



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 24 juillet 2009

RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE



BEAD-air-M-2008-014-A

Date de l'événement	1^{er} octobre 2008
Lieu	15 km au nord de Roscoff (Finistère)
Type d'appareil	Super Etendard Modernisé standard IV
Immatriculations	F-XGDB (n° 38) et F-XGDI (n° 49)
Organisme	Marine nationale – commandement de la force de l'aéronautique navale
Unités	Centre d'entraînement et d'instruction au pilotage de la Marine 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.

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

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 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.

CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page de garde : @SIRPA Marine

Pages 19, 22, 23, 38, 43 : BEAD-air

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT	2
TABLE DES MATIERES	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	5
GLOSSAIRE	6
SYNOPSIS	7
1. Renseignements de base	9
1.1. Déroulement du vol	9
1.1.1. Mission	9
1.1.2. Déroulement	9
1.1.3. Localisation	10
1.2. Tués et blessés	11
1.3. Dommages aux aéronefs	11
1.4. Renseignements sur le personnel	11
1.4.1. Leader de la patrouille (indicatif : Pirate Carmin 1)	11
1.4.2. Equipier Pirate Carmin 2	12
1.4.3. Equipier Pirate Carmin 3	13
1.4.4. Equipier Pirate Carmin 4	13
1.5. Renseignements sur les aéronefs	14
1.5.1. Maintenance	15
1.5.2. Masse et centrage	16
1.5.3. Carburant	16
1.6. Conditions météorologiques	16
1.6.1. Prévisions	16
1.6.2. Observations effectuées par la station météorologique de Landivisiau	17
1.6.3. Autres observations	17
1.7. Télécommunications	17
1.8. Enregistreurs de bord	17
1.8.1. Enregistreurs d'accident	17
1.8.2. Enregistrements vidéo	18
1.9. Renseignements sur les épaves et sur l'impact	18
1.9.1. Localisation	18
1.9.2. Examen de la zone	18
1.9.3. Examen du siège du pilote de l'avion n° 3 (SEM n° 49)	18
1.9.4. Examen des épaves	19
1.10. Renseignements médicaux et pathologiques	24
1.10.1. Pirate Carmin 3	24
1.10.2. Pirate Carmin 4	24
1.11. Survie des occupants	24
1.11.1. Abandon de bord	24
1.11.2. Organisation des secours	25
1.12. Renseignements sur les organismes	26
2. Analyse	27
2.1. Exploitation des témoignages et des enregistrements	27
2.1.1. Description de la manœuvre en cours lors de l'événement	27
2.1.2. Témoignage de Carmin 4	28
2.1.3. Reconstitution du scénario probable de la manœuvre des avions n° 3 et 4	28
2.2. Recherche des causes de l'événement	32
2.2.1. Recherche des causes du rapprochement des deux avions et de la convergence des trajectoires	32
2.2.2. Recherche des causes de l'échec de la tentative d'évitement	39
2.2.3. Formation	41
2.3. Abandon de bord de l'avion n° 3	42
2.4. Recherche des causes de l'absence de réception de signal de détresse suite à l'éjection de Carmin 4	42
3. Conclusion	44
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	44

3.2. Causes de l'événement	44
4. Recommandations de sécurité	45
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	45
4.1.1. Espacement entre les avions lors des vols en formation	45
4.1.2. Formation et suivi	45
4.1.3. Surveillance des équipiers	46
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	46
4.2.1. Equipement de survie	46
4.2.2. Enregistrement vidéo	46
ANNEXE Critères de notation des vols présentés aux moniteurs par le chef de la section de transformation chasse	48

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Photo :

Ferrure d'attache inférieure du canon d'éjection	42
--	----

Schémas :

Représentation de la partie du siège éjectable retrouvée (couleur rouge).....	19
Implantation des éléments du SEM n° 49 localisés et observés	22
Implantation des éléments du SEM n° 38 localisés et observés	23
Principe de l'espace en formation de manœuvre à quatre avions	38

GLOSSAIRE

BAN	Base d'aéronautique navale
CEIPM	Centre d'entraînement et d'instruction au pilotage de la marine
CESSAN	Centre d'entraînement à la survie et au sauvetage de l'aéronautique navale
CROSS	Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage
SEM	Super Étendard Modernisé
SERI	Sous ensemble à réparation individualisée
SNSM	Société nationale de sauvetage en mer
STC	Section de transformation chasse
VEM	Visite d'entretien majeur
VP	Visite périodique
V2NR	Visite du 2 ^{ème} niveau technique d'intervention renforcée

SYNOPSIS

Date de l'événement : 1^{er} octobre 2008 à 17 h 09.

Lieu de l'événement : 15 km au nord de Roscoff (Finistère).

Organisme : marine nationale.

Commandement organique : commandement de la force de l'aéronautique navale.

Unités :

- centre d'entraînement et d'instruction au pilotage de la marine (CEIPM) ;
- flottille 11F.

Aéronefs : Super Etendard Modernisé (SEM) standard IV n° 38 et 49.

Nature du vol : mission d'entraînement à la manœuvre à quatre avions.

Nombre de personnes à bord : un pilote par avion.

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Une patrouille de quatre SEM effectue une mission d'entraînement à la manœuvre au dessus de la mer à environ 10 Nm au nord de Roscoff. Cette mission est effectuée au sein de la flottille 11F, au profit de deux pilotes stagiaires de la section transformation chasse du CEIPM.

Après 41 minutes de vol, en évolution aux alentours de 10 000 pieds, la formation réalise une manœuvre dans le plan oblique vers la gauche. L'avion n° 4 se situe en poste de manœuvre à gauche à 50 mètres de l'avion n° 3. Au sommet de la figure, en approchant les basses vitesses, les avions n° 3 et 4 entrent en collision.

Après l'impact, l'avion n° 4 part en tonneaux rapides, nez bas. Le pilote ne parvient ni à contrôler l'avion ni à lire l'altimètre et s'éjecte. Sous voile, accompagné par des débris, ce dernier voit un avion en feu tomber en mer à sa verticale.

Quelques instants après la collision, le leader voit dans le rétroviseur deux ensembles d'objets enflammés situés derrière lui et à gauche. Il se retourne, et observe directement :

- à une distance comprise entre un et deux kilomètres, des débris qu'il associe aux avions n° 3 et 4 de sa patrouille ;
- plus proche de lui de 500 mètres et à une altitude inférieure à la sienne, la coupole d'un parachute qu'il perd ensuite en visuel ;
- parmi les débris, la présence d'un objet orange virevoltant.

Il demande immédiatement le déclenchement d'une mission de sauvetage.

Le pilote de l'avion n° 4 amerrit et embarque à bord de son canot de survie. Il est secouru une heure et quart plus tard. Blessé, il est évacué vers le centre hospitalier universitaire régional de Brest.

Une éjection éventuelle du pilote de l'avion n° 3 n'a pas été observée. Son corps, sanglé sur son siège éjectable, est découvert le 12 octobre.

Composition du groupe d'enquête technique

- Un directeur d'enquête technique du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air), nommé enquêteur désigné.
- Un officier pilote ayant une expertise sur SEM.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur SEM.
- Un officier parachutiste d'essai ayant une expertise sur le dispositif d'éjection équipant le SEM.
- Un médecin du personnel navigant.

Autres experts consultés

- Institut de recherches criminelles de la gendarmerie nationale.
- Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA).
- Centre d'essais en vol (base d'Istres).

Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air a été prévenu téléphoniquement par le commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes le 1^{er} octobre vers 17 h 15. Le groupe d'enquête technique immédiatement constitué s'est regroupé sur la base aéronavale de Landivisiau dès le lendemain matin.

Enquête judiciaire

Le procureur près le tribunal de grande instance de Rennes (affaires militaires) s'est saisi de l'affaire, lequel a cosaisi la brigade de recherches de la gendarmerie maritime de Brest et la section judiciaire de la gendarmerie de l'air pour diriger l'enquête judiciaire.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Mission

Indicatif mission : PIRATE CARMIN.

Type de vol : CAM V¹

Type de mission : Entraînement à la manœuvre à quatre avions.

Dernier point de départ : Landivisiau.

Heure de départ : 16 h 28.

Point d'atterrissage prévu : Landivisiau.

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

La veille de l'événement vers 16 h 00, le commandement de la flottille programme une mission d'assaut au-dessus de la terre engageant quatre avions. Le jour de l'événement vers midi, au regard des conditions météorologiques peu favorables à l'exécution de cette mission, le chef des opérations de la flottille l'annule et programme deux vols de manœuvre à deux avions. Vers 15 h 00, ceux-ci sont annulés et remplacés par un vol de manœuvre à quatre avions, à basse et moyenne altitude.

Il s'agit d'un vol d'entraînement aux manœuvres de base en patrouille dans les zones de travail de Landivisiau au profit de deux stagiaires de la section transformation chasse (STC) du CEIPM, en fin de cursus de formation. L'objectif de ce vol est de renforcer l'entraînement des deux stagiaires à la manœuvre.

Le briefing a lieu de 15 h 00 à 15 h 30. Toutes les phases du vol sont abordées en détail. Le décollage est prévu à 16 h 00. Cet horaire est repoussé de 28 minutes suite au retard de la préparation d'un avion de la patrouille.

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

Les avions de la patrouille décollent individuellement, espacés de vingt secondes, et se rassemblent à 500 pieds au dessus de la mer.

La patrouille réalise alors successivement :

- une formation en patrouille serrée à 500 pieds et 300 nœuds pendant cinq minutes ;
- un exercice de manœuvre pendant sept minutes à partir d'une altitude de base de 500 pieds dans le plan horizontal à 350 nœuds dans un premier temps, puis dans le plan oblique par la réalisation d'oreilles² dans un deuxième temps ;

¹ Vol effectué en circulation aérienne militaire selon les règles de vol à vue.

² Figure de voltige permettant de faire un demi-tour en utilisant le plan oblique et sans dégradation de l'énergie totale. Elle débute par une montée en virage tout en inclinant progressivement l'avion jusqu'à une inclinaison comprise entre 90° et ¾ dos, et à 90° du cap de départ, se poursuit par un virage en descente au cours duquel l'inclinaison est progressivement annulée jusqu'à l'atteinte de l'altitude de départ au cap opposé.

- un exercice de surveillance pendant trois minutes à 500 pieds et 350 nœuds, puis sept minutes à 100 pieds et 420 nœuds. Ces évolutions sont exécutées dans le plan horizontal, principalement à base de virages de 90° ;
- une montée en moyenne altitude en formation de surveillance ;
- des évolutions en surveillance à 15 000 pieds et 350 nœuds pendant quatre minutes ;
- des évolutions en manœuvre entre 7 000 et 15 000 pieds pendant les quatre minutes qui précèdent la collision.

1.1.2.3. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

Les témoignages des pilotes de la patrouille, l'exploitation des enregistrements vidéo des visualisations en tête haute du leader et de Carmin 2, ainsi que la restitution des communications radio sur la fréquence de l'approche de Landivisiau permettent la reconstitution chronologique des évolutions de la patrouille :

- t_0 :
en virage à droite dans le plan horizontal à 9 000 pieds et 328 nœuds, le leader de la patrouille entreprend une barrique à gauche. Le nez de son avion croise l'horizon incliné à 50° à droite ;
- $t_0 + 9$ s :
Carmin 3 annonce sur la fréquence interne à la patrouille « Tu devrais déjà être à l'intérieur ». A cet instant, l'avion du leader vole à l'altitude de 10 800 pieds, à la vitesse de 236 nœuds, incliné à 90° gauche avec 53° de cabré ;
- $t_0 + 10$ s :
Carmin 2 répond : « Wilco » ;
- $t_0 + 16$ s :
l'avion du leader, en descente, croise l'horizon sur le dos ailes à plat à 12 400 pieds et 190 nœuds ;
- $t_0 + 26$ s :
à 25° de piqué, 10 100 pieds et 293 nœuds, le leader amorce une ressource ailes à plat ;
- $t_0 + 33$ s :
franchissant 22° de cabré ailes à plat à 9 700 pieds et 293 nœuds, le leader constate dans son rétroviseur la présence de deux amas enflammés dans le secteur arrière droit de son avion. A cet instant, l'avion n° 2 se situe à l'arrière gauche du leader, en étagement négatif, et à une distance d'environ 100 m. Deux secondes plus tard, le leader annonce l'événement par radio à l'approche de Landivisiau.

1.1.3. Localisation

- Lieu :
 - pays : France.
 - en mer, à 15 km dans le 010 de Roscoff (Finistère).
 - coordonnées géographiques :
 - N : 48° 51' 29'' ;
 - E : 003° 53' 51''.
 - altitude du lieu de l'événement : estimée entre 10 500 et 13 000 pieds.
- Moment : jour.
- Aéroport le plus proche au moment de l'événement : Morlaix Ploujean (LFRU) situé à 15 Nm dans le 172 du lieu de l'événement.

1.2. Tués et blessés

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

1.3. Dommages aux aéronefs

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
SEM		2		

1.4. Renseignements sur le personnel

1.4.1. Leader de la patrouille (indicatif : Pirate Carmin 1)

- Age : 37 ans.
- Unité d'affectation : CEIPM ;
 - fonction dans l'unité : commandant en second.
- Formation :
 - qualification : chef de patrouille ;
 - école de spécialisation : école de chasse, Tours ;
 - année de sortie d'école : 1995 ;
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur SEM	Sur tous types	Dont sur SEM	Sur tous types	Dont sur SEM
Total (h)	2446,3	767,2	27,7	27,7	9,6	9,6
Dont nuit	199,7	108,3	0	0	0	0

- Date du dernier vol comme pilote sur l'aéronef :
 - de jour : 30 septembre 2008 ;
 - de nuit : 19 novembre 2007.
- Carte de circulation aérienne :
 - type : verte ;
 - date d'expiration : 31 octobre 2008.

- Cours instructeur PRM³ en 2006.
- Stage CESSAN⁴ en 2008.

1.4.2. Equipier Pirate Carmin 2

- Age : 27 ans.
- Unité d'affectation : CEIPM, mis pour emploi auprès de la flottille 11F ;
 - fonction dans l'unité : officier du service intérieur, et officier chargé des moyens informatiques.
- Formation :
 - qualification : pilote stagiaire à la STC ;
 - école de spécialisation : *Training Wing 1*, section marine de l'école de Meridian, Etats-Unis ;
 - année de sortie d'école : 2007.
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur SEM	Sur tous types	Dont sur SEM	Sur tous types	Dont sur SEM
Total (h)	522,9	105,1	57,7	57,7	17,4	17,4
Dont nuit	49,9	8,9	7,1	7,1	5,9	5,9
Dont VSV	82,8	19,0	11,0	11,0	5,3	5,3

- Date du dernier vol comme pilote sur l'aéronef :
 - de jour : 30 septembre 2008 ;
 - de nuit : 30 septembre 2008.
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte blanche ;
 - date d'expiration : 31 mars 2009.
- Stage CESSAN : 21 novembre 2007.

³ *Patrol resource management* : management des ressources en patrouille.

⁴ Centre d'entraînement à la survie et au sauvetage de l'aéronautique navale.

1.4.3. Equipier Pirate Carmin 3

- Age : 36 ans.
- Unité d'affectation : CEIPM, mis pour emploi auprès de la flottille 11F.
Fonction : chef de la STC, et chef par intérim des opérations de la flottille 11F.
- Formation :
 - qualification : chef de dispositif ;
 - école de spécialisation : *Training Wing 1*, section marine de l'école de Meridian, Etats-Unis ;
 - année de sortie d'école : 1995.
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur SEM	Sur tous types	Dont sur SEM	Sur tous types	Dont sur SEM
Total (h)	2962,2	2500	91,9	88,3	15,7	15,7
Dont nuit	371,2	300	10,1	10,1	5,3	5,3

- Date du dernier vol comme pilote sur l'aéronef :
 - de jour : 30 septembre 2008 ;
 - de nuit : 30 septembre 2008.
- Carte de circulation aérienne :
 - type : carte verte ;
 - date d'expiration : 31 janvier 2009.
- Cours instructeur PRM en 2004.
- Dernier stage CESSAN : 13 décembre 2007.

1.4.4. Equipier Pirate Carmin 4

- Age : 26 ans.
- Unité d'affectation : CEIPM mis pour emploi auprès de la flottille 11F ;
 - fonction dans l'unité : responsable de la documentation aéronautique et de navigation ;
 - qualification : pilote stagiaire à la STC ;
 - école de spécialisation : *Training Wing 1*, section marine de l'école de Meridian, Etats-Unis ;
 - année de sortie d'école : 2007.

– Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur SEM	Sur tous types	Dont sur SEM	Sur tous types	Dont sur SEM
Total (h)	454,1	103,4	72,9	72,9	11,7	11,7
Dont nuit	56,4	12,7	10,0	10,0	7,7	7,7
Dont VSV	74,7	26,8	18,1	18,1	7,7	7,7

– Date du dernier vol comme pilote sur l'aéronef :

- de jour : 18 septembre 2008 ;
- de nuit : 30 septembre 2008.

– Carte de circulation aérienne :

- type : carte blanche ;
- date d'expiration : 31 mars 2009.

– Dernier stage CESSAN : 21 novembre 2007.

1.5. Renseignements sur les aéronefs

– Organisme : marine nationale.

– Commandement organique d'appartenance : commandement de la force de l'aéronautique navale.

– Base aérienne de stationnement : base d'aéronautique navale (BAN) de Landivisiau.

– Unité d'affectation : flottille 11F.

– Type d'aéronef : Super Etendard Modernisé :

- configuration : chaque avion était équipé de deux réservoirs pendulaires RP1SE2 de 595 litres et de deux châssis support de canons ;
- armement : chaque châssis support de canon était équipé d'un propulseur de détresse F71A.

- Caractéristiques :
- avion n° 3 (SEM n° 49) ;

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	SEM standard 4	49	5495,5	VEM ⁵ : 706,5	V2NR ⁶ : 360,0
Moteur	ATAR 08K50	28359	(⁷)	SERI ⁸ : 519,9	VP ⁹ : 174,6

- avion n° 4 (SEM n° 38)

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	SEM standard 4	38	5361,8	VEM : 1160,3	V2NR : 5,8
Moteur	ATAR 08K50	28337	(⁶)	SERI : 401,2	VP : 5,8

1.5.1. Maintenance

L'examen de la documentation de maintenance du SEM n° 49 a révélé un entretien conforme au programme recommandé.

Le SEM n° 38 a fait l'objet d'un programme particulier d'entretien. Une V2NR a été réalisée par la BAN de Landivisiau en lieu et place d'une VEM. Cette substitution est conforme aux directives de l'acte technique n° 830-07/CEP/ASA/PFA du 12 décembre 2007. Ce document approuve le remplacement de la VEM par une V2NR, libérant un potentiel de 400 heures de vol ou 18 mois, avant le retrait du service de l'aéronef. Le contenu de la visite V2NR fait l'objet de la lettre DGSM/RSP/205371/07 du 20/11/2007. Le plan d'entretien de la visite V2NR a été approuvé par l'état major de la marine (note express n° 0-83987-2007 DEF/EMM/STA/NP du 21 décembre 2007).

⁵ VEM : visite d'entretien majeur.

⁶ V2NR : visite du 2^{ème} niveau technique d'intervention renforcée.

⁷ Le vieillissement des moteurs est annulé lors de chaque visite de maintenance SERI.

⁸ SERI : sous-ensemble à réparation individualisée.

⁹ VP : visite périodique

1.5.2. Masse et centrage

Les masses et les centrages des avions n° 38 et 49 sont équivalents :

	Masse (kg)	Centrage (%)
Au départ de la mission	10740	20,3
Au moment de l'événement	9100	18,8

1.5.3. Carburant

Type de carburant utilisé : F34

Les masses de carburant suivantes sont équivalentes pour les SEM n° 38 et 49 :

- masse de carburant au décollage : 3 500 kg ;
- masse de carburant restante au moment de l'événement : 1 600 kg.

1.6. Conditions météorologiques

1.6.1. Prévisions

1.6.1.1. Situation générale de la zone Manche prévue par Météo France Toulouse

Les cartes de temps significatifs montrent une zone de ciel de traîne peu active (pas de cumulonimbus prévu), à l'arrière d'un front froid sur le Bénélux et l'Allemagne, qui se désagrège en se décalant vers le nord est.

La couverture nuageuse prévue évolue de nuages fragmentés à couvert de la moyenne à haute altitude (couches nuageuses entre 10 000 et 30 000 pieds) à une couverture nuageuse fragmentée à épars en basse et moyenne altitude (entre 2 000 et 8 000 pieds), avec localement des averses de pluie. Les cartes des vents indiquent un flux d'ouest d'environ 30 à 35 nœuds à 5 000 pieds, et de 40 à 50 nœuds à 10 000 pieds, mollissant d'une dizaine de nœuds en début de soirée.

La température prévue de la mer dans la zone est de 15°C.

1.6.1.2. Prévisions émises le 1^{er} octobre 2008 par les stations météorologiques de Brest et Landivisiau, valables de 17 h 00 au lendemain à 02 h 00

Vent du 290° pour 15 nœuds, visibilité supérieure à 10 km, nuages épars à 2 000 pieds et fragmentés à 3 500 pieds, temporairement averses de pluie avec vent en rafales jusqu'à 25 nœuds et nuages fragmentés à 2 000 pieds.

1.6.2. Observations effectuées par la station météorologique de Landivisiau

- A 16 h 00 :
vent du 290° pour 16 nœuds, oscillant du 260° au 320°, visibilité supérieure à 10 km, nuages épars à 2600 pieds et 3700 pieds, température 15°C, point de rosée 7°C, pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer 1 011 hPa, pas de changement significatif dans l'heure suivante ;
- A 17 h 00 :
vent du 290° pour 13 nœuds, visibilité supérieure à 10 km, nuages fragmentés à 1 600 pieds et épars à 3 500 pieds, température 15°C, point de rosée 9°C, pression atmosphérique ramenée au niveau de la mer 1 011 hPa, pas de changement significatif dans l'heure suivante.

1.6.3. Autres observations

Le radar de précipitations détecte des averses de pluies localisées, allant du nord de la ville de Brest au nord de Landivisiau, à l'est pour une dizaine de kilomètres de la ville de Morlaix, en mer au nord de Roscoff pour une trentaine de kilomètres.

Observations du sémaphore de l'île de Batz, faites par des personnels non météorologistes : vent de 16 à 20 nœuds du secteur ouest, houle moyenne modérée de secteur ouest avec creux de 1,25 à 2,5 m, nuages fragmentés avec cumulonimbus aux alentours, visibilité 12 km réduite sous averse.

Les observations du leader de la patrouille font état d'une couverture nuageuse, comprise entre un et quatre huitièmes entre 2 500 et 7 000 pieds, et d'une visibilité supérieure à 10 km.

1.7. Télécommunications

Les pilotes de la patrouille veillent sur la fréquence UHF¹⁰ de l'approche de Landivisiau sur laquelle ils disposent du service d'informations de trafic. Les communications internes à la patrouille sont réalisées en VHF¹¹ sur une fréquence attribuée à la Flottille 11F.

1.8. Enregistreurs de bord

1.8.1. Enregistreurs d'accident

Le SEM n'est pas équipé d'enregistreur d'accident.

¹⁰ UHF : *Ultra High Frequency* – désigne une gamme de fréquence de radiocommunication comprise entre 300 Mhz et 400 Mhz pour les liaisons aéronautiques militaires.

¹¹ VHF : *Very High Frequency* – désigne une gamme de fréquence de radiocommunication, comprise entre 100 et 156 Mhz pour les liaisons aéronautiques militaires.

1.8.2. Enregistrements vidéo

Le SEM est équipé d'un magnétoscope à cassette qui permet, selon le choix du pilote, d'enregistrer l'image de la visualisation tête haute (VTH) ou de la visualisation tête moyenne (VTM). Ce dispositif mémorise également la voix du pilote et les communications radio. L'appareil est situé dans la partie inférieure du pylône central du poste de pilotage.

Les cassettes de l'avion du leader et de l'avion n° 2 ont été exploitées.

L'enregistreur de l'avion n° 4 et la cassette n'ont pas été retrouvés. L'enregistreur de l'avion n° 3 a été retrouvé : il ne contenait pas de cassette. Il a été constaté la présence de trois morceaux de bande dans le mécanisme de lecture près de la tête de lecture, dont un enroulé autour de celle-ci. La lecture des deux premiers a montré qu'ils ne contenaient pas d'information. L'état dégradé du troisième n'a pas permis sa lecture.

1.9. Renseignements sur les épaves et sur l'impact

1.9.1. Localisation

Les balises de détresse et des débris provenant des deux avions ont été localisés le 10 octobre, et ont permis de circonscrire la zone des épaves.

1.9.2. Examen de la zone

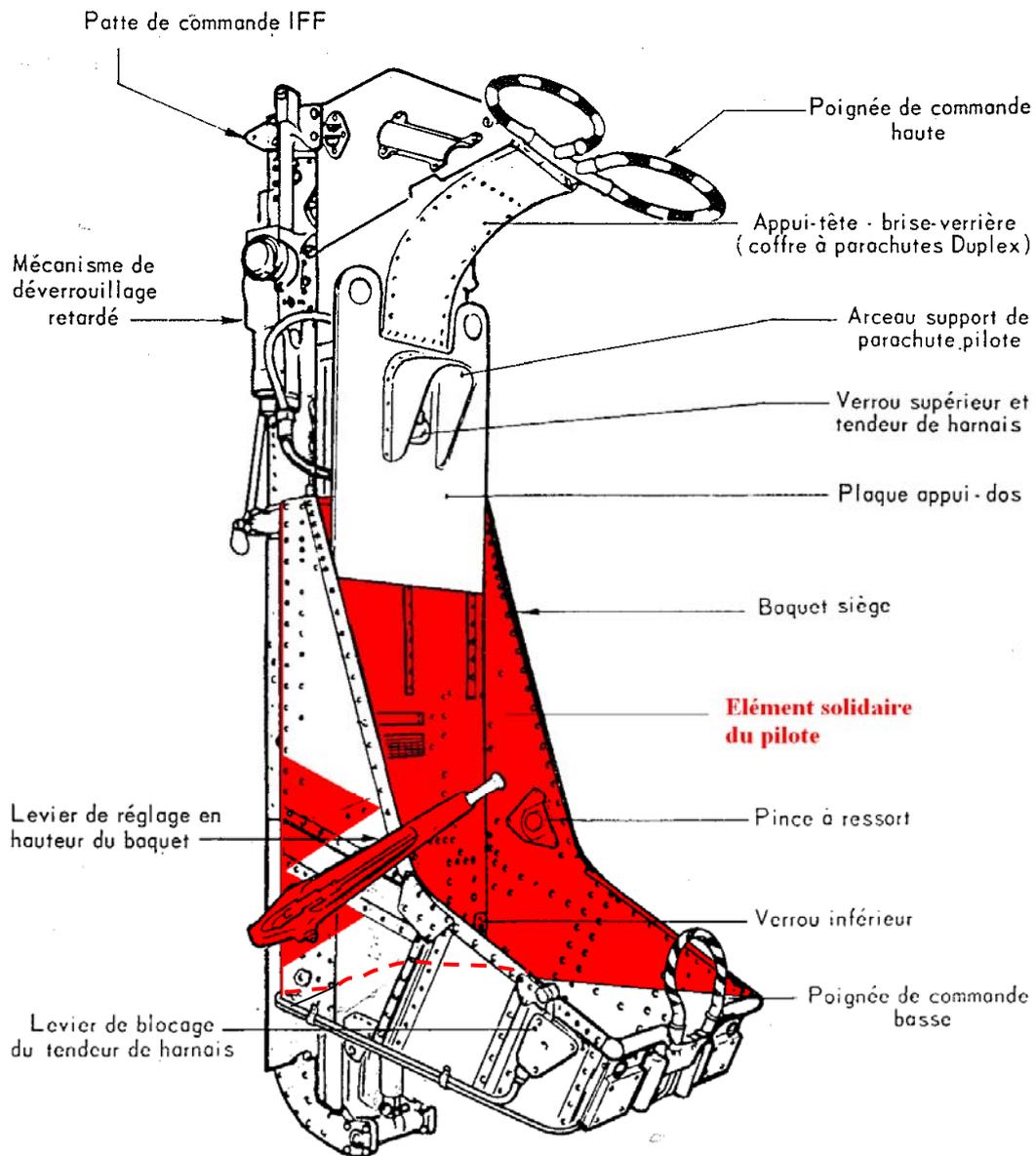
Les épaves sont réparties sur le fond marin à une profondeur moyenne de 80 mètres en deux zones distinctes correspondant à chacun des avions. Chaque zone est de forme oblongue d'une longueur comprise entre 500 et 600 mètres, de largeur voisine de 200 mètres, orientée selon un axe 290°- 110°.

Les parties principales des épaves, notamment les cabines, sont distantes d'environ 1 600 mètres.

1.9.3. Examen du siège du pilote de l'avion n° 3 (SEM n° 49)

Le corps du pilote a été retrouvé à environ 400 mètres du cockpit de l'avion n° 3 solidaire de la partie haute du baquet du siège (voir schéma) par la sangle à agrafe droite et la sangle de cuisse, fixées sur l'étrier droit.

Cette fraction du baquet est composée du dos et du côté gauche. Le dos dont il manque la partie haute est limité par des déchirures sur l'ensemble de son périmètre. Il présente de nombreuses déformations et une perforation. Les extrémités avant et basse du côté gauche sont déchirées. L'assise a disparu.



Représentation de la partie du siège éjectable retrouvée (couleur rouge)

1.9.4. Examen des épaves

1.9.4.1. Avion n° 3 (SEM n° 49)

- Principaux éléments localisés et observés (voir schéma page 22) :
 - plan central (repère 49-1) ;
 - bec droit (repère 49-2) ;

- aile gauche (repère 49-3) ;
 - pointe avant, cockpit, entrée d'air droite (repère 49-4) ;
 - fond de baquet du siège éjectable¹² ;
 - bas de fuselage arrière, crosse d'appontage (repère 49-5) ;
 - canon d'éjection¹² et moteur fusée ;
 - haut de fuselage arrière (repère 49-6) ;
 - plaque de structure de réservoir n° 2 droit (repère 49-7) ;
 - emplanture de l'aile droite (repère 49-8) ;
 - extrémité de l'aile droite (repère 49-9).
- Constatations :
- pointe avant, cockpit, entrée d'air droite (repère 49-4) :
l'ensemble est constitué de la partie du fuselage comprise entre la pointe avant et le cadre 21. L'entrée d'air gauche est absente. La paroi gauche du cockpit, rompue, est maintenue en place par les commandes du moteur reliées à la manette des gaz. Celle-ci est bloquée sur la position « plein gaz ». La partie supérieure du cockpit est absente (haut de la planche de bord et pare-brise). La banquette droite est présente. Le magnétoscope est à poste, déformé. Le cadre n° 13a est absent et seule la fixation basse du siège éjectable est présente. L'axe de fixation du siège sur le plancher est en place et déformé. L'entrée d'air droite, la structure et les câblages au niveau de la cassure (cadre 21) présentent des traces de brûlures ;
 - l'aile gauche est intacte ;
 - plaque de réservoir n° 2 droit (repère 49-7) :
cet élément provient de la structure située au niveau des plaques de visite du réservoir n° 2. Il ne présente pas de trace de brûlure ;
 - le canon d'éjection est déployé ;
 - l'emplanture et l'extrémité de l'aile droite sont détruites.

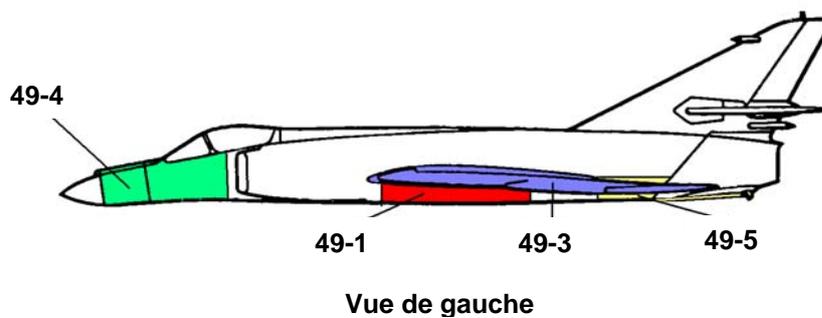
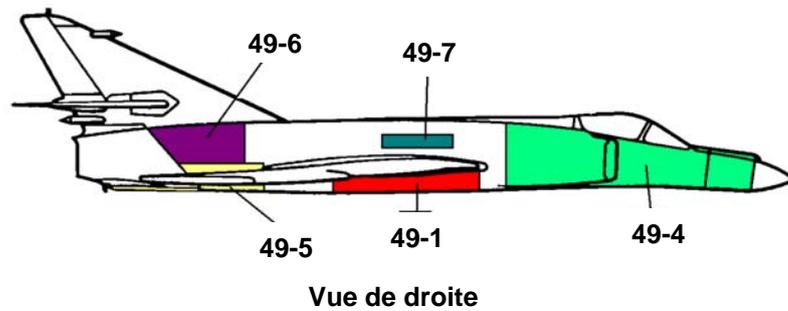
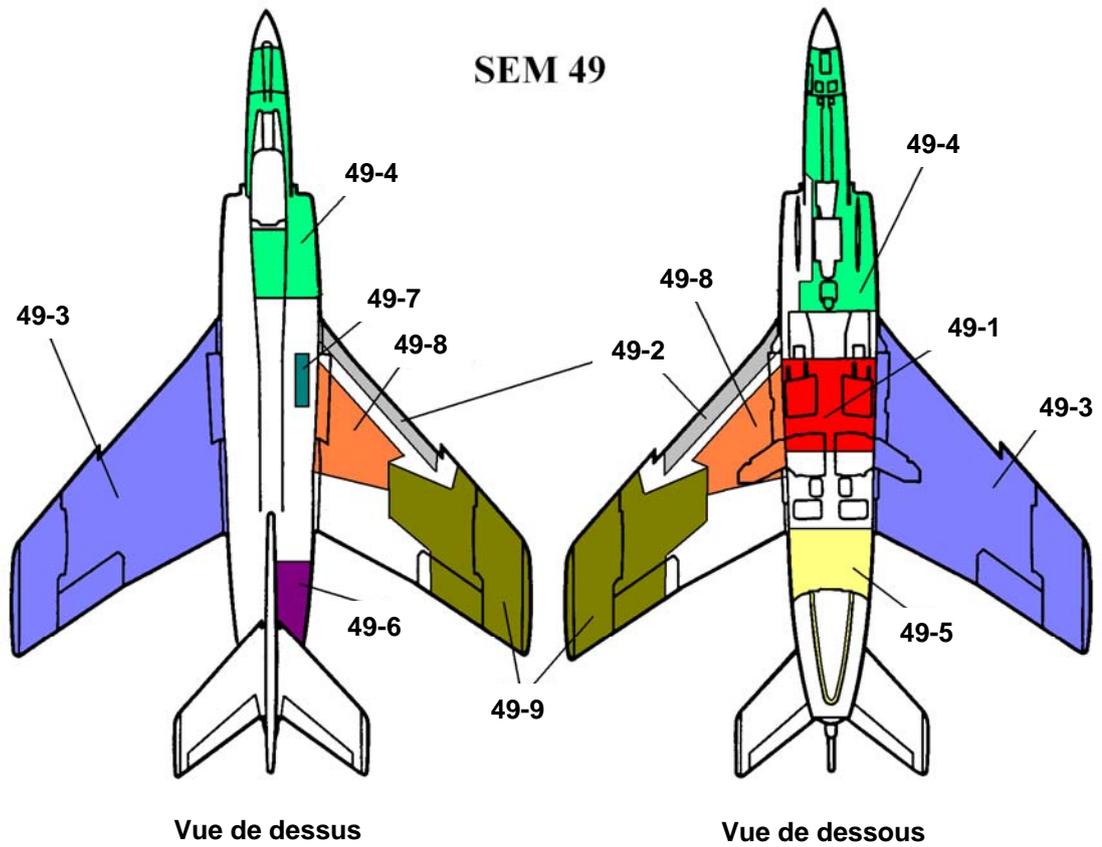
1.9.4.2. Avion n° 4 (SEM n° 38)

- Principaux éléments localisés et observés (voir schéma page 23) :
- pointe avant, cockpit, entrée d'air droite (repère 38-1) ;
 - plan central, aile droite (repère 38-2) ;
 - cheminée de réservoir pendulaire gauche (repère 38-3) ;
 - section arrière¹² ;
 - extrados de la partie droite de la gouverne de profondeur monobloc (repère 38-4) ;
 - réservoir pendulaire¹² ;
 - siège éjectable¹² ;
 - emplanture et premier tiers de l'aile gauche (repère 38-5) ;
 - extrémité de l'aile gauche (repère 38-6) ;
 - trappe bouclier (repère 38-7).
- Constatations :
- cockpit, pointe avant et entrée d'air droite (38-1) :
l'ensemble s'étend de la pointe avant jusqu'au cadre 21. La partie basse et la paroi gauche du cockpit, le pylône et le canon d'éjection du siège éjectable sont absents.

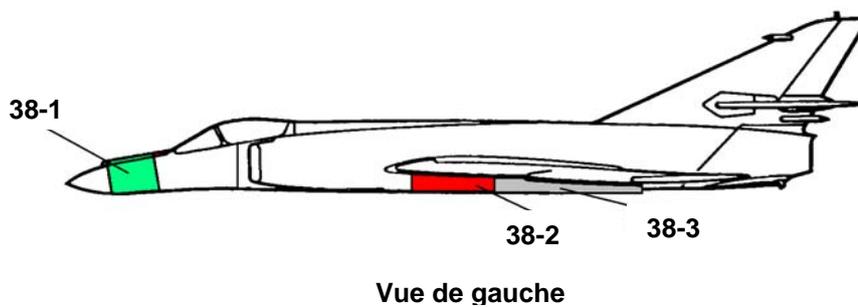
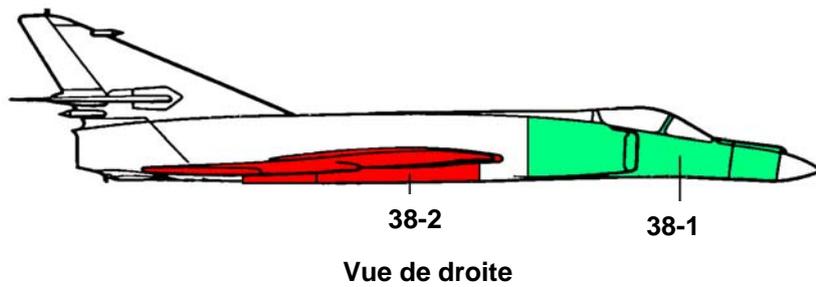
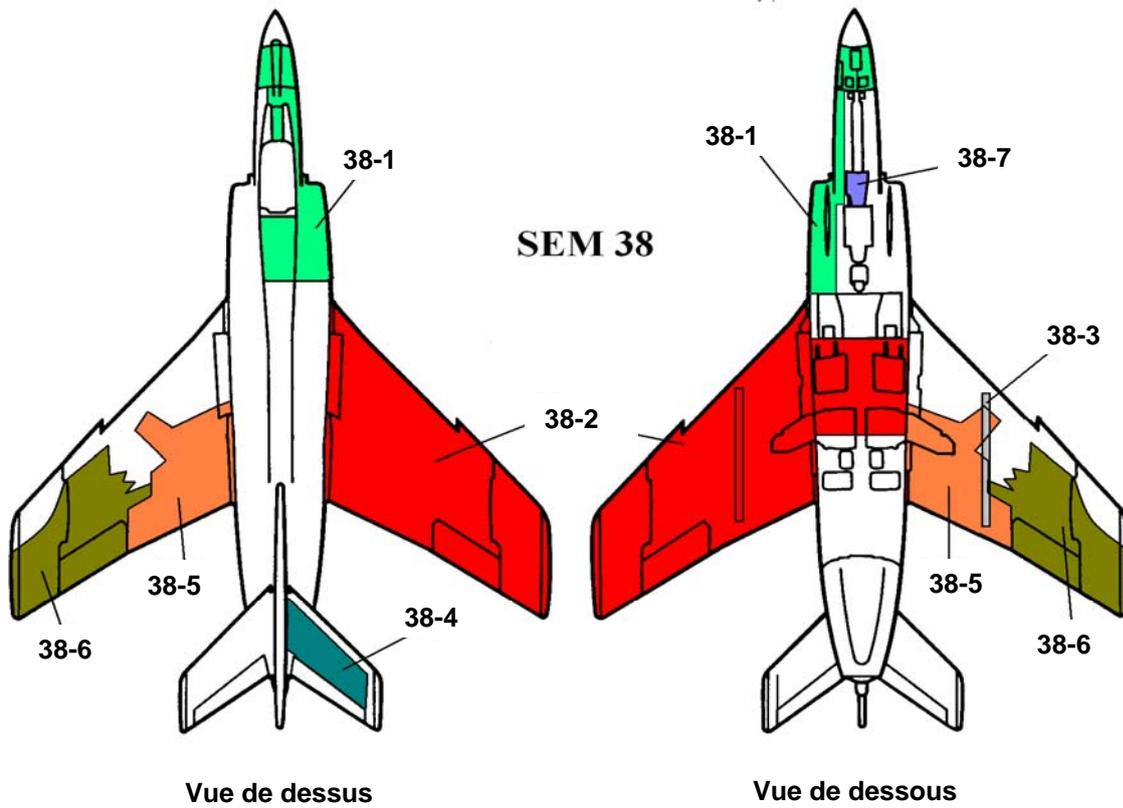
¹² Élément non représenté sur le schéma.

Les câblages et le revêtement de la partie arrière du cockpit ne présentent pas de traces de brûlure ;

- plan central et aile droite (repère 38-2) :
le plan central (partie de fuselage comprise entre les cadres 24 et 28) et l'aile droite sont solidaires. Seule la face intrados est visible. L'aile est complète et paraît globalement intacte. La cheminée de réservoir pendulaire est en place ;
- cheminée de réservoir pendulaire (repère 38-3) :
retrouvée à trente mètres de l'aile gauche, elle est rompue au niveau de sa fixation sur l'aile ;
- l'implanture de l'aile gauche (repère 38-5) est désolidarisée du plan central et repose à quelques centimètres de ce dernier. Le volet présente des traces de brûlures de l'implanture jusqu'au tiers de sa longueur. L'axe de fixation du réservoir pendulaire est solidaire du morceau d'aile ;
- l'extrémité de l'aile gauche (repère 38-6), dont la carène repliable, repose sur une partie du train principal gauche comprenant l'amortisseur et la roue. Les trains principaux sont sortis et verrouillés ;
- siège éjectable :
complet, il se situe à 1 200 mètres du cockpit. Les poignées haute et basse sont sorties de leurs logements.



Implantation des éléments du SEM n° 49 localisés et observés



Implantation des éléments du SEM n° 38 localisés et observés

1.10. Renseignements médicaux et pathologiques

1.10.1. Pirate Carmin 3

- Dernier examen médical :
 - type : visite du personnel navigant à l'unité ;
 - date : 8 juillet 2008 ;
 - résultat : apte pilote groupe 1 ;
 - validité : 31 janvier 2009.
- Examens biologiques : réalisés dans le cadre de l'enquête judiciaire. Les résultats sont négatifs.
- Blessures : décès par polytraumatisme consécutif à l'accident.

1.10.2. Pirate Carmin 4

- Dernier examen médical :
 - type : visite du personnel navigant à l'unité ;
 - date : 14 mai 2008 ;
 - résultat : apte pilote groupe 1 ;
 - validité : 30 novembre 2008.
- Examens biologiques : réalisés dans le cadre de l'enquête judiciaire. Les résultats sont négatifs.
- Blessures : fracture et tassement de la vertèbre D9 sans recul du mur postérieur.

1.11. Survie des occupants

Il n'a pas été reçu de signal IFF¹³ en mode de détresse.

1.11.1. Abandon de bord

- Carmin 3 :
l'éjection n'a pas été constatée.
- Carmin 4 :
le pilote déclare s'être éjecté après la collision dans l'urgence et sans préparation alors que son avion évoluait en tonneaux rapides et nez bas. L'éjection a été commandée par la poignée basse du siège. Les deux écrans du casque étaient baissés.
 - Type de siège éjectable : CM6.
 - Données morphologiques :
 - taille : 1,85 m ;
 - poids : 68 kg.
 - Éléments au moment de l'éjection :
 - altitude : comprise entre 8 000 et 10 000 pieds ;
 - vitesse : comprise entre 150 et 220 nœuds.

¹³*Identification friend or foe* : identification ami ou ennemi au radar.

- Conséquences :
le pilote estime la durée de la phase de stabilisation à environ deux secondes, et celle de la descente sous voile de l'ordre de deux minutes.

1.11.2. Organisation des secours

A 17 h 09, le leader de la patrouille annonce au contrôle aérien de Landivisiau la collision des avions n° 3 et 4, signale une éjection et demande les secours. Ayant perdu le visuel sur le parachute, il entreprend la recherche des deux pilotes dans la zone de l'accident.

Le contrôle aérien de Landivisiau déclenche la mission de secours en informant le centre opérationnel de la marine à Brest et le centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage (CROSS) Corsen. Le centre opérationnel de Brest avertit l'équipage d'alerte du Falcon 50 de Lorient du déclenchement de la mission avec ordre de décoller dès que paré.

Le CROSS Corsen :

- avertit l'équipage d'alerte de l'hélicoptère du service public à Lanvéoc à 17 h 15 du déclenchement de la mission avec ordre de décoller pour recherche de deux pilotes dès que paré ;
- fait appel aux moyens civils disponibles autour de la zone : quatre vedettes de la société nationale de sauvetage en mer (SNSM) et deux hélicoptères de la sécurité civile basés à Granville (50) et Quimper (29) ;
- coordonne les recherches en liaison avec l'approche de Landivisiau.

L'hélicoptère du service public décolle de Lanvéoc et débute les recherches sur la zone de l'accident à 17 h 45.

Le Falcon 50 décolle à 17 h 53. L'équipage entreprend à 18 h 10 des recherches visuelles et à l'aide d'une caméra à image thermique. Deux hélicoptères de la sécurité civile participent aux recherches.

A 18 h 25, l'équipage du Falcon 50 repère une trace fluorescente à la surface de la mer puis un canot de survie. Il survole l'embarcation et communique sa position à l'hélicoptère du service public. Ce dernier rejoint le canot à 18 h 30. Le pilote de l'avion n° 4 est à bord. L'état de la mer et les conditions météorologiques ne permettant pas l'utilisation de la civière, le pilote naufragé est hissé à bord de l'hélicoptère par un plongeur à l'aide d'une brassière. Un bilan médical initial est effectué à bord lors du transit vers le service des urgences du centre hospitalier régional universitaire de Brest.

Un hélicoptère de la sécurité civile repère un objet orange flottant à la surface de la mer à 19 h 56. Une vedette de la SNSM repêche le canot de survie de l'avion n° 3 non occupé. Il présente des traces de brûlures, la pèlerine est déchirée et la sangle de liaison avec le gilet de sauvetage du pilote est rompue.

Les recherches sous-marines permettront la découverte du corps du pilote de l'avion n° 3 le 12 octobre.

1.12. Renseignements sur les organismes

Le CEIPM est chargé, entre autres missions, de la transformation sur avion de combat à réaction des pilotes issus du cours de formation aux Etats-Unis, au sein de la STC.

Cette dernière est pourvue par des moniteurs et des pilotes stagiaires, affectés au CEIPM et mis pour emploi auprès de la flottille support, 11F ou 17F. Celles-ci sont alternativement chargées du soutien du CEIPM.

Au plan organique, la STC dépend du CEIPM, et relève au plan fonctionnel de la flottille désignée, qui était la 11F le jour de l'événement.

2. ANALYSE

Après 41 minutes de vol, alors que la patrouille réalise une manœuvre dans le plan oblique vers la gauche, les avions n° 3 et 4 entrent en collision au sommet de la figure en approchant les basses vitesses.

L'analyse de cet événement comprend :

- l'exploitation des témoignages et des enregistrements recueillis afin de restituer les manœuvres qui précèdent la collision et déterminer le scénario de l'événement ;
- l'énoncé et la vérification des hypothèses relatives :
 - aux causes de l'événement ;
 - à l'éventuel abandon de bord de l'avion n° 3.

Par ailleurs, l'absence de réception de signal de détresse suite à l'éjection de Carmin 4 est également étudiée.

2.1. Exploitation des témoignages et des enregistrements

Ont été exploités :

- les témoignages du leader de la patrouille, de Carmin 2 et de Carmin 4 ;
- les enregistrements vidéo de la visualisation en tête haute et audio réalisés par les magnétoscopes des avions n° 1 et 2 ;
- les restitutions de la trajectographie de la patrouille par le centre de détection et de contrôle de Cinq-Mars-la-Pile (37), et le contrôle aérien de Landivisiau.

2.1.1. Description de la manœuvre en cours lors de l'événement

La patrouille réalise un virage à droite du cap 040° au cap 010°, incliné entre 60° et 80° en légère descente et en accélération de 250 à 330 nœuds, sous un facteur de charge voisin de 3 g. Au cours de cette manœuvre, les équipiers se situent à la droite du leader, à l'intérieur du virage.

En virage à droite dans le plan horizontal à 9000' et 328 kt, le leader dégauchit et cabre afin de débiter une barrique à gauche. Le nez de son avion croise l'horizon, incliné à 50° à droite (référence t_0).

Neuf secondes plus tard, l'avion du leader franchit l'inclinaison de 90° à gauche, avec 53° de cabré, à la vitesse de 236 nœuds. Les éléments de vol de Carmin 2 sont identiques. A cet instant, Carmin 3 annonce à la radio « *Tu devrais déjà être à l'intérieur* » à l'attention de Carmin 2 qui accuse réception et se déplace aussitôt pour se positionner à l'intérieur du virage, à la gauche du leader.

L'analyse des éléments recueillis au cours de l'enquête permet de situer chronologiquement la collision entre les avions n° 3 et 4 environ trois secondes après l'annonce faite par Carmin 3.

2.1.2. Témoignage de Carmin 4

– Témoignage relatif aux instants qui précèdent l'événement.

- Situé à la droite de l'avion n° 3 au début de la barrique, l'avion n° 4 croise sa trajectoire pour se placer à sa gauche. Carmin 4 envisage que le leader ait entrepris une oreille à gauche.
- En approchant le sommet de la figure et les basses vitesses, distant d'environ cinquante mètres de l'avion n° 3, Carmin 4 constate que ce dernier se situe un peu à l'extérieur de la trajectoire des avions n° 1 et 2. Au passage trois-quarts dos, alors que Carmin 3 se déplace à son tour vers l'intérieur du virage, il prend conscience que celui-ci resserre brusquement sa trajectoire, en amenant le nez vers le bas par une forte augmentation de la cadence à la profondeur. Il constate que l'aspect de l'avion n° 3 évolue et que ce dernier prend de l'angle par rapport à son propre avion. Il estime à cet instant être « déphasé » de manière importante.
- Sa trajectoire devenant conflictuelle avec celle de Carmin 3, il tente d'éviter la collision en ramenant les ailes à l'horizontale et en poussant franchement le manche pour passer sous l'avion n°3. Ce dernier grossit rapidement face à lui. Carmin 4 est alors convaincu qu'il lui est devenu impossible de passer sous l'avion qui le précède et que la seule possibilité de l'éviter est de passer au-dessus : il tire violemment sur le manche et ressent immédiatement la collision avec l'avion n° 3.
- Carmin 4 estime qu'à l'instant de la collision l'avion n° 3 est approximativement incliné de 90° à gauche, avec un piqué de l'ordre de 10°. Il a la sensation que Carmin 3 l'a vu avant la collision, qu'il a entrepris une action en tangage à piquer et dégauchi pour l'éviter. Carmin 4 ressent un choc violent et une décélération. Il estime avoir percuté l'avion n° 3 au niveau de la dérive avec la partie inférieure de son avion, et qu'à cet instant les lignes de foi des deux avions formaient un angle compris entre 20° et 30°. Il a aperçu le cockpit de l'avion n° 3 sur sa gauche au moment de l'impact.

– Témoignage relatif aux instants postérieurs à l'événement

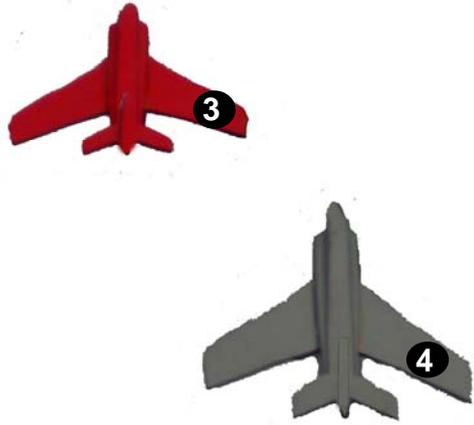
L'avion n° 4 part aussitôt en rotation en roulis très rapide, le nez vers le sol, sans que le pilote parvienne ni à identifier le sens de la rotation ni à l'arrêter par action sur le manche. Aucune accélération latérale ou longitudinale n'est ressentie. Il ne parvient pas à lire son altimètre et s'éjecte en tirant la poignée basse du siège.

2.1.3. Reconstitution du scénario probable de la manœuvre des avions n° 3 et 4

L'exploitation des témoignages et enregistrements corroborée par les constatations effectuées sur les parties retrouvées des épaves a permis de reconstituer le scénario probable de la collision comme suit :

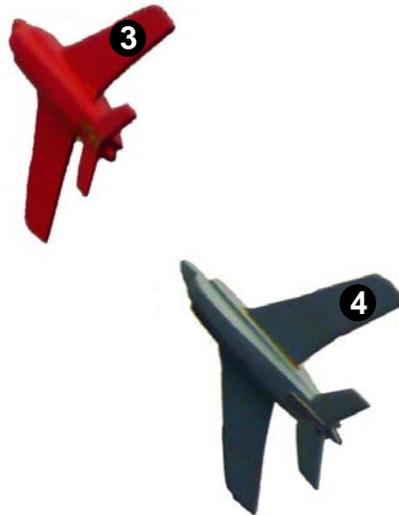
1^{er} temps :

Début de la barrique, les deux avions cabrent ailes à plat, 285 nœuds, 9 400 pieds, avion n°4 à droite



2^{ème} temps :

Le roulis à gauche entrepris, l'avion n° 4 se déplace vers l'intérieur de la trajectoire de l'avion n° 3.



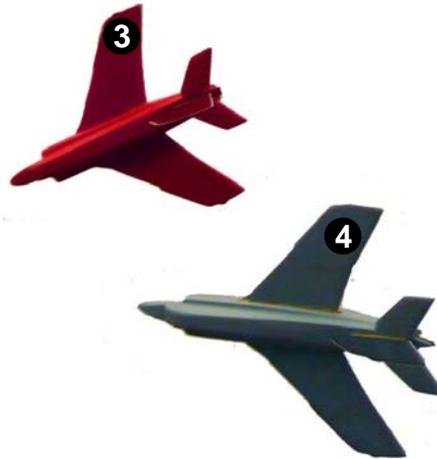
3^{ème} temps :

Poursuite du roulis à gauche, l'avion n° 4 croise la trajectoire de l'avion n° 3 par dessous, et vient se placer à sa gauche à l'intérieur du virage



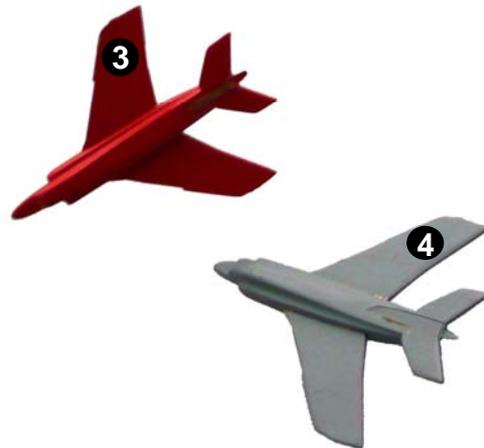
4^{ème} temps :

Le pilote de l'avion n° 3 resserre sa trajectoire, nez vers le bas. A partir de cet instant, les trajectoires des avions n° 3 et 4 sont « déphasées » et deviennent conflictuelles.



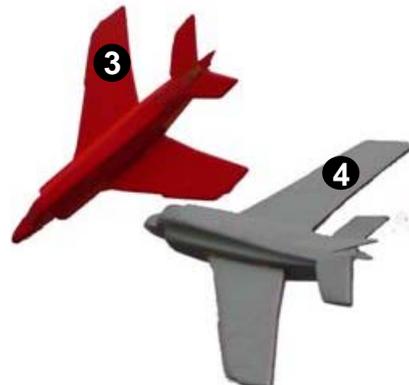
5^{ème} temps :

Le pilote de l'avion n° 4 entreprend une manœuvre d'évitement : il dégauchit et pousse le manche pour passer sous l'avion n°3.



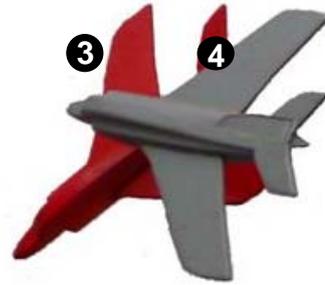
6^{ème} temps :

Le pilote de l'avion n° 4 cabre.



7^{ème} temps :

Collision.



2.2. Recherche des causes de l'événement

Le scénario de l'événement peut être décomposé en deux temps : tout d'abord le rapprochement des avions n° 3 et 4, puis l'échec de la tentative d'évitement entreprise par le pilote de l'avion n°4.

2.2.1. Recherche des causes du rapprochement des deux avions et de la convergence des trajectoires

2.2.1.1. Hypothèses relevant du domaine environnemental

Les circonstances météorologiques dans la zone de travail sont bonnes. Les observations font état d'une couverture nuageuse, comprise entre un et quatre huitièmes entre 2 500 et 7 000 pieds. La patrouille évolue dans une zone où la visibilité est supérieure à dix kilomètres. Le vent est établi au cap 290 pour environ vingt nœuds.

Les conditions météorologiques ne présentaient pas de particularité susceptible d'affecter la sécurité de la mission.

Les témoignages et les constatations effectuées sur les parties retrouvées des épaves n'ont pas mis en évidence de collision aviaire capable de perturber le vol.

Par conséquent, l'hypothèse qu'une cause environnementale soit à l'origine de l'événement est rejetée.

2.2.1.2. Hypothèses relatives à la mission

– Hypothèse relative à la préparation de la mission

Cette mission a pour but d'accroître l'aisance des équipiers Carmin 2 et 4 en exercice de manœuvre. Les évaluations des vols de ces derniers au cours de leur progression au sein du CEIPM témoignent de leur perfectibilité dans le domaine de la perception et du positionnement relatifs, avec toutefois une amélioration sensible de leurs résultats dans ce domaine au cours des derniers mois.

Les pilotes possèdent les qualifications requises pour le vol et leurs fonctions respectives au sein de la patrouille. Les évolutions prévues requièrent un niveau de technicité inférieur au niveau déjà enseigné à Carmin 2 et Carmin 4.

La mission a été préparée sans contrainte de délais et a donné lieu à un briefing adapté.

L'hypothèse que la préparation de la mission ait contribué aux causes de l'événement est rejetée.

– Hypothèse relative aux évolutions réalisées par la patrouille

L'analyse de l'enregistrement de la visualisation tête haute de l'avion du leader montre que :

- les caractéristiques des évolutions entreprises au cours du vol permettaient à chaque équipier de maintenir sa position sans difficulté excessive compte tenu du niveau de technicité poursuivi au cours de leur formation ;
- les manœuvres réalisées n'ont pas exposé les pilotes de la formation à des accélérations élevées et soutenues¹⁴, ou rapidement installées¹⁵ ;
- l'enchaînement des évolutions est réalisé de telle façon qu'il permet aux équipiers de revenir sans difficulté excessive à leurs positions nominales respectives s'ils s'en écartent ;
- jusqu'à l'événement, le vol a été exécuté en conformité avec les directives énoncées lors du briefing.

L'hypothèse que les caractéristiques des évolutions réalisées par la formation depuis le début du vol soient une cause de l'événement est rejetée.

2.2.1.3. Hypothèses relatives à la trajectoire de l'avion n° 3

Carmin 3 s'adresse à Carmin 2 par la radio quelques secondes avant la collision : « Tu devrais déjà être à l'intérieur ». Carmin 4 témoigne d'une évolution « brutale » en tangage de l'avion n° 3 en position trois quarts dos qui « resserre son virage brutalement », suivi du déphasage des trajectoires des deux avions, puis de la diminution de l'inclinaison de l'avion n° 3 associée à une action à piquer.

Les hypothèses suivantes peuvent être formulées quant aux causes de cette variation de la trajectoire :

– Perte de contrôle de l'avion n° 3

Une perte de contrôle peut avoir pour origine une incapacité subite du pilote, une sortie du domaine de vol, ou une défaillance mécanique de l'avion.

• Incapacité subite du pilote :

- problèmes neurologiques et cardiologiques.

La voix de Carmin 3 est calme et intelligible lors de l'émission du message, la formulation est claire. L'activité du pilote est permanente avant et après le resserrement du virage perçu par Carmin 4 : avant par le maintien d'une trajectoire cohérente avec celle de l'avion n° 2, et après par une action à piquer. Cette continuité d'action et l'absence d'antécédent particulier tant neurologique que cardiologique concernant Carmin 3 permettent de rejeter l'hypothèse de problèmes relevant de ces domaines ;

- problèmes digestifs :

Le pilote n'a émis aucun message radio faisant état d'un quelconque malaise.

¹⁴ Accélérations d'un niveau supérieur à 6 g et maintenues pendant une durée de 30 secondes.

¹⁵ Accélérations dont la vitesse de mise en accélération est supérieure à 1 g/s.

- problèmes pulmonaires :
Le pilote n'a pas manifesté de plainte relative à sa fonction respiratoire tant au cours du vol que par le passé.
- hypoxie :
L'altitude du vol ne nécessitant pas d'apport d'oxygène, l'hypothèse de l'hypoxie est rejetée.
- G.LOC¹⁶ :
Les évolutions réalisées au cours du vol ne présentaient pas des caractéristiques capables de provoquer le malaise du pilote.

Par conséquent, l'hypothèse d'une incapacité subite en vol est rejetée.

- Sortie du domaine de vol :
Les paramètres de vol estimés relatifs à cette phase ne sont pas en mesure de provoquer la sortie du domaine de vol. En revanche, le passage de l'avion n° 3 dans le souffle de l'avion qui le précède peut l'occasionner.
En cas de sortie du domaine de vol conduisant au décrochage symétrique ou dissymétrique, la reprise du contrôle par le pilote nécessite un délai de plusieurs secondes pouvant atteindre une vingtaine de secondes. Les consignes suivantes doivent alors être appliquées :
 - rendre la main en cas de fonctionnement de l'alarme de décrochage (vibreur de manche) ;
 - s'il y a départ en lacet : actionner la commande de profondeur à fond à piquer, gauchissement au neutre, et réduire la poussée du moteur au minimum.Carmin 4 n'observe pas de départ en lacet lors de l'événement, mais une forte augmentation d'incidence suivi d'une diminution de l'inclinaison et d'une action à piquer. **Ces mouvements ne sont pas cohérents avec les effets qui seraient attendus dans le cas d'une perte de contrôle de l'avion n° 3, ni avec ceux d'un SEM soumis à la turbulence de sillage d'un autre SEM.**
- Défaillance mécanique
Le comportement de l'avion n° 3 au début de la barrique est cohérent avec la trajectoire de celui qui le précède. Il est vraisemblable que le mouvement de l'avion lors de l'accentuation du virage est totalement piloté pour corriger la position par rapport à l'avion n° 2. Le mouvement opposé à piquer qui succède immédiatement, semble être en cohérence avec une réaction du pilote percevant le rapprochement de l'avion n° 4. **Le comportement constaté de l'avion n°3 ne présente pas de caractéristique pouvant être liée à une éventuelle défaillance mécanique.**

En conséquence, l'hypothèse d'une perte de contrôle de l'avion n° 3 est rejetée.

- Manœuvre brusque de l'avion n° 3
Au cours du vol, Carmin 3 fait de nombreuses remarques à Carmin 2 concernant le positionnement de son avion par rapport à celui du leader.
A plusieurs reprises, Carmin 3 fait observer à Carmin 2 qu'il tarde trop à venir à l'intérieur de la trajectoire du leader, et par l'un de ses commentaires lui signale qu'il le gêne pour tenir sa position.

¹⁶ *G-induced loss of consciousness* : perte de conscience induite par le facteur de charge.

Quelques secondes avant la collision, Carmin 3 annonce à l'attention de Carmin 2 : « Tu devrais déjà être à l'intérieur ». Carmin 2 accuse réception. Alors incliné de 90° à gauche, Carmin 3 resserre brusquement son virage.

La vitesse des avions n° 1 et 2 est de 236 nœuds selon l'enregistrement vidéo des visualisations en tête haute. Celles des avions n° 3 et 4 sont estimées identiques. Carmin 4 témoigne être distant de cinquante mètres de l'avion n° 4 au début de la figure.

Les trajectoires sont devenues conflictuelles, et la vitesse de rapprochement augmente.

Il est vraisemblable que :

- cette évolution fait suite au déplacement de l'avion n° 2 vers l'intérieur du virage ;
- l'intention de Carmin 3 est de venir se placer à son tour à l'intérieur du virage ;
- cette manœuvre surprend Carmin 4 qui ne parvient pas à maintenir sa trajectoire parallèle à celle de l'avion n° 3.

L'hypothèse que la manœuvre brusque de l'avion n° 3 participe au rapprochement des deux avions est probable.

2.2.1.4. Hypothèses relatives à la trajectoire de l'avion n° 4

– Perte de contrôle

Carmin 4 témoigne :

- ne pas avoir ressenti une incapacité physique subite en vol ;
- avoir évolué à l'intérieur du domaine de vol ;
- de la contrôlabilité satisfaisante de l'appareil avant l'événement, mais de l'impression de la réaction insuffisamment efficace des commandes de vol lors de leur sollicitation lors de la tentative d'évitement.

Cette impression de perte d'efficacité sans sensation de perte de contrôle a vraisemblablement pour origine la vitesse de l'avion à cet instant, de l'ordre de 230 nœuds en diminution. En effet, pour un même déplacement du manche, plus la vitesse est faible, moins l'action des gouvernes est efficace.

Au regard du témoignage de Carmin 4, l'hypothèse de la perte de contrôle de l'avion n° 4 est rejetée.

– La position de l'avion n° 4 est trop intérieure à la trajectoire de l'avion n° 3

Un poste de manœuvre de l'équipier trop intérieur à celui de l'avion qui le précède réduit le temps de réaction dont il dispose pour réagir si le leader vire vers lui. Sa position distante le place sur une trajectoire de rayon sensiblement inférieur à celui de la trajectoire de l'autre avion, et, par conséquent, contraint le pilote à réaliser un virage plus serré pour maintenir les trajectoires parallèles. Pour ne pas se rapprocher trop près de l'avion qui le précède, l'équipier doit le « laisser passer » afin d'augmenter le rayon de son virage.

Pour faciliter leur tenue de formation lorsque les évolutions ne se limitent pas au plan horizontal, il est conseillé aux équipiers de rechercher pendant la durée des évolutions un poste moins écarté que celui qui est préconisé (30°) par le règlement de standardisation des procédures.

L'hypothèse selon laquelle le rapprochement des deux avions a été favorisé par un relèvement trop important de l'avion n° 4 par rapport à l'avion n° 3 est probable.

- Les remarques adressées à Carmin 2 au cours du vol ont incité Carmin 4 à se placer trop à l'intérieur du virage

La principale difficulté du vol en formation de manœuvre est d'appréhender la trajectoire de l'avion qui précède. Tout écart d'appréciation entraîne soit l'adoption d'une trajectoire extérieure à celle du leader qui augmente la distance séparant les avions, soit la description d'une trajectoire intérieure conduisant au rapprochement des appareils.

Pour éviter l'écart, la tendance de l'équipier est de se placer « plein arrière » de l'avion du leader lors des évolutions. Cette position crée le sentiment d'être installé sur la même trajectoire que celle de l'avion de référence. Si l'équipier sous-estime l'incidence de ce dernier, son appareil décrit un virage de rayon supérieur à celui réalisé par l'autre appareil, et l'espacement entre les avions augmente au cours de la manœuvre.

Pour contrer ce résultat l'équipier doit, au besoin, aller rechercher une trajectoire intérieure à celle du leader pour se rapprocher de lui.

A plusieurs reprises au cours du vol et quelques secondes avant l'événement, Carmin 3 fait remarquer par deux fois à Carmin 2 qu'il devrait se situer à l'intérieur du virage. Ces remarques ont pu inciter Carmin 4 à les appliquer par mimétisme à son propre pilotage, et l'encourager ainsi à adopter une trajectoire trop intérieure le rapprochant sensiblement de l'avion n° 3.

L'hypothèse selon laquelle les remarques faites à Carmin 2 ont pu inciter Carmin 4 à décrire une trajectoire trop intérieure à celle de l'avion n° 3 est possible.

- Perception erronée de la dynamique de l'avion n° 3 par Carmin 4

Carmin 4 témoigne ne pas avoir perdu le « visuel » de l'avion n° 3 au cours de la manœuvre, et le cap auquel est réalisé la figure (du 030 vers le 320) ne l'a pas exposé à un éblouissement solaire. **Aucune contrainte matérielle ne semble donc avoir affecté la perception visuelle de l'avion n° 3 par Carmin 4.**

Les comptes-rendus des missions réalisées par Carmin 4 au cours du stage de transformation chasse révèlent des difficultés rencontrées par l'intéressé à acquérir la fiabilité de son sens du relatif lors des vols en manœuvre. Des appréciations mettant en cause la qualité de sa perception du relatif et l'impact de celle-ci sur la sécurité ont été émises.

Il a fait l'objet de remarques de la part d'instructeurs sur sa capacité à évaluer sa trajectoire par rapport au leader, que ce soit lors des rassemblements ou en manœuvre.

Ce point a été abordé lors de la réunion d'instruction du 22 mai 2008, dont le compte-rendu mentionne qu'il disposait d'« *un sens du relatif jugé faible* ».

Une amélioration dans ce domaine a toutefois été constatée lors du semestre précédent l'événement, au cours duquel ont alterné compliments et critiques sur la tenue du poste en manœuvre. Certaines critiques avaient notamment trait à l'espacement insuffisant entre son avion et celui du leader.

Carmin 4 réalisait son septième vol en formation de manœuvre à quatre avions. Les appréciations portées à l'issue de trois vols de ce type, réalisés cinq mois auparavant, font état de résultats insuffisants. Une de ces missions a justifié un vol de révision de manœuvre à deux avions.

Carmin 4 a progressé au cours de la formation. Toutefois, il apparaît régulièrement dans ses appréciations après vol, malgré une amélioration de la qualité de sa tenue de poste, des difficultés d'appréciation des positions et des dynamiques liées au vol relatif.

L'hypothèse que Carmin 4 ait éprouvé des difficultés à apprécier l'évolution de la dynamique de l'avion n° 3 lors de sa manœuvre est possible.

– L'avion n° 4 est trop proche de l'avion n° 3 au début de figure

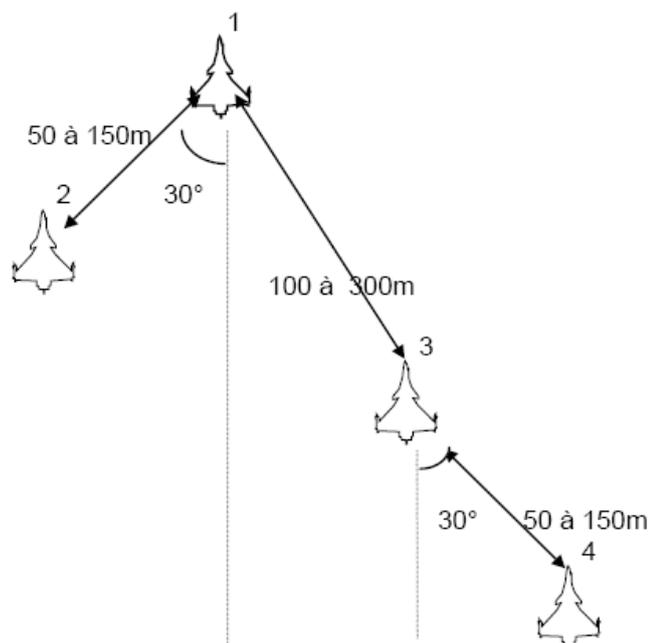
La formation de manœuvre permet à un ou plusieurs équipiers de suivre un leader sans s'en éloigner, quelles que soient ses évolutions. A cet effet, le poste d'un équipier est défini par rapport à l'avion qui le précède dans la patrouille excepté le n° 3 qui, comme le n° 2, tient son poste par rapport au leader. Un étagement entre chaque avion doit être maintenu.

Le principe de l'espacement en formation de manœuvre standard à quatre avions établi par le règlement de standardisation des procédures en flottille de chasse¹⁷ est le suivant :

- le n° 2 est à 5 ou 7 heures, de 50 à 150 mètres du leader, à l'opposé du n° 3 ;
- le n° 3 de 100 à 300 mètres à 5 ou 7 heures du leader ;
- le n° 4 est à 5 ou 7 heures du n° 3, de 50 à 150 mètres ;
- l'étagement est positif si la hauteur est inférieure ou égale à 1 000 pieds ;
- l'étagement est négatif si la hauteur est supérieure à 1 000 pieds.

Cette formation permet « des évolutions accentuées sans perdre la cohésion de la patrouille ».

¹⁷ Instruction n° 62 ALAVIA/EMPL.CHAS.DR du 25 janvier 2000.



Principe de l'espacement en formation de manœuvre à quatre avions

Carmin 4 déclare se situer à environ cinquante mètres de l'avion n° 3 au début de la figure. La vitesse de la patrouille à cet instant est voisine de 330 nœuds. Pour cette vitesse, il est conseillé de respecter un espacement d'environ 150 mètres, équivalant à une séparation temporelle entre les avions voisine de la seconde.

L'avion n° 4 décrit une trajectoire intérieure à celle de l'avion n° 3, plus courte, et se rapproche de ce dernier au cours de la barrique. La distance séparant les deux appareils lorsque l'avion n° 3 débute sa manœuvre brusque est donc inférieure à cinquante mètres et, de fait, diminue le temps de réaction disponible pour réaliser un évitement.

L'hypothèse selon laquelle l'espacement réduit entre les deux avions au début de la figure a pu favoriser leur rapprochement est probable.

- L'attention du leader et celle de Carmin 3 sont déportées vers l'avion n° 2 aux dépens de l'avion n° 4

Le poste tenu par Carmin 2 est celui qui fait naturellement l'objet du plus grand nombre de remarques au cours des vols d'instruction ou d'entraînement à la manœuvre à quatre avions. En effet, l'avion n° 2 se situe à l'avant de l'avion n° 3 et doit tenir son poste en se référant à l'avion du leader. Si le n° 2 ne tient pas son poste ou tarde à réagir lors des évolutions, il gêne le n° 3 qui se réfère également à la position du leader en tenant compte de celle du n° 2. Ce dernier se situe donc constamment dans le champ de vision du n° 3 qui détecte ainsi ses éventuels écarts de trajectoire.

Carmin 4 est placé à l'arrière de la formation, hors du champ de vision naturel du leader et du n° 3. La surveillance des équipiers contraint ces derniers à observer vers l'arrière en

tournant la tête ou à l'aide du rétroviseur. Cette obligation est d'autant plus accentuée lorsque la position des équipiers est correcte ou proche.

L'exploitation des communications internes à la patrouille montre une prédominance des remarques adressées à Carmin 2 par rapport à celles adressées à Carmin 4 au cours du vol.

Lors d'une phase de vol où leur attention privilégie naturellement la surveillance de la trajectoire de l'avion n° 2, il est possible que la surveillance du leader et celle de Carmin 3 aient été déséquilibrée au profit de l'avion n° 2 et, par conséquent, aux dépens de l'avion n° 4.

2.2.2. Recherche des causes de l'échec de la tentative d'évitement

2.2.2.1. L'étagement de l'avion n° 4 par rapport à l'avion n° 3 n'a pas été maintenu

Le poste de manœuvre standard place un équipier à une distance correspondant à environ une seconde de vol de son leader. L'équipier conserve cet intervalle par l'exécution rigoureuse des mêmes évolutions que son leader dans un plan d'évolution parallèle, avec le moins de délai possible. En virage, l'équipier peut moduler l'espacement avec l'avion qui le précède en déplaçant la trajectoire de son avion vers l'intérieur ou l'extérieur de celle de son leader. Le respect de la distance et de l'étagement prévient la possibilité de collision entre les deux avions. L'étagement adopté en formation de manœuvre correspond à l'envergure de l'avion, voisine de dix mètres dans le cas du SEM.

L'inefficacité de la manœuvre d'évitement entreprise par Carmin 4 rend certaine l'hypothèse selon laquelle un étagement suffisant entre les avions n° 3 et 4 n'a pu être maintenu par le n°4, face à une probable manœuvre brusque de Carmin 3.

2.2.2.2. Position trop intérieure de l'avion n° 4 par rapport à la trajectoire de l'avion n° 3 et espacement restreint entre les deux avions en début de figure

Carmin 4 constate que Carmin 3 lui « ferme la porte » lorsque ce dernier accentue son virage. Cette manœuvre a pour conséquence de rapprocher les deux avions.

Lors d'évolutions dans le plan vertical ou dans un plan oblique, il est préconisé aux équipiers de « se laisser glisser » d'une position normale de formation de manœuvre (30° sur l'arrière) pour « venir chercher les eaux » (environ 10° sur l'arrière) de leur leader. Cette position plus arrière permet de ne pas se rapprocher de manière excessive si le leader évolue franchement du côté où se trouve l'équipier. En revanche, un équipier ne doit jamais maintenir une position plein arrière par rapport à son leader, car cette position ne permet pas de visualiser la vitesse relative entre les deux avions.

La divergence des trajectoires a été estimée entre 20° et 30° alors que les plans des ailes des deux avions sont sensiblement parallèles. L'obtention de cet angle requiert la condition préalable de la position franche de l'avion n° 4 à l'intérieur de la trajectoire de l'avion n° 3 lorsque celui-ci resserre son virage.

L'hypothèse probable selon laquelle le rapprochement des deux avions a été favorisé par un espacement restreint au début de la figure (§ 2.2.1.4) a pour corollaire la réduction du délai dont a disposé Carmin 4 pour éviter la collision. De même, l'hypothèse d'une position de l'avion n° 4 trop à l'intérieur de la trajectoire implique la réduction de ce délai.

En conséquence, l'hypothèse selon laquelle l'espacement restreint entre les avions et le relèvement trop intérieur de l'avion n° 4 par rapport à l'avion n° 3 au début de la figure a compromis l'efficacité de la tentative d'évitement est probable.

2.2.2.3. La manœuvre d'évitement engagée par Carmin 4 n'est pas adaptée à l'étagement

Carmin 4 témoigne avoir immédiatement engagé une manœuvre d'évitement dès sa perception du rapprochement rapide, par une réduction franche de l'inclinaison et par une action en tangage à piquer. L'efficacité de cette manœuvre n'ayant pas permis le passage sous l'avion n° 3, il a cabré afin d'éviter la collision imminente.

L'évitement entrepris par Carmin 4, qui consiste à passer sous l'avion qui le précède, est cohérent avec une tenue de formation à cette altitude de vol où l'étagement doit être négatif. Dans le cas d'un étagement positif, l'évitement doit être réalisé en croisant l'avion « par dessus », en cabrant.

La description faite par Carmin 4 de la position relative de son avion avant la collision révèle son étagement probablement positif ou nul. Il témoigne avoir craint de perdre le visuel de l'avion n° 3 en le masquant avec le nez de son avion. Cette crainte a pu inciter Carmin 4 à une action réflexe en tangage négatif malgré son étagement vraisemblablement positif ou nul pour éviter la collision.

Dans le cas probable d'un étagement positif ou nul tenu par l'avion n° 4, la manœuvre en tangage à piquer, réalisée pour garder le visuel sur l'avion n° 3 n'a pas permis d'éviter la collision.

2.2.2.4. Une ultime manœuvre potentielle de l'avion n° 3 a pu compromettre la tentative d'évitement entreprise par Carmin 4

La tentative d'évitement entreprise, Carmin 4 perçoit l'évolution brusque de l'avion n° 3 dont l'inclinaison diminue et le tangage part à piquer. Il lui semble que Carmin 3 a engagé une action en tangage à piquer tout en dégauchissant, et que la collision se produit alors que l'inclinaison de l'avion n° 3 est proche de 90° avec 10° de piqué.

Cette manœuvre de dernier instant ne peut avoir que peu d'influence sur l'étagement. Elle favorise en revanche la diminution de la vitesse de rapprochement des deux avions, en tendant à rendre parallèles leurs vecteurs-vitesses.

Une ultime manœuvre potentielle de Carmin 3 n'a pas pu compromettre de façon significative l'efficacité de la tentative d'évitement entreprise par Carmin 4.

2.2.3. Formation

– Tolérance de la progression au cours de la formation au sein de la STC

L'hypothèse que Carmin 4 ait éprouvé des difficultés d'appréhension de la dynamique de l'avion n° 3 lors de sa manœuvre a été retenue (§ 2.2.1.4). Cette faiblesse du « sens du relatif » avait été décelée au cours de sa formation. Bien qu'une progression certaine dans ce domaine ait été constatée, les appréciations émises montrent que la technicité propre à la tenue de poste en manœuvre n'était pas complètement acquise.

La notation des vols appliquée à la STC permet de vérifier l'acquisition de l'enseignement dispensé et d'évaluer les carences des stagiaires. Cependant, l'attribution de la note « standard » ou « standard moins » autorise la progression dans le cursus de transformation sur avion de combat malgré d'éventuelles lacunes. Les critères de notation appliqués (voir annexe) permettent l'accumulation d'erreurs sur l'acquis et semblent favoriser la progression du stagiaire dans sa globalité sans mettre l'accent de façon significative sur les lacunes constatées lors d'exercices particuliers.

L'hypothèse selon laquelle la progression de Carmin 4 a été permise sans que des acquis basiques concernant le vol en formation aient été consolidés est probable.

– Formation aux États-Unis

La manœuvre pratiquée lors de la formation aux États-Unis sur T45 diffère de celle pratiquée dans l'aviation navale française :

- l'inclinaison pendant les évolutions est limitée à 45° ou 60°;
- le régime moteur affiché permet de disposer d'une puissance de propulsion supplémentaire en cas de besoin ;
- si en vol rectiligne horizontal la position de l'avion de l'équipier est similaire à celle préconisée par l'aviation navale française, au cours des évolutions l'équipier place son avion dans le plan des ailes de celui du leader.

Cette dernière pratique permet d'obtenir en évolution un étagement entre les avions plus important que celui résultant de la procédure française. Les évitements sont pratiqués de la même manière qu'en France, en croisant par dessus si l'étagement est positif, et par dessous si l'étagement est négatif. Aussi, l'éventuelle application par Carmin 4 d'actions réflexes liées à cette méthode de travail n'aurait pas compromis la sécurité de la formation.

En conséquence, l'hypothèse selon laquelle le recours à des routines acquises lors de la formation aux États-Unis a pu perturber le maintien de la position et la manœuvre d'évitement est rejetée.

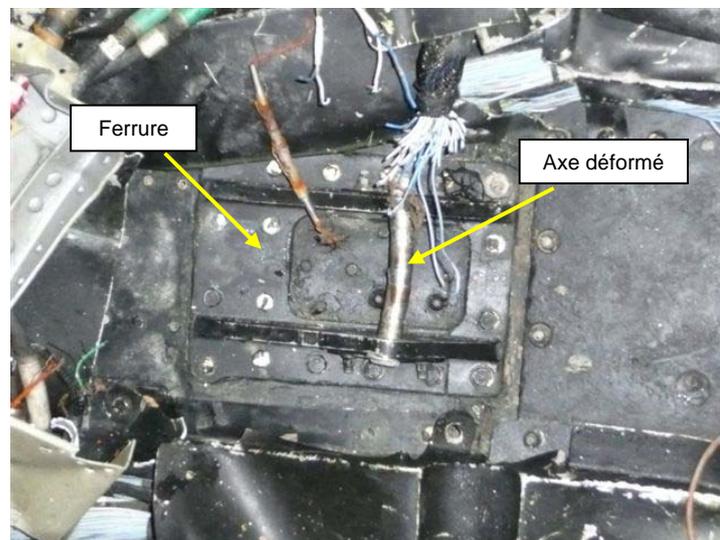
Par ailleurs, la formation dispensée aux États-Unis dans le domaine de la manœuvre est réalisée dans un cadre strict qui, notamment, limite l'amplitude des évolutions. Les manœuvres enseignées en France lors du stage à la STC sont plus exigeantes, pouvant occasionner des difficultés d'adaptation aux pilotes stagiaires.

2.3. Abandon de bord de l'avion n° 3

Parmi les composants du dispositif d'éjection, seuls ont été retrouvés une partie du baquet du siège éjectable (cf § 1.9.3), le canon d'éjection déployé et une partie du moteur-fusée. Ces éléments n'ont pas permis le recueil d'indices révélateurs de l'activité du siège et de ses poignées de commande.

Les sangles de rappel des jambes sont reliées au plancher, les axes fusibles ne sont pas rompus. La solidarité des sangles avec la cellule témoigne de l'absence du déroulement de la cinématique d'éjection.

L'axe de la ferrure de l'attache inférieure du canon sur le plancher de la cellule présente une déformation révélant l'application d'un effort sur celle-ci incompatible avec la cinématique liée au départ du siège lors d'une éjection.



Ferrure d'attache inférieure du canon d'éjection

Aucun indice ne permet d'émettre une hypothèse relative à une éventuelle tentative d'éjection.

2.4. Recherche des causes de l'absence de réception de signal de détresse suite à l'éjection de Carmin 4

Il n'a pas été reçu de message IFF en mode détresse après la collision.

Les constatations faites sur les débris retrouvés de l'épave montrent que le foyer de la collision se situe au niveau de la partie supérieure centrale du fuselage et la partie supérieure de l'entrée d'air gauche de l'avion n° 3 d'une part, et au niveau de la partie inférieure arrière du fuselage de l'avion n° 4 d'autre part.

La partie précitée du fuselage de l'avion n° 3 abrite le boîtier de distribution d'alimentation électrique en courant continu. La destruction de cette zone a vraisemblablement provoqué

l'interruption de l'alimentation électrique de l'IFF interdisant ainsi toute émission, qu'elle soit en mode normal ou détresse.

La partie arrière inférieure de l'avion n° 4 contient les ensembles d'alimentations électriques. L'endommagement de cette partie du fuselage a pu interrompre l'alimentation de l'IFF et interdire l'émission automatique en mode de détresse lors du départ du siège éjectable.

3. CONCLUSION

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

- L'événement se produit au cours d'une manœuvre à quatre avions dans le plan oblique.
- La mission a été préparée conformément aux directives du règlement de standardisation des procédures en flottille de chasse, sans contrainte de délai.
- Les conditions météorologiques ne présentaient pas de particularité susceptible d'affecter la sécurité de la mission.
- Les caractéristiques des évolutions entreprises au cours du vol permettaient à chaque équipier de maintenir sa position sans difficulté excessive compte tenu du niveau de technicité poursuivi au cours de leur formation.
- Le comportement constaté de l'avion n° 3 n'est pas révélateur d'une perte de contrôle.
- Carmin 4 témoigne ne pas avoir perdu le contrôle de son avion.
- Carmin 4 a éprouvé des difficultés d'appréciation des positions et des dynamiques liées au vol relatif de façon récurrente lors de sa formation.

3.2. Causes de l'événement

Le rapprochement des avions a pu être favorisé par :

- une appréciation erronée des mouvements relatifs des appareils par le pilote de l'avion n°4, le conduisant à adopter une trajectoire trop intérieure à celle de l'avion qui le précède ;
- la distance restreinte entre les avions n° 3 et 4 au début de la figure ;
- l'incitation de Carmin 4 à adopter une trajectoire trop intérieure, suite aux remarques faites à Carmin 2 ;
- une manœuvre brusque de l'avion n° 3 ;
- un déséquilibre des ressources attentionnelles de Carmin 3 aux dépens de la surveillance de l'avion n° 4, lors d'une phase de vol où son attention privilégie naturellement la surveillance de la trajectoire de l'avion n° 2.

Dans le cas probable d'un étagement positif ou nul tenu par l'avion n° 4, la manœuvre d'évitement réalisée par le n°4 n'a pas permis d'éviter la collision.

L'espacement restreint entre les avions au début de la barrique et une position de l'avion n°4 trop intérieure à la trajectoire de l'avion n°3 ont pu également contribuer à l'échec de la tentative d'évitement.

Il est possible que Carmin 4 ait progressé au cours du stage de transformation sans que les acquis basiques relatifs à la sécurité et propres au vol en formation aient été consolidés. La tolérance induite par les critères de notation a pu permettre cette progression.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

4.1.1. Espacement entre les avions lors des vols en formation

L'analyse de l'événement a mis en évidence que l'espacement réduit entre les deux avions au début de la figure a probablement favorisé leur rapprochement et participé à l'échec de la tentative d'évitement. Le règlement de standardisation préconise le respect d'un intervalle entre deux avions compris entre cinquante et cent cinquante mètres. Cet intervalle a été défini pour permettre au pilote du deuxième avion de disposer d'un temps de réaction voisin d'une seconde correspondant au temps nécessaire au parcours de cette distance pour une vitesse comprise entre 100 et 300 kt.

Aussi, afin de préserver le temps minimal nécessaire à la réalisation d'un évitement au sein d'une patrouille en formation de manœuvre, le BEAD-air recommande au commandement de la force de l'aéronautique navale :

de rappeler les distances minimales liées au principe de l'espacement en formation de manœuvre à quatre avions.

4.1.2. Formation et suivi

L'hypothèse selon laquelle la progression de Carmin 4 a été permise sans que des acquis basiques concernant le vol en formation aient été consolidés est probable.

Le BEAD-air recommande au commandement de la force de l'aéronautique navale :

– dans le cadre général de l'enseignement dispensé par la STC :

d'étudier la possibilité d'identifier les exercices ou actions basiques enseignés qui doivent être maîtrisés avant la poursuite de la progression, et de les noter individuellement selon des critères rédhibitoires les plus objectifs possibles.

– dans le cadre de la manœuvre à quatre avions :

- **de n'entreprendre la manœuvre à quatre avions qu'après l'atteinte du niveau de technicité des stagiaires compatible avec le degré de sécurité accepté ;**
- **d'augmenter la fiabilité du n° 4 :**
 - **en définissant des critères permettant la tenue de ce poste ;**
 - **par la confirmation préalable de la capacité du stagiaire à la tenue de poste de n°2.**

4.1.3. Surveillance des équipiers

Ce vol d'entraînement à la manœuvre à quatre avions était réalisé au profit de deux pilotes stagiaires. L'instruction multiple simultanée au sein de la formation représente un facteur de risque de dispersion de l'attention et de déséquilibre de la surveillance exercée par les instructeurs, le poste de n° 4 étant naturellement moins surveillé.

Aussi, afin de réduire ce risque, le BEAD-air recommande au commandement de la force de l'aéronautique navale de sensibiliser les leaders et les instructeurs au respect de l'équilibre de la surveillance exercée par les instructeurs lors des vols en formation.

L'hypothèse que la manœuvre brusque de l'avion n°3 ait participé au rapprochement des deux avions est probable. Aussi, **le BEAD-air rappelle l'importance de la surveillance des équipiers (notamment aux stagiaires en instruction) avant l'engagement de manœuvres brusques ou prononcées.**

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

4.2.1. Equipement de survie

A bord de son embarcation de sauvetage, le pilote de l'avion n°4 n'a pas trouvé la balise de détresse individuelle présente dans son paquetage de survie. La gêne à se mouvoir occasionnée par sa blessure et par son gilet de sauvetage, le choc psychologique dû à l'éjection et l'état de la mer (creux de trois mètres) peuvent avoir contribué à l'échec de la localisation de cet équipement.

Afin de faciliter l'accès à ce moyen d'urgence, le BEAD-air recommande au commandement de la force de l'aéronautique navale d'équiper le gilet de combat revêtu par les pilotes de SEM de la balise de détresse, aux dépens du paquetage de survie.

Lors de son sauvetage, le pilote de l'avion n° 4 a été hissé à bord de l'hélicoptère du service public à l'aide d'une brassière. Les procédures de hissage en vigueur au sein de cet organisme ne prévoient pas la possibilité d'utilisation de la sangle intégrée au gilet de combat. Le commandement de la force de l'aéronautique navale étudie l'intérêt de cette méthode de hissage et les modalités d'application inhérentes.

4.2.2. Enregistrement vidéo

Le magnétoscope de l'avion n°3 ne contenait pas de cassette lorsqu'il a été extrait de l'épave et les morceaux de bande retrouvés dans le mécanisme n'ont révélé aucune information.

Les investigations menées sur l'état de cet équipement ont montré la possibilité d'éjection de la cassette après la collision en l'absence d'alimentation électrique. Les contraintes ergonomiques inhérentes à sa manipulation permettent de rejeter l'hypothèse de son éjection par le pilote au cours du vol. En revanche, l'hypothèse de son absence au départ de la mission est possible.

Le SEM n'étant pas équipé d'enregistreur d'accident et compte-tenu du potentiel d'informations que représente le magnéscope embarqué sur cet avion en cas d'événement aérien, le BEAD-air rappelle l'intérêt de l'enregistrement vidéo des vols par le moyen de cet équipement.

ANNEXE

Critères de notation des vols présentés aux moniteurs par le chef de la section de transformation chasse

– Vol insuffisant

La progression en cours de vol est nulle en ce qui concerne les objectifs fixés et ce malgré les interventions répétées du moniteur à des fins pédagogiques. Parallèlement, ce dernier a constaté une régression sur des aspects de la progression normalement acquis. Malgré les remarques le stagiaire ne corrige rien ou peu.

– Vol standard moins

C'est le cas d'un stagiaire qui est trop focalisé sur les objectifs du jour, qui progresse en cours du vol et montre qu'il s'est investi pour préparer sa mission mais qui parallèlement accumule les fautes sur de l'acquis, obligeant son moniteur à des interventions courantes. Même résultat pour un stagiaire qui restitue difficilement les exercices du jour mais applique ses acquis de façon tout à fait honorable. Dans les 2 cas il y a un hic!!!

– Vol standard

Pilote qui restitue même passablement ou laborieusement les exercices du jour tout en utilisant le basique normalement acquis sans faute grossière. Il faut avoir l'impression que le vol ait servi à quelque chose. Par conséquent il est normal que le moniteur soit intervenu sur les objectifs du jour. Quelques remarques peuvent être tolérées sur le reste à condition qu'il ne s'agisse pas toujours de la même chose.

– Vol standard plus

En dehors des exercices du jour, bref de ce qui est nouveau, tout est irréprochable. Tenue de poste, annonce pétrole, RDS...n'ont pas fait l'objet de remarques répétées. Les difficultés et exercices du jour ont vraisemblablement été assimilés en cours de vol. Le vol a été très rentabilisé.

– Vol bon

Vol positif à tout point de vue. Le "déjà vu", le basique, comme ce qui est nouveau sont restitués sans difficultés. Le stagiaire doit donner l'impression d'avoir été parfaitement à l'aise.

– Fiche sécurité

- Sécurité réellement engagée à la suite d'un mauvais jugement, une négligence ou une indiscipline.
- Sécurité non engagée mais cela fait plusieurs fois que le stagiaire fait la même erreur, pouvant à terme avoir un impact sur la sécurité.

Remarque : il ne faut pas mettre de fiche rouge pour des raisons telles que :

- les premiers oublis de l'annonce pétrole ;
- un FL de vol percuté par étourderie ;
- tendance à voler en dessous de 500ft les premiers vols BA...

IDEE FORCE : ce métier s'apprend aussi en faisant des erreurs