pas les sensations du vol.

³¹ Lorsque le SRE est coupé, c'est la position de la manette des gaz qui détermine le régime moteur.

en puissance du moteur a conduit à l'augmentation de la vitesse de l'appareil au moment de l'impact. Ainsi, le **retour de la puissance moteur au moment de l'impact** de l'appareil sur la piste a certainement permis d'**atténuer le choc**.

L'examen des traces des pneumatiques sur la piste montre que l'appareil a touché la piste avec le train droit, puis le train gauche et enfin la roulette de nez. Néanmoins, la mesure de l'écartement des traces montre que l'avion avait **pratiquement les ailes à plat** au moment du choc, et qu'il a rebondi horizontalement.

2.3.3 Programme de réentraînement

De retour des États-Unis, le pilote a dû suivre un programme de réentraînement afin de retrouver sa qualification sur SEM. Il a effectué la première phase au simulateur de vol qui comprend cinq séances, dont deux incluent des pannes avion, en particulier le pilotage en secours régulation électrique.

Le jour de l'évènement, le pilote effectue le premier des cinq vols de la phase d'instruction en vol. Le programme de ce vol intitulé « vol sécurité - reprise en main »³² prévoit, entre autres exercices :

- des évolutions entre 10 000 et 20 000 ft ;
- une finale guidée au radar d'atterrissage suivie d'une remise des gaz ;
- une présentation type « réacteur douteux » suivi d'un posé / décollé ;
- une présentation SRE suivie d'une remise des gaz ;
- une séance de voltige aérienne.

Ce vol, qui est le premier du programme de réentraînement sur SEM, associe donc du **pilotage de base** (maniabilité, voltige aérienne) et l'entraînement aux **circuits d'atterrissage** sans visibilité ou en panne simulée.

Le pilote n'a pas réalisé les évolutions de base prévues en début de mission. Les raisons qui ont conduit le pilote à faire le choix de ne pas réaliser cette activité³³ sont d'une part un problème d'autonomie en carburant qui pourrait empêcher l'exécution de la totalité des autres exercices prévus et d'autre part la possibilité d'inclure les évolutions durant la

³² Le programme détaillé de ce vol figure en annexe n°2 : *Fiche de vol sécurité - reprise en main* p 51.

³³ Selon des témoignages, tous les pilotes qui effectuent cette mission font le même choix.

période de voltige. Ce choix ne lui a donc pas permis de retrouver les réflexes du pilotage de base avant d'effectuer des circuits d'atterrissage au cours desquels la gestion de la trajectoire est plus délicate³⁴.

Ainsi,

le pilote a ainsi réalisé ses circuits d'atterrissage sans s'être réhabitué au pilotage du SEM, ce qui a contribué au défaut de maîtrise de la trajectoire lors du circuit SRE.

2.3.4 Procédure d'entraînement au secours régulation électrique

2.3.4.1 But de l'entraînement

Les cas d'enclenchement du SRE sont la panne d'huile, les problèmes de régulation normale (type piston doseur bloqué) et la perte de poussée après catapultage ou décollage.

Le but de l'entraînement en vol en secours régulation électrique est de **ressentir les réactions du moteur** qui ne sont pas présentes au simulateur. Ce dernier est fidèle sur le plan de l'accélération moteur, mais pas des sensations de vol.

2.3.4.2 Méthode d'entraînement

Outre le vol de reprise en main effectué le jour de l'évènement, cet entraînement s'effectue sur piste d'atterrissage lors des vols de lâcher des pilotes en début de formation (vols de familiarisation nommés sécurité 3 et 4) et lors des séances d'ASSP³⁵ de préparation avant un embarquement de longue durée sur le porte-avions.

- **L'entraînement à l'appontage** est effectué sous la supervision d'un officier d'appontage et selon le circuit à vue à 600 ft décrit dans le mémento pilote (voir annexe 5 : *Appontage au SRE* p 55). Ce circuit SRE à vue a pour but de permettre un retour sur porte-avions par beau temps sans perturbation particulière du flux de ramassage des avions. De plus, il permet un retour autonome en cas de panne radio et de procédure silence radio total imposée par le porte-avions dans un cadre tactique

³⁴ Le pilote a effectué le circuit SRE en virage et en descente : il n'a pas stabilisé les éléments de vol dans la branche vent arrière et a terminé son dernier virage à moins de 200 ft et une vitesse un peu élevée de 150 kt.

³⁵ ASSP : Appontages simulés sur piste.

bien déterminé. Ayant les mêmes caractéristiques qu'un circuit à vue ordinaire, il permet aux pilotes de conserver les mêmes repères pour l'appontage. Néanmoins, pour cause de nuisances sonores, en dehors des séances d'ASSP programmées, la hauteur minimale des circuits de piste à Landivisiau est de 1500 ft³⁶.

- En ce qui concerne les vols de **familiarisation**³⁷, l'entraînement au SRE s'effectue soit sur une finale guidée au radar d'atterrissage (vols sécurité n°3), soit sur un circuit à vue³⁸ (vols sécurité n°3 et n°4). Comme ces vols sont effectués par les pilotes à l'instruction sur SEM, les fiches précisent la hauteur à laquelle doit être réalisée la remise de gaz.

En ce qui concerne le vol « sécurité - reprise en main », la fiche du vol³⁹ (voir annexe 2 : *Fiche de vol sécurité - reprise en main* p 51) prévoit une « **présentation SRE** » suivie d'une « **remise des gaz** ».

Ainsi, contrairement aux fiches des vols de familiarisation comportant l'enclenchement du SRE qui précisent le type de finale à effectuer (circuit à vue ou finale dirigée) et la hauteur de remise des gaz, la fiche de vol « sécurité - reprise en main » laisse au pilote le **choix** de la **finale** à effectuer et l'appréciation de la **hauteur de la remise des gaz**.

De même, cette fiche ne précise pas si le circuit concerne un entraînement à l'**atterrissage** (circuit réacteur douteux) ou à l'**appontage** (circuit à 600 ft, remonté à 1500 ft pour limiter les nuisances sonores).

Ainsi,

faute de repères récents en terme de pilotage du SEM et en l'absence de précision sur le cadre de l'entraînement au secours régulation électrique (type de circuit, hauteur de remise de gaz, entraînement à l'atterrissage ou à l'appontage), le pilote s'est trouvé dans une situation qui ne lui a pas permis d'effectuer le circuit en toute sécurité.

³⁶ Hauteur nominale des circuits de piste à vue sur la plateforme de Landivisiau.

³⁷ Voir annexe 3 : *Autres fiches de vol* p 52.

³⁸ Le circuit « réacteur douteux beau temps » décrit dans le mémento pilote est un circuit large effectué à 2500 ft.

³⁹ Référence : Instruction permanente entraînement SEM rédigée par ALAVIA.

Il a effectivement choisi un circuit à vue qui nécessite de piloter en virage (alors qu'il est apparu au cours de l'enquête que d'autres pilotes préfèrent une longue finale à vue ou aux instruments) et a initié la remise de gaz à une hauteur qui ne lui a pas permis de maîtriser la perte d'altitude lors de la chute de poussée.

2.3.5 Conclusion

Les facteurs ayant conduit à l'impact de l'appareil sur la piste après la chute de poussée sont :

- ❖ **Un défaut de technicité de pilotage dû à la nécessité d'inhiber les routines d'un autre avion très différent avant de retrouver la maîtrise du Super étendard modernisé ;**
- ❖ **Le report en fin de séance des exercices n'a pas permis au pilote de se familiariser avec le pilotage du Super étendard modernisé et d'employer ses ressources cognitives aux particularités du circuit SRE ;**
- ❖ **Un manque de précision du cadre de l'entraînement au secours régulation électrique (type de circuit, hauteur de remise de gaz, atterrissage ou appontage) qui ne lui a pas permis de pouvoir constater les écarts.**
- ❖ **La perte d'habitude de la manipulation du secours régulation électrique qui a induit un défaut d'analyse de la panne et un délai de réaction important.**

2.4 Gestion de l'évènement par le pilote

Le chapitre suivant a pour objet d'analyser le fait que le pilote ne s'éjecte pas, sa décision de poursuivre le vol et son silence sur l'évènement qu'il vient de vivre, et enfin la manière dont il exécute son atterrissage final.

2.4.1 Domaine de vol

Le pilote subit une perte de poussée à une hauteur estimée de 100 ft et une vitesse de l'ordre de 140 kt. Bien que le mémento pilote (page 39 du MCC AN 205) ordonne l'éjection en cas de perte de poussée en dessous de 1000 ft et pour une vitesse indiquée

inférieure à 150 kt, le pilote témoigne de ne pas avoir envisagé de s'éjecter. Soumis au stress de la chute de poussée, il ne l'a pas interprété comme une « panne à réaction immédiate » et a préféré se concentrer sur le pilotage de sa trajectoire.

Soumis à une perte de poussée en courte finale, l'attention du pilote s'est concentrée sur la conduite de son aéronef et il n'a pas envisagé de s'éjecter

Or, malgré le retour de la puissance du moteur, l'avion a touché à 57 cm du seuil de piste, soit à 90 m de la bande goudronnée⁴⁰. A la vitesse en finale, cette distance est parcourue en un peu plus de 1 seconde. Si le moteur n'était pas remonté en puissance, l'avion aurait très probablement impacté avant la piste. Les conséquences de l'impact auraient alors été certainement dramatiques.

Cet évènement est à rapprocher d'autres cas d'éjection d'équipages de l'armée de l'air comme de l'aéronautique navale initiée non pas à la lecture d'une hauteur et en référence à une valeur clé (hauteur de sauvegarde et hauteur de décision) mais aux seules sensations⁴¹. Or, en dessous de la hauteur de sauvegarde, la décision d'éjection doit être immédiate.

2.4.2 Minimisation de l'évènement

2.4.2.1 Poursuite du vol

Après la chute de poussée, le pilote a rendu la main pour conserver la vitesse de son appareil et a remis la manette des gaz en position pleins gaz. Ces deux actions ont permis à l'avion de revoler immédiatement après l'impact sur la piste. Sous l'effet du stress créé par l'incompréhension de la cause de la chute de puissance, et comme la vitesse de l'avion est suffisante pour le maintenir en vol, le pilote n'a pas envisagé de réduire le régime moteur et de se poser⁴². Au contraire, il a décidé de poursuivre le vol.

Comme le pilote a constaté le retour de la puissance moteur et qu'il était dans un processus mental de remise de gaz, il a poursuivi le vol.

⁴⁰ Les prolongements d'arrêt de 90 m à chaque extrémité de piste ne sont pas conçus pour supporter des atterrissages.

⁴¹ Les plus récentes ont fait l'objet des enquêtes du bureau enquêtes accidents défense air A-2006-012-A et A-2006-017-A dont les rapports sont en cours de diffusion.

⁴² Ayant impacté la piste en tout début de bande, un autre choix aurait pu être d'atterrir en réduisant la puissance puis de tenter d'accrocher le brin d'arrêt tendu en fin de bande si nécessaire.

2.4.2.2 Utilisation de la radio

Le pilote a instinctivement rentré le train d'atterrissage et les volets hypersustentateurs comme après une remise des gaz habituelle et il a poursuivi son vol par un retour au point initial pour une longue finale à vue. Bien que conscient qu'il vient de vivre un évènement anormal (choc sur la piste, panne de centrale inertielle suite à l'impact), mais ne réussissant pas à comprendre la cause de la chute de la poussée du réacteur⁴³, il a préféré continuer son vol sans faire d'annonce à la radio car il ne se sentait pas capable d'expliquer ce qu'il s'était passé.

L'incompréhension de la chute de poussée a conduit le pilote à minimiser inconsciemment les conséquences de l'évènement et à ne pas analyser sa gravité.

Il n'a donc prévenu ni le directeur des vols⁴⁴ (dont le rôle est de conseiller et de porter assistance aux pilotes en vol et de les aider à appliquer les procédures adéquates), ni les contrôleurs aériens (dont la mission est de réguler le trafic et de déclencher les secours).

Ces derniers n'ont d'ailleurs pas surveillé l'avion lors de la remise de gaz et ne l'ont donc pas vu toucher la piste. Ce silence de la part des contrôleurs a peut-être fait douter le pilote de la violence du choc sur la piste.

2.4.2.3 Analyse de la situation par le pilote

Le fait que le pilote décide de poursuivre le vol sans faire part de l'évènement peut être expliqué d'une part par le refus de reconnaître et d'avouer sa **perte d'expertise** du pilotage du Super étendard modernisé, et d'autre part par la **surestimation** de sa rapidité de réadaptation au pilotage d'un SEM.

Les capacités de ce pilote, sous-chef de patrouille expérimenté (plus de 2000 heures de vol) dont 750 sur F/A 18, sont reconnues⁴⁵ par ses pairs. Il lui semble donc impossible d'avoir fait une erreur. Le fait de ne pas interrompre la remise de gaz et de poursuivre le vol sans faire part de ses ennuis :

⁴³ Le fonctionnement du moteur étant normal, aucun voyant de panne ne s'est allumé sur le tableau de bord de l'avion.

⁴⁴ Ce n'est que lors de l'atterrissage final que le pilote, confronté à une panne de freinage, contacte le directeur des vols, sans évoquer ses problèmes de moteur et son impact sur la piste.

⁴⁵ Cette reconnaissance a d'ailleurs été un des critères qui lui ont permis d'être sélectionné pour l'échange aux États-Unis. Faute d'officier d'active disponible, il a été choisi parmi les officiers sous contrat pour honorer le poste.

- lui laisse le temps de chercher à analyser les causes de la perte de puissance qu'il pense être d'origine technique ;
- lui permet de minimiser les conséquences de l'évènement qu'il vient de vivre (la puissance du moteur est établi et l'avion réagit normalement).

Ainsi, les causes de la minimisation de l'évènement par le pilote sont :

- ❖ **le refus inconscient de reconnaître une éventuelle erreur de pilotage du SEM ;**
- ❖ **la surestimation de sa capacité de réadaptation.**

2.4.2.4 Conclusion

La poursuite du vol et le silence sur l'évènement ne sont pas dus à un défaut de bon sens aéronautique mais à un sentiment de culpabilité mêlé à une mauvaise appréciation de la situation (due à la perte d'expertise sur SEM).

2.4.3 Conclusion sur la gestion de l'évènement

- ❖ **Le pilote ne s'est pas éjecté immédiatement après la chute de poussée qu'il n'a pas interprété comme une panne à réaction immédiate (le temps de réponse du moteur lui a semblé cohérent).**
- ❖ **Le pilote, dont les compétences sont reconnues, a poursuivi le vol afin de minimiser les conséquences de l'impact (refus d'une éventuelle erreur de pilotage) et de prendre le temps d'analyser la panne en pensant pouvoir gérer l'évènement par lui-même.**

2.4.4 Circuit final

Sans réussir à analyser les raisons de la baisse de poussée du réacteur, le pilote décide néanmoins d'écourter sa mission et se prépare à effectuer un circuit d'atterrissage à vue. Puis, commençant à avoir des doutes sur l'intégrité de son appareil (violence du choc, panne de centrale inertielle, le capuchon de la commande SRE s'est désolidarisé de la tige)

et sur le fonctionnement du moteur (chute de poussée), il décide dans un deuxième temps d'exécuter une **longue finale à vue**.

A noter que, bien que la documentation pilote prévoit d'effectuer, lorsque la météo est favorable, un circuit de piste à vue en cas de doute sur le fonctionnement du moteur, d'autres pilotes confrontés à des pannes, même bénignes⁴⁶, préfèrent également réaliser une longue finale qui permet d'être « installé » face à la piste plutôt que de piloter l'avion en virage (break et dernier virage).

2.4.5 Conséquences de l'impact

La vitesse verticale de l'appareil juste avant l'impact a été estimée entre 7 et 8 mètres par seconde⁴⁷.

Or, bien que ce taux vario soit supérieur à 5,5 m/s, vitesse verticale correspondant à la limite structurale du Super étendard modernisé, les mensurations effectuées ont montré que ni le fuselage, ni les jambes de train, ni les jantes de roues n'ont été déformés.

En revanche, les trois amortisseurs des trains d'atterrissage ont été comprimés jusqu'à leur butée mécanique, les longerons des caissons du train principal ont été déformés, et le roulement de la roue gauche a été endommagé⁴⁸. Le choc a également provoqué la panne de la centrale à inertie qui a été sans conséquences sur le déroulement de la fin du vol.

Les seuls incidents ont été un **freinage dissymétrique** (résorbé par l'utilisation du frein secours) et le **dégonflage lent** des pneumatiques lors du roulage (dû à l'endommagement des valves).

**Les dégâts relevés sur l'appareil sont donc étonnamment limités
au regard de la violence du choc sur la piste.**

⁴⁶ Exemples :

- Détournement à Dinard le 13 mars 2006 suite à collision volatile.
- Atterrissage à Landivisiau le 18 septembre 2006 suite à un blocage (résorbé) de la manette des gaz.

⁴⁷ Le facteur de charge subi par l'avion n'a pas pu être relevé car l'indicateur dans la cabine a été remis à zéro avant lecture.

⁴⁸ Lors du roulage sur la piste, la destruction progressive du roulement a probablement été à l'origine de la perte d'efficacité du freinage provoqué par l'endommagement du maxaret.

Or, le pilote a poursuivi le vol après avoir rentré le train d'atterrissage et les volets et a effectué un atterrissage sans freinage aérodynamique. Cette absence de **vérification** de l'intégrité de l'aéronef et de **précaution** lors de l'atterrissage aurait certainement pu avoir des conséquences critiques si les dommages sur l'appareil avaient été plus graves⁴⁹.

⁴⁹ Par exemple : déformation des jambes de train, des volets, éclatement des pneumatiques ...etc.

3 CONCLUSION

3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement

3.1.1 Cadre de la mission

- Le pilote totalise 2100 heures de vol dont près de 800 sur Super étendard modernisé.
- Le pilote revient de trois années d'échange aux États-Unis au cours desquelles il a effectué près de 750 heures de vol sur F/A 18.
- Lors des jours qui ont précédé l'évènement, le pilote a réalisé 5 séances au simulateur SEM sur la base aéronavale de Landivisiau dans le cadre de son programme de réentraînement sur SEM.
- Le jour de l'évènement, le pilote réalise le premier des 5 vols de la phase d'instruction en vol.
- Pendant toute la durée du vol, le pilote éprouve des difficultés à se réhabituer au pilotage du SEM qui est très différent de celui du F/A 18, en particulier en termes de puissance et de maniabilité.
- Il n'a pas effectué les évolutions prévues en début de mission.
- Le programme de ce vol « sécurité - reprise en main » comprend une présentation en secours régulation électrique (SRE) suivie d'une remise des gaz. Lors de cette phase de vol, le régime moteur est réglé, non plus par la manette des gaz qui est positionnée au ralenti, mais par manipulation de la commande SRE située sur la banquette gauche du poste de pilotage.

3.1.2 Perte de poussée et impact

- Après avoir enclenché le SRE, le pilote réalise un circuit de piste à 1500 ft.
- En sortie de dernier virage, le pilote initie la remise de gaz, à une hauteur estimée de 110 ft, en actionnant de manière continue la commande SRE vers l'avant. Dans un premier temps, le régime moteur n'augmente pas puis chute.
- Bien que conscient de cette perte de poussée, le pilote poursuit la remise de gaz, sans envisager de s'éjecter. Il diminue l'assiette de son appareil pour conserver sa vitesse et place la manette principale en position pleins gaz.

- Comme sur SEM la manette des gaz reste efficace lorsque le SRE est enclenché si le pilote affiche un régime moteur supérieur à celui du SRE, la puissance moteur remonte. L'avion impacte néanmoins fortement la piste.

3.1.3 Suite du vol

- Comme le pilote est dans un schéma de remise de gaz et que le moteur a retrouvé de la puissance, celui-ci poursuit le vol, rentre instinctivement le train d'atterrissage et les volets, puis remonte en altitude pour couper la régulation secours.
- La panne de centrale n'a pas eu de conséquence sur le déroulement de la fin du vol.
- Sans pouvoir analyser les raisons de la chute de poussée du réacteur, il décide néanmoins d'interrompre sa mission et se présente pour un atterrissage final.
- Ayant détecté un manque d'efficacité des freins⁵⁰, il stoppe son avion sur la piste en actionnant le frein secours et demande à être tracté vers le parking.

A noter que, bien que violent, le choc sur la piste n'a affecté ni la cellule de l'avion, ni la manoeuvrabilité des trains d'atterrissage et des volets.

3.2 Causes de l'événement

L'évènement objet de ce rapport est **l'impact de l'avion suite à la baisse de poussée du réacteur** du Super étendard modernisé n°43 lors de la finale d'un circuit de piste d'entraînement en secours régulation électrique.

Les causes d'origine environnementale ont été écartées.

3.2.1 Cause de la chute de poussée

Le témoignage du pilote, l'analyse de l'enregistrement vidéo du viseur tête haute de l'avion, ainsi que les tests et expertises réalisés sur le moteur et la commande SRE ont permis de déterminer que :

⁵⁰ Le freinage dissymétrique est la conséquence de l'endommagement du maxaret gauche suite à la destruction progressive du roulement de la roue.

la chute de poussée lors de la tentative de remise des gaz est très probablement consécutive à la coupure intempestive de la régulation secours lors du positionnement vers l'avant de la commande SRE par le pilote.

Le cran de sécurité qui interdit le basculement vers la gauche de la tige de la commande du SEM n°43 était inopérant : une bavure sur la face inférieure du capuchon empêchait son déplacement vertical. Aussi, lorsque le pilote a poussé la commande SRE vers l'avant avec son pouce gauche, il a exercé une pression latérale qui a coupé la régulation électrique. Comme la manette principale était à la position ralenti, le régime a chuté jusqu'à ce que le pilote affiche pleins gaz.

3.2.2 Causes de l'impact

Le témoignage du pilote, la lecture de l'enregistrement vidéo et l'analyse du cadre de la mission ont permis de déterminer que le fait que l'aéronef ait impacté la piste est dû probablement à :

un défaut de maîtrise dans le pilotage du Super étendard modernisé, la réalisation d'un circuit non cadré et un retard dans l'analyse de la chute de poussée, de la part de ce pilote dont les compétences sont connues et reconnues, consécutifs à :

- ❖ **la nécessité d'inhiber les routines de pilotage d'un avion différent pour permettre la réactivation des réflexes et habitudes de pilotage du SEM ;**
- ❖ **un manque de précision du cadre de la mission de reprise en main (évolutions prévues en début de vol mais réalisées en fin de vol, type de circuit en secours régulation électrique et hauteur de remise de gaz non spécifiés, vol non surveillé) ;**
- ❖ **le besoin, même pour des pilotes expérimentés, d'un entraînement au pilotage de base avant la réalisation de présentation nécessitant des paramètres de vol précis ;**
- ❖ **la sous estimation par le pilote, ainsi que par sa hiérarchie, de sa perte d'expertise sur SEM.**

4 RECOMMANDATIONS DE SECURITE

Les recommandations qui vont suivre concernent d'une part l'utilisation de la régulation secours sur Super étendard modernisé et d'autre part la gestion de l'évènement.

4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement

4.1.1 Procédure de test de commande SRE

Suite à cet évènement, les commandes SRE du parc de Super étendard modernisé ont été vérifiées. Le cran de sécurité de plusieurs d'entre elles a été trouvé inopérant comme celui du SEM n° 43. Sur proposition de la BAN de Landivisiau, ALAVIA a alors rédigé un complément au test après mise en route de la commande SRE. La nouvelle procédure⁵¹ du manuel d'utilisation UCC AN 245-1 du SEM inclut un essai de coupure du SRE sans effacement du cran de sécurité.

Comme la cause de la coupure inopinée du SRE est le blocage du pion de sécurité, le bureau enquête accidents défense air appuie, sous réserve de la validation de la part de l'avionneur, **le complément de test après mise en route de la commande secours régulation électrique.**

En revanche, l'enquête a déterminé que le blocage du cran de sécurité du SEM 43 est dû à une bavure consécutive au frottement de deux parties de la commande secours régulation électrique. Le blocage du cran de sécurité d'un autre SEM (le n°4) est dû quant à lui à une déformation du capuchon. Dans les deux cas, le blocage de la sécurité est provoqué par de l'usure lors des manipulations de la commande.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande à ALAVIA :

d'étudier une procédure d'enclenchement et de mise sur arrêt de la commande secours régulation électrique qui minimise sa dégradation lors de ses manipulations et qui permette de garantir son intégrité.

⁵¹ Référence : message 0002 NP 2908 - ALMAVIA/ENT/SECU.

4.1.2 Vol de reprise en main

Le vol du jour de l'évènement, nommé « sécurité - reprise en main », inclut à la fois :

- des circuits en panne simulée avec application de procédures spécifiques ;
- des exercices de voltige, correspondant au pilotage de base d'un aéronef.

Or, les investigations réalisées lors de l'enquête technique ont mis en évidence que le pilote, ayant pratiquement autant d'expérience sur F/A 18 que sur SEM, a eu des difficultés à retrouver ses routines sur un appareil sur lequel il n'a pas volé depuis trois ans.

De plus, le pilote n'a pas réalisé les évolutions prévues en début de vol qui auraient contribué à retrouver les sensations du pilotage sur Super étendard modernisé.

Or, en ce qui concerne le pilotage de base d'un avion, il est plus difficile d'annihiler les routines acquises sur un autre type d'appareil que de retrouver ses habitudes, même après une période sans entraînement régulier.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande à la marine nationale :

- ❖ **de prendre en compte une éventuelle perte d'expertise des pilotes de retour dans une flottille et d'étudier la possibilité d'adapter le programme du premier vol de « reprise en main » pour permettre aux pilotes de se réhabituer au pilotage de base du Super étendard modernisé, voire de le dissocier du vol « sécurité » ;**
- ❖ **d'étudier la pertinence de la mise en place d'un autre pilote (au sol ou en vol) pour permettre la surveillance de ce type de vol.**

4.1.3 Circuit SRE

L'enquête a montré une grande diversité dans le type de présentations réalisées en entraînement au pilotage en secours régulation électrique : circuit à vue à des hauteurs variables ou bien finale aux instruments, des hauteurs de remise de gaz différentes, lors de l'instruction initiale ou de la préparation à l'embarquement sur porte-avions.

Or, le jour de l'évènement, faute de précision sur le type de circuit à réaliser, sur la hauteur de remise de gaz et sur le type d'entraînement à réaliser, le pilote a effectué une présentation dont la géométrie ne lui a pas permis de maîtriser la perte de poussée en courte finale.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande à la marine nationale de :

préciser le cadre de l'entraînement au pilotage en secours régulation électrique lors des vols de reprise en main.

Sur porte-avion, l'appontage en secours régulation électrique est effectué, si possible, à l'issue d'une finale guidée au radar, sauf en cas de panne radio ou de nécessité opérationnelle de discrétion où les pilotes effectuent un circuit à vue, stables à 600 ft. Ces derniers circuits sont limités à 1500 ft à Landivisiau à cause des nuisances sonores en dehors des périodes d'atterrissages simulés sur piste.

Aussi, il apparaît un décalage entre l'entraînement courant à l'appontage en secours régulation électrique et l'application de procédures de combat en opérations sur le porte-avions ou en cas de panne radio. Or la probabilité d'occurrence de ces deux pannes en même temps est très faible.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande à la marine nationale :

d'étudier le type d'entraînement aux procédures de secours à réaliser en fonction de l'occurrence de la panne dans chaque contexte environnemental.

4.1.4 Circuits réacteur douteux

La documentation pilote préconise, quand les conditions météorologiques le permettent, de réaliser un circuit d'atterrissage type « réacteur douteux beau temps » dans le cas de pannes affectant le moteur. Ce circuit à vue est un circuit large dont les virages sont limités à 30° d'inclinaison.

Malgré cette consigne, il n'est pas exceptionnel que, lors de pannes réelles concernant le fonctionnement du moteur, des atterrissages sur longue finale à vue soient effectués. La décision des pilotes est alors de privilégier un retour « *souple et stable* » qui minimise les sollicitations du moteur. De plus, ces actions ont été qualifiées de « *conforme au bon sens aéronautique* ».

Il apparaît donc un certain écart entre la procédure publiée et la pratique.

Du fait de la difficulté à piloter en virage un avion en panne, l'armée de l'air a d'ailleurs fait le choix d'imposer, dans tous les cas, une arrivée sur longue finale pour un atterrissage en secours régulation, avec une hauteur et une vitesse qui permettent de minimiser les sollicitations du moteur. Ce choix permet également de faciliter la prise de décision d'éjection et d'offrir un relatif contrôle du point de chute de l'appareil.

Aussi, le bureau enquête accidents défense air recommande à la marine nationale de :

s'interroger sur le bien fondé de réaliser un circuit de piste à vue en secours régulation électrique, voire dans les autres cas de doute sur le fonctionnement du moteur.

4.1.5 Décision d'éjection

Bien qu'ayant subi une chute de poussée à une hauteur de moins de 200 ft et une vitesse de 140 kt, le pilote a témoigné ne pas avoir envisagé de s'éjecter malgré la consigne en cas de « *perte de poussée* » à une altitude inférieure à 1000 ft et pour une vitesse inférieure à 150 kt.

Or, la « baisse de poussée importante » est une des pannes qui crée une situation de détresse et qui exige du pilote une réaction immédiate et une connaissance réflexe des procédures.

D'autres enquêtes du BEAD-air ont par ailleurs montré, qu'en dessous de l'altitude de décision, le pilote n'a plus le temps d'analyser la panne et que l'éjection doit être immédiate.

Les éléments recueillis laissent d'ailleurs penser que l'évènement aurait probablement été plus grave, voire mortel, si la puissance du moteur n'était pas revenue juste avant l'impact ou si l'avion avait touché le sol avant la bande goudronnée.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air recommande à la marine nationale de :

rappeler aux pilotes la consigne d'éjection immédiate en cas de problème moteur à faible altitude, en particulier dans le circuit d'atterrissage et de s'assurer d'un entraînement régulier (au simulateur) à la prise de décision de l'éjection.

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

4.2.1 Rappel sur l'annonce des situations inhabituelles

Le pilote sait qu'il a subi une chute de poussée du réacteur et qu'il a touché durement la piste. Néanmoins, il ne réussit pas à expliquer cette défaillance du réacteur (problème technique alors que le moteur fonctionne désormais parfaitement, erreur de manipulation de la commande secours régulation électrique, erreur de pilotage de cet avion auquel il a du mal à se réhabituer) et préfère alors ne pas signaler l'évènement. Il minimise l'évènement et refuse inconsciemment sa gravité.

Or, sous l'effet du stress, celui qui subit un évènement a beaucoup plus de mal à l'analyser et à appliquer les procédures adéquates qu'une personne extérieure à l'avion (directeur des vols, contrôleur, second avion dans le cas d'un vol en patrouille). Si le pilote avait communiqué immédiatement après l'impact, le directeur des vols lui aurait conseillé de ne pas rentrer le train d'atterrissage, d'effectuer un passage pour inspection visuelle puis un atterrissage de précaution. De son côté, le contrôleur aurait pu anticiper un possible blocage de la piste d'atterrissage et aurait mis en alerte les moyens de secours pour une éventuelle intervention.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air rappelle :

l'importance de rechercher systématiquement de l'aide ou du soutien auprès d'un autre avion en vol ou d'une personne au sol pour analyser toute situation inhabituelle.

Les trois contrôleurs en poste à la vigie ont témoigné ne pas avoir surveillé le bon déroulement de la remise de gaz. Or, si l'un d'entre eux avait remarqué que l'avion avait touché la piste alors que le pilote a annoncé une remise de gaz, il aurait pu s'enquérir des problèmes rencontrés (et ainsi inciter le pilote à révéler ses ennuis) puis initier les actions de régulation du trafic et de mise en alerte des secours.

Aussi, le bureau enquête accidents défense air rappelle :

aux contrôleurs aériens en place à la tour qu'ils doivent porter une attention particulière sur les aéronefs au décollage et à l'atterrissage, à fortiori pour un vol de reprise en main.

4.2.2 Numérisation des bandes magnétiques

Les enregistrements sur bandes magnétiques type Hi8 sont relativement fragiles. En particulier, elles ont tendance à s'étirer lors des avances et retour rapides, et surtout des mises sur arrêt. Le chronométrage perd alors en précision. Or, celui-ci peut avoir une importance vitale dans le cadre d'une enquête technique pour expliquer l'évènement, en particulier sur les appareils qui ne possèdent pas d'autres enregistreurs.

Pour préserver ces indices fragiles mais non volatils, les bandes magnétiques doivent être numérisées avant d'être exploitées.

En conséquence, le bureau enquête accidents défense air rappelle que :

les enregistrements magnétiques ne doivent pas être exploités par les organismes avant qu'une copie numérique n'ait été réalisée par les services compétents.

ANNEXES

Annexe 1 : Secours régulation électrique _____ page 49

Annexe 2 : Fiche de vol sécurité - reprise en main _____ page 51

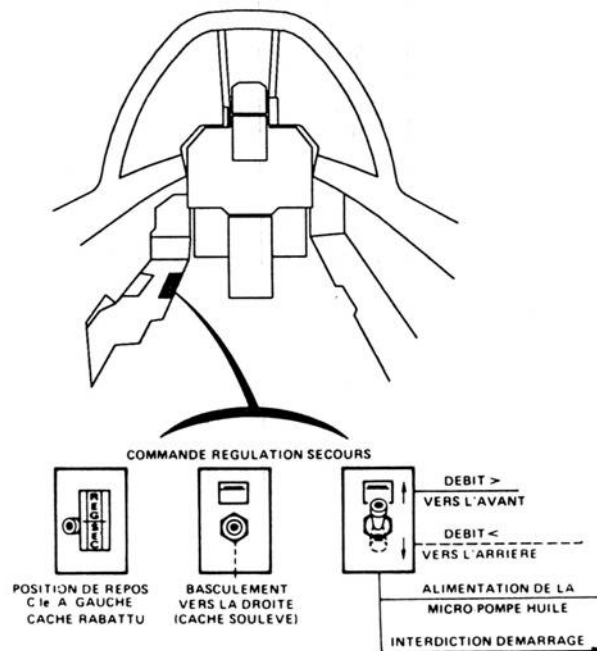
Annexe 3 : Autres fiches de vol _____ page 52

Annexe 4 : Circuits réacteur douteux _____ page 54

Annexe 5 : Appontage au SRE _____ page 55

Annexe 6 : Pression d'huile _____ page 56

1 SECOURS REGULATION ELECTRIQUE



Le dispositif de secours régulation électrique se compose de :

- un vérin électrique qui fait varier le débit carburant en poussant un doseur dans le sens ouverture ;
- un ressort qui ramène le doseur dans le sens fermeture ;
- une micro pompe qui prélève l'huile dans un réservoir secours.

La régulation secours est activée lorsque la commande « REG-SEC » est basculée vers la droite. Le circuit électrique de commande du vérin est alors mis sous tension. La variation du débit carburant est alors réalisée en agissant sur le manipulateur⁵² vers l'avant (augmentation du débit) ou vers l'arrière (diminution).

Lors du circuit SRE, l'ajustement du régime moteur s'effectue par impulsions brèves vers l'avant ou vers l'arrière. La remise des gaz s'effectue, quant à elle, par une action continue vers l'avant. Les impulsions vers l'avant sont exécutées par le pilote avec son pouce gauche, sa paume étant posée sur la banquette.

⁵² Située sur la banquette gauche de la cabine de pilotage, en arrière de la manette des gaz, le manipulateur est actionné vers l'avant par le pouce du pilote pour augmenter le régime. Lors de la remise des gaz au SRE, cette action vers l'avant est continue.

La mise sur arrêt du SRE s'effectue en rabattant le manipulateur vers la gauche, après l'avoir soulevé pour libérer le cran de sécurité de la gorge de la commande. Cette action commande automatiquement la rentrée du vérin électrique qui n'a alors plus d'action sur le doseur.

Lorsque le SRE est enclenché, la manette des gaz est positionnée au ralenti. Elle reste néanmoins opérante si le pilote affiche un régime moteur supérieur à celui du SRE.

2 FICHE DE VOL SECURITE - REPRISE EN MAIN⁵³

VOLS PARTICULIERS	FICHE VP1
<p>VOL SECURITE - REPRISE EN MAIN</p> <p>MOYENS</p> <p>Un avion. PL 1.</p> <p>DUREE : 1.0.</p> <p>PROGRAMME</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Insertion et ALN - Séquence de mise en route complète. 2.- Décollage - Montée 15 000 pieds. 3.- Evolutions 10 / 20 000 pieds. 4.- Percée - Finale AMV - Remise de gaz aux minima. 5.- Radar AIR- MER (lecture et accrochage). 6.- Présentation pour réacteur douteux ou mauvais temps selon les conditions météorologiques - Posé-décollé. Retour initial (montée 3 000 pieds - 350 nd pour branchement SRE). 7.- Présentation SRE - Remise de gaz - Remontée 3 000 pieds pour coupure SRE. 8.- Voltige 5 / 15 000 pieds. 9.- Circuit de piste sans volets - Posé-décollé - Retour initial. 10.- Présentation type Aviation Embarquée - Circuit à l'automanette - Atterrissage. <p><i>SECURITE</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Actions vitales.</i> - <i>Pilotage VSV.</i> 	

⁵³ Référence : instruction permanente N° 03 ALAVIA/EMPL/CHAS/DR du 11 septembre 1998.

3 AUTRES FICHES DE VOL

3.1 Familiarisation - Sécurité n°3

FAMILIARISATION	FICHE F9
<p>SECU 3</p> <p>MOYENS</p> <p>Un avion - Starter. PL 1.</p> <p>DUREE : 0.9.</p> <p>PROGRAMME</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Décollage. 2.- Montée 5 000 pieds - Stabiliser 5 000 pieds - 350 nd, afficher 80 % Enclencher le SRE - Afficher 85 % - Réduire la manette des gaz à fond - Afficher 97 % max - Monter jusqu'à 20 000 pieds en surveillant $N \leq 97$ %. 3.- Evolutions SRE enclenché entre 15 000 et 20 000 pieds (surveiller N). 4.- Percée TACAN/GCA au SRE (dm=700). 5.- R/G à 500 pieds - Retour initial. 6.- circuit SRE - R/G à 500 pieds. 7.- Montée 5 000 pieds - 350 nd - Réduire 80 % au SRE - Mettre 85 % à la manette des gaz - Couper le SRE. Mettre plein réduit et vérifier le régime correct. 8.- Voltige 5 000 pieds point bas. 9.- 2 X 450 présentation initial - TAG jusqu'au TILT. 10.- Atterrissage final avec parachute. <p>SECURITE</p> <p><i>Utilisation du SRE - Limitations.</i> <i>Circuit SRE.</i> <i>Atterrissage réacteur bloqué.</i></p>	

3.2 Familiarisation - Sécurité n°4

FAMILIARISATION	FICHE F10
<p>SECU 4</p> <p>MOYENS</p> <p>Un avion - Starter. PL 1.</p> <p>DUREE : 0.9.</p> <p>PROGRAMME</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Décollage. 2.- Montée 20 000 pieds. 3.- Percée TACAN/GCA - R/G à 300 pieds. 4.- Retour initial 2500 pieds - Présentation circuit réacteur douteux. 5.- Retour initial.3000 pieds / 350 nd - enclencher le SRE (voir procédure SECU 3). 6.- Circuit SRE - R/G à 200 pieds. 7.- Montée 5 000 pieds - Couper le SRE (voir procédure SECU 3). 8.- Voltige 5 000 pieds point bas (dm = 1200 kg). 9.- 2 X 500 présentation initial - TAG jusqu'au TILT. 10.- Atterrissage sans parachute. <p>NOTA : Dans la mesure du possible, effectuer ce vol sur piste courte.</p> <p><i>SECURITE</i></p> <p><i>Couleurs terrains.</i></p> <p><i>Limitation piste courte.</i></p> <p><i>Briefing terrain et terrain de dégagement.</i></p>	

4 CIRCUITS REACTEUR DOUTEUX

Extrait du mémento pilote MCC AN205.

12

MCC AN205

LAMPE BP

1. DESCENDRE $Z < 20\,000$ ft
sans modifier le régime
2. $Z < 20\,000$ ft
mouvement lent de la manette
3. RETOUR AU TERRAIN, Pas de G négatif

**P.A. : PAS DE REMISE DE GAZ TARDIVE
APPONTAGE VERT AMBRE**

RÉACTEUR DOUTEUX

Beau temps

1. **2500 ft** 250 nd
2. $N = 75\%$
3. 30° d'inclinaison
4. **CIRCUIT LARGE**
5. N CONSTANT
6. VISER LONG (300 m)
7. DÉGAGER LA PISTE
8. COUPER

Mauvais temps

1. **Palier 1500 ft**
2. $N \cong 78\%$ AF. sortis
3. 210 nd - TRAIN
Vi stabilisée à 180 nd
4. En début de descente
SORTIR LES VOILETS
RENTREZ LES AÉROFREINS
5. DÉGAGER LA PISTE
ET COUPER.

NOTA : Pour $M > 8,1t$ corriger le régime

À BORD :

1. **CCA palier 1 500 ft**
2. $N \cong 80\%$
3. Réduire la vitesse (AF sortis)
4. Sortir le train, les becs volets compensateurs
5. BIP allumé – enclencher l'automanette (réglage 13°8)
6. CCA et passe d'appontage normaux.

Édition : OCTOBRE 1994

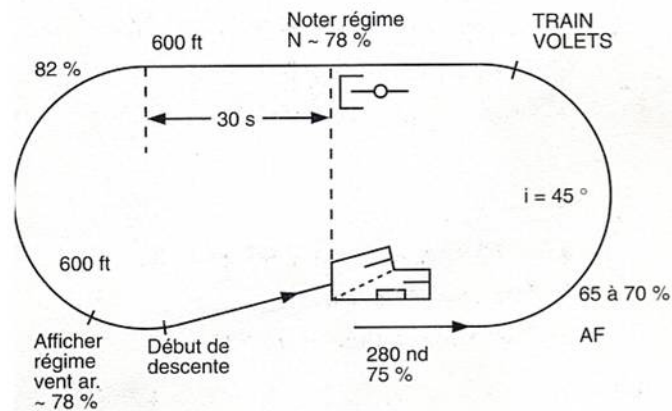
5 APPONTAGE AU SRE

Extrait du mémento pilote MCC AN205.

8

MCC AN205

APPONTAGE AU S.R.E.



**En descente
éviter de toucher au régime**

**Une impulsion SRE en AV + 2 %
Une impulsion SRE en AR - 4 %**

FINALE CCA si possible)

PAS DE WAVE OFF TARDIF

Édition : OCTOBRE 1994

6 PRESSION D'HUILE

6

MCC AN205

PRESSION D'HUILE

1. RÉDUIRE à $N < 85 \%$
2. ATERRIR RAPIDEMENT

Atterrissage > 20 min :

1. ATTENDRE LES BATTEMENTS DE RÉGIME
2. ENCLANCHER LE S.R.E.
3. MANETTE SUR RALENTI
4. ATERRISSAGE RÉACTEUR DOUTEUX
5. DÉGAGER LA PISTE ET COUPER

Atterrissage < 20 min :

1. ENCLANCHER LE S.R.E.
2. MANETTE SUR RALENTI
3. DÉGAGER LA PISTE ET COUPER

P. A. : APPONTAGE SRE