



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 04 juillet 2006

RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE



BEAD-air-A-2006-004-A

| | |
|----------------------------|--|
| Date de l'événement | 27 février 2006 |
| Lieu | Zone TSA 20 (6 Nm au Sud-Ouest de Nancy) |
| Type d'appareil | 2 Mirage 2000-5F |
| Immatriculation | F-UGEE (n° 72) et F-UGFA (n° 53) |
| Organisme | Armée de l'air - CFAC |
| Unité | Escadron de chasse 02/002 « Côte d'or » (Dijon) |

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>Glossaire</i> | 6 |
| <i>Synopsis</i> | 8 |
| 1. Renseignements de base | 10 |
| 1.1. Déroulement du vol | 10 |
| 1.1.1. Mission | 10 |
| 1.1.2. Déroulement | 10 |
| 1.1.2.1. Préparation du vol | 10 |
| 1.1.2.2. Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement | 10 |
| 1.1.2.3. Suite du vol | 13 |
| 1.1.3. Localisation..... | 13 |
| 1.2. Tués et blessés | 14 |
| 1.3. Dommages aux aéronefs | 14 |
| 1.4. Autres dommages | 14 |
| 1.4.1. Abordage..... | 14 |
| 1.4.2. Largage réservoir ventral | 14 |
| 1.4.3. Aéronef de J1 (n° 72)..... | 14 |
| 1.5. Renseignements sur le personnel | 15 |
| 1.5.1. Membres d'équipage de conduite | 15 |
| 1.5.1.1. Marcou J1..... | 15 |
| 1.5.1.2. Marcou J2..... | 16 |
| 1.5.1.3. Marcou J3..... | 16 |
| 1.5.1.4. Marcou J4..... | 17 |
| 1.6. Renseignements sur les aéronefs | 17 |
| 1.6.1. Carburant | 17 |
| 1.6.2. Coolanol..... | 18 |
| 1.6.3. Pare-brise | 18 |
| 1.7. Conditions météorologiques | 18 |
| 1.7.1. Dans la zone de combat | 18 |
| 1.7.2. Sur le terrain de Saint Dizier..... | 18 |
| 1.8. Aides à la navigation | 19 |
| 1.9. Télécommunications | 19 |
| 1.10. Renseignements sur l'aérodrome de Saint-Dizier | 19 |
| 1.11. Enregistreurs de bord | 20 |
| 1.12. Renseignements sur les appareils incriminés | 20 |
| 1.12.1. Examen du n° 53 posé à Saint Dizier..... | 20 |
| 1.12.2. Examen de la zone de crash du n° 72 | 22 |
| 1.12.3. Examen de l'épave du n° 72 | 23 |
| 1.13. Renseignements médicaux et pathologiques | 24 |
| 1.13.1. Membres d'équipage de conduite | 24 |
| 1.13.1.1. Marcou J1..... | 24 |
| 1.13.1.2. Marcou J2..... | 25 |
| 1.14. Incendie | 25 |
| 1.15. Survie des occupants | 25 |
| 1.15.1. Abandon de bord..... | 25 |
| 1.15.2. Organisation des secours | 26 |
| 1.16. Essais et recherches | 26 |
| 1.16.1. SNECMA..... | 26 |
| 1.16.2. Dassault Aviation..... | 27 |
| 1.17. Renseignement sur les organismes | 27 |
| 1.18. Renseignements supplémentaires | 27 |
| 1.18.1. Autres enregistrements disponibles | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 1.18.2. Documents relatifs à la défense aérienne | 28 |
| 1.18.2.1. Manuel d'emploi basique | 28 |
| 1.18.2.2. Document OTAN | 28 |
| 1.19. Techniques spécifiques d'Enquête | 28 |
| 2. Analyse | 29 |
| 2.1. Préambule | 29 |
| 2.1.1. Contexte de la mission | 29 |
| 2.1.2. Préparation de la mission | 30 |
| 2.1.3. Déroulement | 30 |
| 2.2. Recherche des causes | 32 |
| 2.2.1. Causes techniques | 32 |
| 2.2.2. Causes météorologiques | 32 |
| 2.2.3. Facteurs humains | 32 |
| 2.2.3.1. Expérience des pilotes | 32 |
| 2.2.3.2. Mission d'instruction | 33 |
| 2.2.3.3. Représentation des « blue » | 34 |
| 2.3. Gestion des suites de l'abordage | 37 |
| 2.3.1. Gestion de la patrouille des <i>blue</i> | 37 |
| 2.3.1.1. Annonce de l'abordage | 37 |
| 2.3.1.2. Conduite de la patrouille | 38 |
| 2.3.1.3. Choix du terrain de déroutement par J2 | 39 |
| 2.3.2. Gestion du déroutement | 40 |
| 2.3.3. Fin du vol et éjection de J1 | 41 |
| 2.3.3.1. Fin du vol de J1 | 41 |
| 2.3.3.2. Ejection | 43 |
| 3. Conclusion | 45 |
| 3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement | 45 |
| 3.2. Scénario de l'évènement | 46 |
| 3.3. Éléments établis utiles à la compréhension de la suite de l'évènement | 46 |
| 4. Recommandations de sécurité | 48 |
| 4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement et aux suites de l'abordage | 48 |
| 4.1.1. Mesures de prévention ayant trait à l'abordage | 48 |
| 4.1.1.1. Mission d'instruction | 48 |
| 4.1.1.2. Interprétation de la phraséologie | 48 |
| 4.1.2. Mesures de préventions ayant trait aux suites de l'abordage | 49 |
| 4.1.2.1. Gestion du déroutement | 49 |
| 4.1.2.2. Aide à l'analyse et à la décision d'éjection | 50 |
| 4.1.2.3. Palette secours carburant | 51 |
| 4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'évènement | 52 |
| 4.2.1. Charge de travail | 52 |
| 4.3. Mesures de prévention ayant trait à l'éjection | 53 |
| 4.3.1. La formation survie et sauvetage | 53 |
| 4.3.2. Les équipements de survie et de sauvetage | 54 |
| 4.3.2.1. Redondance des équipements | 54 |
| 4.3.2.2. La taille du gilet de combat | 55 |
| 4.3.3. L'éjection | 55 |
| 4.3.3.1. Le casque de vol GALLET LA 100 | 55 |
| 4.3.3.2. Les commandes de manœuvres du GQ type 1000 | 56 |
| Annexes | 57 |
| 1. Suites de l'abordage | 58 |
| 1.1. Séparation de J1 et J2 | 58 |
| 1.2. Déroutement de J2 | 60 |
| 1.3. Fin du vol de J1 | 60 |
| 2. Ejection | 61 |
| 3. Effet du stress | 62 |

| | |
|---|-----------|
| 4. Palette secours carburant | 63 |
| 5. Encastrement des deux appareils | 64 |
| 6. Pare brise, verrière | 65 |

GLOSSAIRE

| | |
|----------|--|
| ACM | <i>Air combat maneuvers</i> Entraînement au combat aérien |
| AIRM | <i>Air north manual</i> Manuel de l'air |
| BA | Base aérienne |
| BEAD-air | Bureau enquêtes accidents défense air |
| CDC | Centre de détection et de contrôle |
| CFAC | Commandement de la force aérienne de combat |
| EC | Escadron de chasse |
| EPI | Enquêteur de première information |
| FAC | Force aérienne de combat |
| FDR | <i>Flight data recorder</i> Enregistreur de paramètres |
| ft | <i>Feet</i> Pieds (1 ft = 0,305 mètre) |
| hPa | Hecto Pascal |
| kg | Kilogramme |
| km | Kilomètre |
| kt | <i>Knots</i> Nœuds (1 kt = 1,852 km/h) |
| m | mètre |

| | |
|--------|--|
| MEB | Manuel d'emploi basique document rédigé par le commandement de la force aérienne de combat et repris in extenso dans le guide opérationnel des escadrons de chasse de Dijon |
| Nm | <i>Nautical mile</i> Mille nautique (1 Nm = 1852 mètres) |
| OTAN | Organisation du traité de l'atlantique Nord |
| PC | Post combustion |
| PN | Personnel naviguant |
| RESCO | Récupération et sauvetage au combat |
| SAMAR | Sauvetage maritime |
| SATER | Sauvetage terrestre |
| SERPAM | Système de préparation et de restitution de mission qui équipe certains M 2000 |
| TSA | <i>Temporary segregated area</i> Zone d'entraînement réservée aux avions militaires |
| VID | <i>Visual identification</i> Identification visuelle |

SYNOPSIS

- Date de l'événement : 27 février 2006 vers 13h00¹.
- Lieu de l'événement : 6 Nm au Sud-Ouest de Nancy (zone TSA² 20).
- Organisme : armée de l'air.
- Commandement organique : force aérienne de combat (CFAC).
- Unité : escadron de chasse (EC) 02/002 « Côte d'or » - Dijon.
- Aéronefs : 2 Mirage 2000-5F monoplace.
- Nature du vol : entraînement au combat aérien.
- Nombre de personnes à bord : 1 par aéronef.

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Au cours d'une mission d'entraînement au combat aérien, deux Mirage 2000-5F de Dijon s'abordent.

A la suite de cet événement, l'un des avions se dérouta à Saint-Dizier et le pilote du second est contraint à s'éjecter.

Les deux pilotes sont indemnes.

Composition du groupe d'enquête technique

- Un enquêteur technique du bureau enquêtes accidents défense (BEAD-air), nommé enquêteur désigné, assisté d'un enquêteur adjoint.
- Un expert parachutiste d'essais du BEAD-air.
- Un enquêteur de première information (EPI) à Saint-Dizier.
- Un enquêteur de première information (EPI) à Cambrai.
- Un officier pilote ayant une expertise sur M 2000-5F.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur Mirage 2000.
- Un médecin militaire du personnel navigant.
- Un contrôleur de défense aérienne ayant une expertise des missions de combat.

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

² *Temporary segregated area* : zone d'entraînement réservée aux avions militaires.

Déclenchement de l'enquête technique

La permanence du BEAD-air est prévenue téléphoniquement le 27 février à 13h45 par la base aérienne 113 de Saint-Dizier.

Les enquêteurs du BEAD-air se rendent le jour même à Saint-Dizier où ils sont rejoints par l'expert mécanicien, pendant que l'expert pilote se rend à Dijon, que l'expert contrôleur relève les éléments au CDC³ de Drachenbronn et que l'expert médecin s'apprête à rejoindre l'hôpital de Metz.

Alors que les deux pilotes ont été rapatriés à Dijon le soir même, les enquêteurs du BEAD-air rejoignent la base aérienne 102 de Dijon le lendemain matin où ils sont rejoints par l'expert médecin.

Enquête judiciaire

- Le Parquet de Bar le Duc s'est saisi de l'affaire.
- Un officier de police judiciaire de la section judiciaire de la Gendarmerie de l'air de Paris a été commis.

³ CDC : centre de détection et de contrôle.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. DEROULEMENT DU VOL

1.1.1. Mission

| | |
|----------------------------|-------------------------------|
| Indicatif mission | Marcou J |
| Type de vol | COM A |
| Type de mission | Entraînement au combat aérien |
| Dernier point de départ | Base aérienne n°102 - Dijon |
| Heure de départ | 12h30 |
| Point d'atterrissage prévu | Base aérienne n°102 - Dijon |

1.1.2. Déroulement

1.1.2.1. Préparation du vol

La mission de défense aérienne, qui oppose la patrouille de quatre M 2000-5F, les Marcou J⁴, à un plastron constitué de 1 M 2000 C, indicatif Rupin H1⁵, est réalisée dans le cadre de l'entraînement de J1 à la conduite d'une patrouille simple de Mirage 2000-5F.

Alors que J2 est désigné « responsable de la patrouille » des Marcou J, J1 est le leader et, à ce titre, effectue la préparation de la mission et les briefings aux différents participants (les Marcou J, le Rupin H et le contrôleur) afin de préciser le scénario choisi, les tactiques prévues et les règles d'engagement.

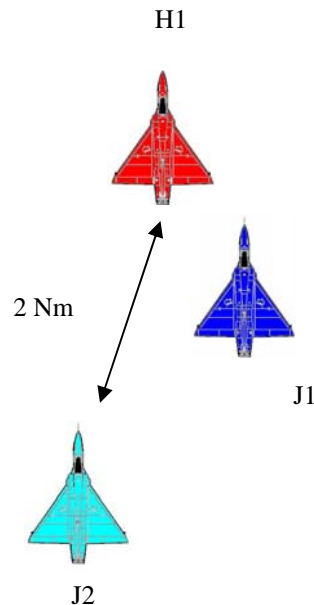
1.1.2.2. Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement

La reconstitution du vol a été réalisée à partir des témoignages des pilotes, du dépouillement des paramètres et visualisations enregistrés dans les aéronefs, ainsi que des traces radar.

⁴ Dans ce rapport, les membres de la patrouille des Marcou J seront désignés respectivement J1, J2, J3. J4 ne sera pas cité car il reste en patrouille serrée avec J3 pendant tout le vol.

⁵ Le pilote de Cambrai sera désigné H1.

Le scénario de cette présentation prévoit que le plastron ne soit pas identifiable par des moyens radars⁶. Alors que J2 est en protection derrière son leader, la reconnaissance est alors réalisée à vue par J1 qui identifie un Mirage 2000 C de Cambrai, c'est-à-dire un appareil hostile selon les règles d'engagement de l'exercice et qui doit être détruit par un tir fictif de missile.



Positions relatives des avions lors de la reconnaissance visuelle

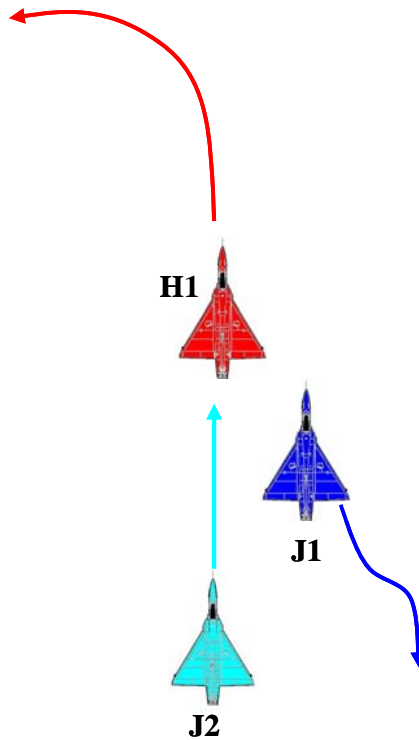
J2, alors positionné en arrière de J1, lui ordonne de dégager par la droite⁷ afin de pouvoir tirer sans risquer de l'atteindre. Cet ordre n'est pas reçu par J1 qui annonce au même moment une manœuvre de l'hostile (virage à gauche).

Positionné dans les 5h du plastron avec un étagement positif marqué, J1 poursuit son virage à gauche pour rester avec ce dernier tout en réduisant sa vitesse pour récupérer un domaine de tir missile. Il confirme au même moment à J2 l'autorisation de tir⁸.

⁶ Interrogateur IFF : *identification friend or foe* : identification ami/ennemi.

⁷ « *come off right* » répété deux fois : dégagez par la droite.

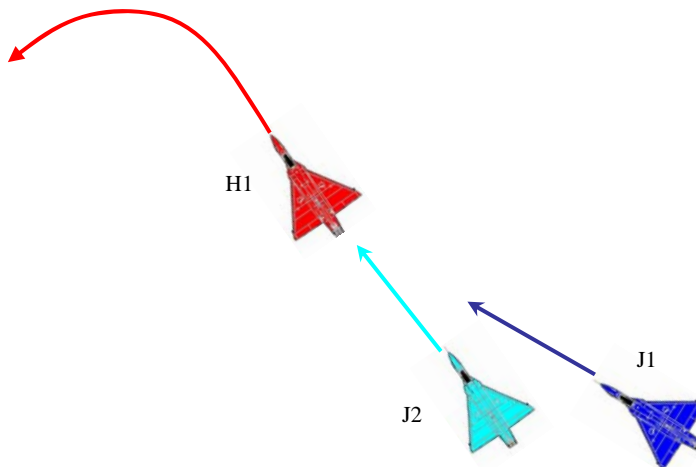
⁸ « *clear to engage* » : autorisé à tirer sur la cible.



Fin de la reconnaissance visuelle

Le tir de la part de J2 est retardé par des problèmes de poursuite radar et celui-ci annonce qu'il est dans l'incapacité de tirer⁹.

Pendant que J1 se repositionne pour un tir éventuel¹⁰, J2 annonce la destruction du plastron.

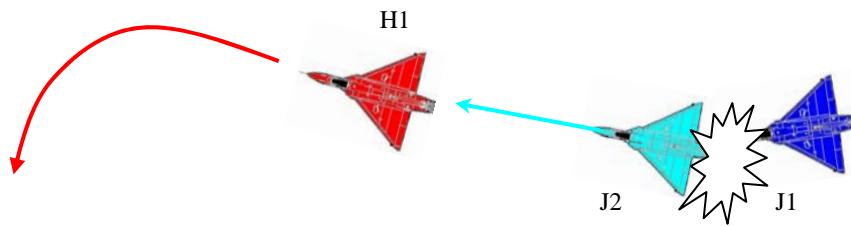


Repositionnement de J1

⁹ « *unable* » : incapable de tirer.

¹⁰ J1 poursuit son mouvement de recul pour entrer dans le domaine de tir du missile, tout en reprenant un cap vers l'hostile.

Quelques secondes plus tard, J1 annonce qu'il est en détresse¹¹ : les deux appareils viennent de se percuter.



Abordage

1.1.2.3. Suite du vol

A la suite de l'abordage :

- La tuyère et le canal de post combustion de l'avion de J2 ont été arrachés. Accompagné par J3 et J4, il réussit à se dérouter sur le terrain de Saint Dizier malgré une fuite importante de carburant à l'arrière de son appareil.
- L'avion de J1 n'a plus de radome¹². J1 n'a plus d'instruments dans le poste de pilotage et il témoigne que sa vision vers l'extérieur est fortement réduite par l'écoulement d'un liquide. Accompagné par H1, il tente également de se dérouter à Saint Dizier. Ne pouvant plus maintenir son altitude et sa vitesse, il est contraint à s'éjecter à 13 Nm du terrain.

Le détail de la suite du vol des deux appareils fait l'objet de l'annexe 1 : Suites de l'abordage, page 58.

1.1.3. Localisation

- Lieu :
 - ⇒ pays : France,
 - ⇒ département : Meurthe et Moselle (54),
 - ⇒ commune : Sud-Ouest de Nancy,
 - ⇒ coordonnées géographiques :
 - N 48°34'
 - E 005°46'

¹¹ « *May day, may day, may day* ».

¹² Ni de support d'antenne radar qui a été retrouvée à la verticale de l'abordage.

⇒ altitude du lieu de l'événement : 24000 ft.

➤ Moment : jour.

➤ Aéroport le plus proche au moment de l'événement : Nancy à 6 Nm dans le 070° du lieu de l'événement.

1.2. TUES ET BLESSES

| Blessures | Membres d'équipage | Passagers | Autres personnes |
|-----------|--------------------|-----------|------------------|
| Mortelles | / | / | / |
| Graves | / | / | / |
| Légères | / | / | / |
| Aucunes | 2 | / | / |

1.3. DOMMAGES AUX AERONEFS

| Aéronefs | Disparu | Détruit | Endommagé | Intègre |
|------------|---------|---------|-----------|---------|
| EE - N° 72 | | X | | |
| FA - N° 53 | | | X | |

1.4. AUTRES DOMMAGES

1.4.1. Abordage

Des débris d'avion ont été retrouvés à la verticale du lieu de l'abordage et n'ont occasionnés que des dégâts matériels.

1.4.2. Largage réservoir ventral

Le réservoir ventral largué par J1 avant l'éjection n'a causé aucun dégât.

1.4.3. Aéronef de J1 (n° 72)

Le crash a eu lieu dans un champ labouré à proximité d'une ferme et n'a pas fait de dégâts collatéraux. Les habitants de deux fermes avoisinantes ont été évacués lors de la dépollution pyrotechnique de la zone.

1.5. RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL

1.5.1. Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1. Marcou J1

- Age : 35 ans,
- sexe : masculin,
- unité d'affectation : EC 02/002 « Côte d'or »,
 - ⇒ affecté à l'été 2005,
 - ⇒ fonction dans l'unité : commandant en second d'escadron.
- Qualification : chef de patrouille sur M2000D (chasseur bombardier biplace), en cours de formation opérationnelle sur M2000-5F.
- Heures de vol comme pilote :

| Total | | Dans le semestre écoulé | Dans les 30 derniers jours |
|----------------|--------------|-------------------------|----------------------------|
| Sur tous types | Sur M 2000-5 | Sur M 2000-5 | Sur M 2000-5 |
| 2031h00 | 80h00 | 80h00 | 13h00 |

- Date du dernier vol comme pilote sur M 2000-5 : 24 février 2006.
- Carte de circulation aérienne :
 - ⇒ type : carte verte,
 - ⇒ date d'expiration : 12 septembre 2006.
- Carrière de pilote :
 - ⇒ Breveté pilote de chasse en 1994, J1 a débuté sa carrière à Nancy sur chasseur bombardier M2000N puis M2000D.
 - ⇒ Il a passé trois années comme officier d'échange aux États-unis sur chasseur polyvalent F16.

1.5.1.2. Marcou J2

- Age : 38 ans,
- sexe : masculin,
- unité d'affectation : EC 02/002 « Côte d'or »,
 - ⇒ affecté depuis l'été 2004,
 - ⇒ fonction dans l'unité : officier sécurité des vols.
- Qualification : chef de patrouille
- Heures de vol comme pilote :

| Total | | Dans le semestre écoulé | Dans les 30 derniers jours |
|----------------|--------------|-------------------------|----------------------------|
| Sur tous types | Sur M 2000-5 | Sur M 2000-5 | Sur M 2000-5 |
| 3450h00 | 215h00 | 60h00 | 13h00 |

- Date du dernier vol comme pilote sur M 2000-5 : 24 février 2006.
- Carte de circulation aérienne :
 - ⇒ type : carte verte,
 - ⇒ date d'expiration : 07 septembre 2006.
- Carrière de pilote :
 - ⇒ Outre deux passages en école, J2 a effectué toute sa carrière sur chasseur de défense aérienne : Cambrai (M2000C), puis Orange (M2000C) comme moniteur et enfin Dijon (M2000-5F).

1.5.1.3. Marcou J3

- Age : 41 ans,
- sexe : masculin,
- unité d'affectation : EC 02/002 « Côte d'or »,
 - ⇒ fonction dans l'unité : chef cellule instruction.
- Qualification : chef de patrouille.
- Heures de vol comme pilote :

| Total | | Dans le semestre écoulé | Dans les 30 derniers jours |
|----------------|--------------|-------------------------|----------------------------|
| Sur tous types | Sur M 2000-5 | Sur M 2000-5 | Sur M 2000-5 |
| 3500h00 | 2500h00 | 100h00 | 14h00 |

1.5.1.4. Marcou J4

- Age : 37ans,
- sexe : masculin,
- unité d'affectation : EC 02/002 « Côte d'or »,
⇒ fonction dans l'unité : officier d'échange.
- Qualification : chef de patrouille.
- Emploi à l'escadron : équipier (difficultés à s'exprimer en français).
- Heures de vol comme pilote :

| Total | | Dans le semestre écoulé | Dans les 30 derniers jours |
|----------------|--------------|-------------------------|----------------------------|
| Sur tous types | Sur M 2000-5 | Sur M 2000-5 | Sur M 2000-5 |
| 2363h00 | 1265h00 | 34h00 | 08h00 |

1.6. RENSEIGNEMENTS SUR LES AERONEFS

- Organisme : armée de l'air.
- Commandement organique d'appartenance : force aérienne de combat (FAC).
- Base aérienne de stationnement : BA 102 – Dijon.
- Unité d'affectation : EC 02/002 (n° 53) et EC 01/002 (n° 72).
- Type d'aéronef : Mirage 2000-5F
⇒ configuration :
 - 1 réservoir ventral,
 - 2 lance-missiles type 2255,
 - 4 lance-missiles type 2066.
- ⇒ armement :
 - 240 obus,
 - 1 missile Magic 2 d'entraînement.

1.6.1. Carburant

- Type de carburant utilisé : TRO / F34.
- Quantité de carburant au décollage : 4150 kg.
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : environ 2400 kg.
- Quantité estimée de carburant restant à l'atterrissage dans le n° 53 : 600 kg.

1.6.2. Coolanol

Produit de refroidissement du radar situé dans le nez de l'appareil, le coolanol est un liquide transparent qui devient visqueux à basse température. Hydrophile, il devient blanchâtre au contact de l'eau.

1.6.3. Pare-brise

Le pare-brise des Mirage 2000 est constitué de 3 couches : 2 couches externes en plexiglas séparées par une couche de colle intercalaire. Le comportement de ces deux matériaux à l'augmentation de la température est le suivant :

- à partir de 65°C, la couche intercalaire commence à fluer¹³ : des bulles apparaissent ainsi qu'un délaminage qui l'opacifie.
- à partir de 80°C, le plexiglas s'étire : la vision à travers le plexiglas qui présente un aspect liquide est déformée.
- 105°C est la température de fusion du plexiglas : il présente un aspect opaque et blanchâtre¹⁴.

1.7. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

1.7.1. Dans la zone de combat

Observations des pilotes : ciel clair avec vue du sol.

1.7.2. Sur le terrain de Saint Dizier

Observations à 13h00 :

- vent au sol : 200°, 2 kt.
- visibilité : 12 km.
- nuages : épars à 2600 ft, morcelés à 21000 ft.
- température : 3,6°C.
- pressions : QFE 1003 hPa, QNH 1018 hPa.

¹³ Fluage : déformation lente que subit un matériau soumis à une contrainte permanente.

¹⁴ Voir pare-brise fondu sous l'effet du désembuage en basse altitude en annexe 6 : Pare brise, verrière, page 65.

1.8. AIDES A LA NAVIGATION

Les M2000-5F sont équipés notamment d'une centrale à inertie utilisée comme moyen de navigation.

1.9. TELECOMMUNICATIONS

Le M2000-5F est équipé de deux postes E/R¹⁵ radio dans la gamme V/UHF, ainsi qu'un poste E/R sur la fréquence militaire de détresse (fréquence de garde : 243,00 MHz).

Au moment de l'évènement, les 4 avions de la patrouille des Marcou J ont affiché sur un des postes la fréquence avec le contrôleur aérien, sur l'autre la fréquence de sécurité commune avec le Rupin H1. Ils sont à l'écoute de la fréquence de garde.

1.10. RENSEIGNEMENTS SUR L'AERODROME DE SAINT-DIZIER

L'aérodrome de Saint-Dizier « Robinson » possède :

- une piste d'atterrissage bitumée, de 2400 m de long, avec une barrière d'arrêt et un brin d'arrêt dans chaque QFU¹⁶,
- une bande gazonnée de 2000 m de long réservée aux atterrissages train rentré.

¹⁵ E/R : émetteur – récepteur.

¹⁶ QFU : sens d'atterrissage, soit cap 110° ou 290° pour Saint-Dizier.

1.11. ENREGISTREURS DE BORD

Les M2000 sont équipés d'un enregistreur de paramètres de vol (FDR)¹⁷, de cassette Hi8 (enregistrant la visualisation en « tête haute » et les communications radio) et éventuellement d'un SERPAM¹⁸.

Les enregistrements suivants ont été utilisés par le groupe d'enquête :

- Les FDR de J1, J2 et H1 ont été dépouillés. L'enregistreur de l'avion de J1 a été retrouvé dans l'épave en parfait état. Néanmoins, les paramètres de vitesse, d'altitude et de cap sont inexploitable après la perte du radome¹⁹.
- Cassette Hi8 de J2 et H1 (celle de J1 à fondue et était donc inexploitable).
- SERPAM de J3 et de H1 (J1 et J2 non équipés, celui de J4 n'a pas fonctionné).

1.12. RENSEIGNEMENTS SUR LES APPAREILS INCRIMINES

1.12.1. Examen du n° 53 posé à Saint Dizier

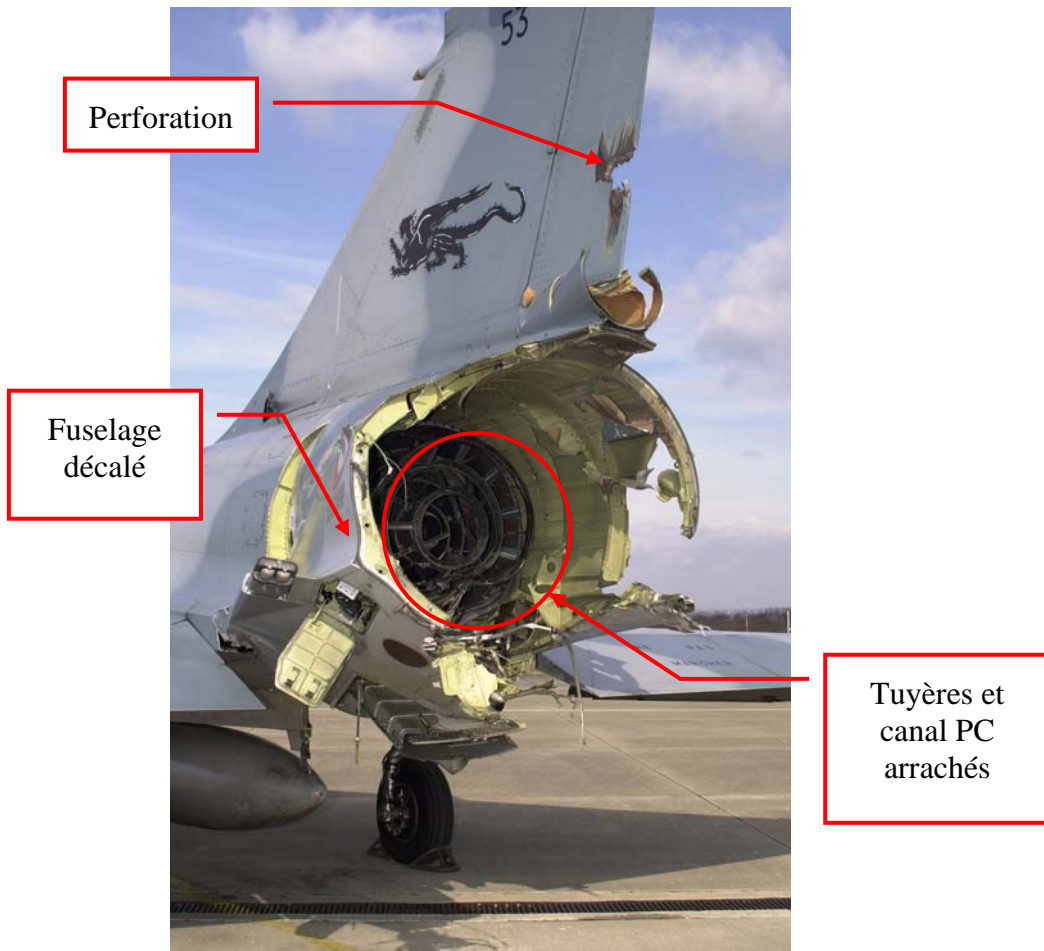
Le n° 53 a perdu la tuyère d'éjection ainsi que le canal PC²⁰, le drapeau de gouverne de direction présente une perforation avec perte de matière. Le fuselage est décalé vers la gauche. L'élevon gauche est marqué mais en place.

¹⁷ FDR : *flight data recorder* : enregistreur de paramètres.

¹⁸ SERPAM : système de préparation et de restitution de mission qui équipe certains M 2000.

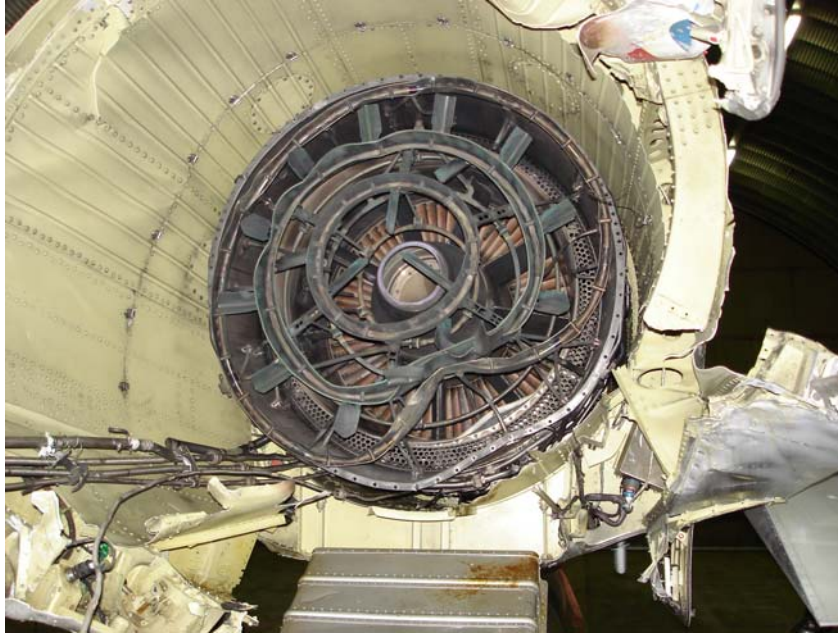
¹⁹ Ces paramètres ont été figés suite au défaut de mesures de pressions statiques dû à la perturbation de l'écoulement de l'air sur l'avant de l'appareil.

²⁰ PC : post combustion.



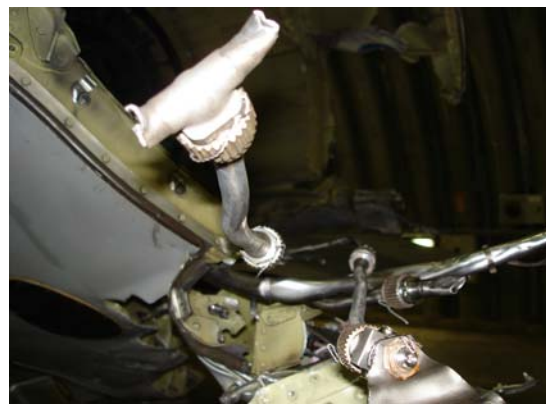
Partie arrière du fuselage

Les anneaux brûleurs du système post-combustion présentent une déformation en position 5 heures qui correspond au point d'enfoncement de la chambre PC lors de l'abordage. Ils présentent également une déformation en position 11 heures.



Anneaux brûleurs et rampes d'injection PC

Les canalisations d'alimentation en carburant des vérins de tuyère ont été rompues.



Canalisations carburant tuyère

La « ligne feu » servant à détecter un incendie dans le réacteur a été rompue lors du choc.

1.12.2. Examen de la zone de crash du n° 72

Le n° 72 a touché le sol sur un cap sensiblement nord. Après avoir glissé sur un pré en pente douce, il s'est immobilisé dans un champ labouré où il a prit feu.



Zone du crash

1.12.3. Examen de l'épave du n° 72

L'aéronef s'est brisé en arrière de la cabine de pilotage lors du choc avec le sol.
La cabine de pilotage a été entièrement détruite par l'incendie.



Vue générale de l'épave

La ligne d'arbres de l'ensemble tournant compresseur turbine est intègre.

L'aubage de la roue mobile n° 1 du compresseur présente quelques déformations mineures. Seules deux aubes laissent apparaître de petites pertes de matière sur le bord d'attaque. Les déformations sur les bords d'attaque sont arrondies et dues à des corps tendres. Il n'y a pas d'impacts métalliques dus à de hauts régimes.



Vue de l'avant du réacteur

1.13. RENSEIGNEMENTS MEDICAUX ET PATHOLOGIQUES

1.13.1. Membres d'équipage de conduite

1.13.1.1. Marcou J1

- Dernier examen médical :
 - ⇒ type : visite à l'unité,
 - ⇒ date : 08 février 2006,
 - ⇒ résultat : apte au vol,
 - ⇒ validité : 1 an.
- Examens biologiques : effectués.
- Blessures : néant.

1.13.1.2. Marcou J2

- Dernier examen médical :
 - ⇒ type : visite à l'unité,
 - ⇒ date : 13 janvier 2006,
 - ⇒ résultat : apte au vol,
 - ⇒ validité : 1 an.
- Examens biologiques : effectués.
- Blessures : néant.

1.14. INCENDIE

Néant.

1.15. SURVIE DES OCCUPANTS

1.15.1. Abandon de bord

- Éjection en vol :
 - ⇒ type de siège éjectable : MK 10.
- Éléments au moment de l'éjection :

Les paramètres de cap, vitesse et altitude de l'appareil de J1 se sont figés à la suite de l'abordage. Les éléments ci-dessous ont été déduits d'une part des paramètres de l'aéronef de H1 qui est resté en patrouille serrée sur J1 jusqu'à l'éjection et d'autre part de la position relative du pilote, de la verrière, du siège et de l'épave (annexe 2 : Ejection, page 61).

- ⇒ hauteur estimée : 580 ft (171 m),
- ⇒ vitesse estimée : 150 kt,
- ⇒ taux de descente estimé : 1800 ft/min,
- ⇒ mensurations du pilote :
 - taille : 1,75 m,
 - poids non équipé : 73 kg,
 - poids équipé : 86 kg.

Ces paramètres sont conformes au domaine du siège MK10.

1.15.2. Organisation des secours

A la suite de l'annonce d'un avion en détresse, l'alerte²¹ a été déclenchée par le CDC de Drachenbronn vers le CCS qui a mis en alerte l'Escadron d'Hélicoptère 02.067 Valmy de Metz. L'ordre de décollage a été donné 2 minutes après l'éjection.

Pendant que H1 maintenait la verticale de la zone d'éjection pour guider les secours, le pilote éjecté, indemne, a été rejoint par des riverains. Un véhicule sanitaire du SDIS 55 s'est également rendu sur les lieux.

Dans le même temps, un hélicoptère Puma de l'ALAT²² a changé de mission en vol après avoir entendu les coordonnées de l'éjection sur la fréquence de garde et s'est posé sur les lieux de l'éjection.

Un hélicoptère SAR²³ de Metz s'est posé sur les lieux 25 minutes après l'éjection et a décollé 1 heure plus tard pour évacuer le pilote à l'hôpital militaire de Metz²⁴ où il a subi un bilan radiologique de la colonne vertébrale.

1.16. ESSAIS ET RECHERCHES

1.16.1. SNECMA

Il a été demandé à la société SNECMA, constructeur des moteurs M53-P2 :

- de réaliser l'endoscopie du moteur du n° 72 afin de confirmer les dégâts relevés visuellement sur l'épave,
- d'évaluer la puissance résiduelle du n° 53.

²¹ Notification au CCS (centre de coordination et de sauvetage), responsable de la recherche des aéronefs en détresse et du sauvetage de ses occupants, qu'un des appareils de la patrouille est en détresse suite à la perte de son radome.

²² ALAT : aviation légère de l'armée de Terre.

²³ SAR : *search and rescue* : recherche et sauvetage.

²⁴ Hôpital d'Instruction des armées « Le Gouest ».

1.16.2. Dassault Aviation

Il a été demandé à la société Dassault Aviation, constructeur des Mirage 2000-5F :

- de déterminer la cause de la panne de visualisation des instruments du tableau de bord du n° 72,
- de confirmer l'absence d'alarme « feu moteur » en cas de rupture de la ligne feu d'un réacteur M53-P2.

1.17. RENSEIGNEMENT SUR LES ORGANISMES

Néant.

1.18. RENSEIGNEMENTS SUPPLEMENTAIRES

1.18.1. Autres enregistrements disponibles

Les données suivantes ont également été mises à disposition du groupe d'enquête :

- Restitutions radiophoniques, téléphoniques et radar du CDC de Drachenbronn et de l'ESCA²⁵ de Saint Dizier.
- Enregistrement Otaris²⁶ des données du radar de Saint Dizier.

²⁵ ESCA : escadron des services de la circulation aérienne : tour de contrôle.

²⁶ OTARIS : outil de traitement d'acquisition et de restitution des informations du STRIDA : système de visualisation et de restitution des informations des radars sol.

1.18.2. Documents relatifs à la défense aérienne

1.18.2.1. Manuel d'emploi basique

Le MEB²⁷ traite des manœuvres de combat aérien rapproché (ACM²⁸). Il explique le déroulement de l'engagement d'une cible par une patrouille légère de deux avions. Il permet au leader de structurer les explications à donner à son équipier avant la mission : description en détail du combat, positionnement de l'équipier, techniques d'entrée et de sortie du combat, utilisation du système d'armes, phraséologie associée. Plus spécifiquement, ce document définit :

- les concepts de :
 - ⇒ chasseur engagé (« *engaged fighter* ») : celui qui est en train de combattre avec l'ennemi pour essayer de l'abattre;
 - ⇒ chasseur qui assure le soutien du premier (« *supporting fighter* ») : celui qui est à l'extérieur du combat, prêt à intervenir. Il assure également l'antiabordage sur l'avion engagé.

Ces concepts ne présagent pas de celui qui va délivrer son armement qui peut être l'un ou l'autre en fonction de leur position et des réactions de la cible.

- la procédure d'échange des rôles, « *engaged* » et « *supporting* » entre les deux éléments de la patrouille.
- la phraséologie à employer.

1.18.2.2. Document OTAN

L'AIRM²⁹ 80-6, document en langue anglaise utilisé par l'OTAN, énumère la liste des différents mots codes (*brevity words*) à employer lors des missions de défense aérienne et en donne la signification tactique.

1.19. TECHNIQUES SPECIFIQUES D'ENQUETE

Néant.

²⁷ MEB : manuel d'emploi basique, document rédigé par le commandement de la force aérienne de combat et repris in extenso dans le guide opérationnel des escadrons de chasse de Dijon.

²⁸ ACM : *air combat maneuvers* : entraînement au combat.

²⁹ AIRM : *air north manual* : manuel de l'air.

2. ANALYSE

L'évènement est l'abordage entre les deux Mirage 2000-5F lors d'une mission d'entraînement au combat aérien. Néanmoins, l'analyse portera également sur les suites de l'accident, à savoir la gestion de la patrouille dont deux éléments étaient en détresse, le déroutement de J2 à Saint-Dizier, et enfin la fin du vol et l'éjection de J1.

La description de la mission est présentée en préambule à l'analyse.

2.1. PREAMBULE

2.1.1. Contexte de la mission

- J1, commandant en second de l'escadron de chasse 02/002 « Côtes d'or », est arrivé à l'été 2005. Breveté pilote de chasse en 1994, il a à son actif plus de 2000 heures de vol sur chasseur bombardier (M2000N, M2000D). Il a passé 3 années aux États-unis d'Amérique comme pilote d'échange sur chasseur F16 pendant lesquelles il a réalisé principalement des missions de bombardement. La mission du jour de l'évènement est à son profit dans le cadre de sa transformation opérationnelle en tant que leader³⁰ d'une patrouille de quatre M2000-5F, chasseur de défense aérienne. C'est la quatrième mission de ce type qu'il réalise : aucune difficulté n'est apparue lors des trois premières.
- J2, officier sécurité des vols (OSV) de l'escadron, est présent à Dijon depuis 2004. Breveté pilote de chasse en 1989, il totalise près de 3500 heures de vol sur chasseur de défense aérienne. Il est responsable de la patrouille et assure l'instruction de J1 lors de la mission. A ce titre, il est garant de la réalisation des objectifs pédagogiques.
- J3 est le chef de la cellule instruction de l'escadron. Il totalise 3500 heures de vols.

³⁰ Le leader d'une patrouille est celui qui la mène au combat et qui prend les décisions, en temps utiles, pour l'ensemble des membres de la patrouille.

- J4 est un pilote en échange à l'escadron. Pilote expérimenté de M2000-5F, il est qualifié chef de patrouille dans son pays. Néanmoins, seules des missions en tant qu'équipier lui sont confiées à l'escadron, du fait de ses difficultés à s'exprimer en français et en anglais.

2.1.2. Préparation de la mission

- La patrouille des Marcou J est composée de quatre avions. Dans le cadre tactique, elle est scindée en deux patrouilles légères de deux avions, J1 et J2 d'une part (indicatif radio : *blue*), J3 et J4 d'autre part (indicatif radio : *white*). Pendant qu'une des deux patrouilles légères engage la cible, l'autre reste en protection.
- Le but des missions de défense aérienne est de réaliser l'interception d'avions, qui, s'ils sont identifiés comme ennemis, doivent être détruits. Lors de la diffusion par le contrôleur aérien de la position d'un avion supposé ennemi, le leader de la patrouille doit alors choisir laquelle des deux patrouilles légères va engager cette cible : la mieux placée, celle qui a le plus de potentiel de tir, ...
- Dans le cas d'une identification visuelle, un des avions de la patrouille légère se rapproche de l'appareil. Pendant ce temps, le deuxième appareil reste en protection dans une position qui lui garantit d'avoir la possibilité de tirer un missile.

2.1.3. Déroulement

- Interception :
 - ⇒ Le contrôleur d'interception du CDC diffuse la position d'un aéronef non identifié qui se dirige vers la patrouille des Marcou J. Afin de déterminer si cet avion est hostile, le contrôleur leur demande d'effectuer une reconnaissance visuelle.
 - ⇒ J1, leader de la patrouille, décide d'engager les *blue* pour réaliser l'interception, cette patrouille étant mieux positionnée que les *white*.
 - ⇒ J1 se rapproche de l'aéronef pour réaliser lui-même la VID³¹, J2 restant en arrière, en protection, en attendant l'identification de la cible.

³¹ VID : *visual identification* : identification visuelle.

➤ Reconnaissance visuelle :

⇒ Au vu des caractéristiques de l'appareil intercepté, celui-ci est classé hostile par J2³² : « *Big nose, cleared to engage for Blue* », autorisant la patrouille des « *Blue* » à détruire la cible.

➤ Manœuvres de combat

La phase de vol suivante jusqu'à l'abordage dure 25 secondes.

⇒ J2 ordonne à J1 de dégager par la droite (« *come off right* ») afin de lui laisser le champ libre pour délivrer son armement.

⇒ Cet ordre n'est pas reçu par J1 (ni par le contrôleur) car celui-ci annonce au même instant que la cible est en train d'accentuer son virage à gauche (« *manœuvring north* ») et peut donc devenir menaçant³³.

⇒ Bien qu'il ait annoncé qu'il ouvrirait à droite à l'issue de l'identification visuelle (« *After the VID, I will open right* ») et parce qu'il n'a pas reçu l'ordre de J2, J1 vire avec le plastron car il se sent menacé (schéma page 12 : fin de la reconnaissance visuelle). Etagé positivement par rapport au plastron, il commence à se reculer par rapport à celui-ci et confirme que J2 peut tirer (« *Blue 2, clear to engage* »).

⇒ Le recul de J1 donne l'impression à J2 que J1 effectue une manœuvre vers la droite. Il s'apprête à tirer sur la cible mais il est confronté à un décrochage de son radar. Il effectue alors une manipulation de son système d'armes pour ramener la conduite de tir de son radar sur la cible.

⇒ Etonné de ne pas avoir entendu J2 annoncer la destruction de la cible, J1 lui demande sa situation tactique (« *status* »). J2 lui répond qu'il ne peut pas tirer pour l'instant (« *unable* »), sans en préciser la raison.

⇒ J1, pour suppléer à l'incapacité de tirer de J2, se repositionne par rapport à la cible en continuant à réduire sa vitesse.

⇒ Dans le même temps, J2 a accroché son radar sur la cible et réalise son tir de missile. Sept secondes plus tard, les deux avions s'abordent.

³² J2 joue également le rôle fictif d'une autorité embarquée dans un avion de commandement (« *big nose* »).

³³ En fait H1 accentue son virage pour rester dans la zone de combat réservée.

2.2. RECHERCHE DES CAUSES

2.2.1. Causes techniques

Les paramètres de vol enregistrés et les témoignages des pilotes permettent d'affirmer que les deux appareils concernés ne présentaient pas de défaillance technique avant l'abordage.

L'hypothèse, selon laquelle un dysfonctionnement d'un des deux appareils ait pu concourir à l'abordage, est REJETÉE.

2.2.2. Causes météorologiques

Les paramètres météorologiques du jour de l'évènement, en particulier les conditions de visibilité et la couverture nuageuse, étaient favorables à la réalisation d'une mission d'interception. En effet, la visibilité était bien supérieure à 10 km et aucun nuage n'était présent dans la zone d'entraînement.

L'hypothèse, selon laquelle les conditions météorologiques auraient perturbé l'acquisition du visuel, est REJETEE.

2.2.3. Facteurs humains

2.2.3.1. Expérience des pilotes

Les deux pilotes totalisent respectivement 2000 et 3500 heures de vol sur avion de chasse. Ils ont donc tous deux une très bonne expérience du pilotage de ce genre d'appareil. Compte tenu des manœuvres basiques (en terme de pilotage) effectuées lors de cette phase de vol, un défaut de technicité n'est pas envisageable.

L'hypothèse qu'un défaut de technicité dans le pilotage d'un avion de chasse ait contribué à l'abordage est REJETÉE.

2.2.3.2. Mission d'instruction

Le but de la mission d'instruction était l'entraînement de J1 à la conduite d'une patrouille simple de quatre M 2000-5F en mission de défense aérienne. Chaque interception comporte trois phases : détection, identification et destruction de la cible le cas échéant.

En tant que leader de la patrouille, J1 effectue le briefing avant mission au cours duquel il précise les éléments de vol, les scénarii, les règles d'engagement retenus et les tactiques adoptées.

Dans le cas de l'identification de la cible comme hostile, la phase de vol suivante est un combat air-air à vue, deux contre un. Elle est explicitée au chapitre ACM du MEB qui détaille les tactiques du combat rapproché, l'utilisation du système d'armes et la phraséologie à utiliser au sein de la patrouille légère. Cette phase fait partie des manœuvres de base des escadrons de chasse, en particulier des escadrons de défense aérienne.

Bien que J1 ne rentre pas dans le détail de cette phase spécifique lors de son briefing, J2, son instructeur pour cette mission, ne juge pas utile de lui faire préciser certaines règles de base car :

- le but de la mission n'est pas le combat rapproché mais la gestion d'une patrouille simple,
- c'est la quatrième mission d'instruction de ce type que réalise J1 et les trois précédentes n'ont fait apparaître aucune difficulté,
- les deux autres membres de la patrouille des Marcou J sont également des pilotes expérimentés sur M 2000-5.

Les causes probables de l'absence de rappel des règles de base du combat aérien, considérées comme connues et communes, sont les suivantes :

- **l'objectif pédagogique principal de la mission est la gestion d'une patrouille,**
- **tous les membres de la patrouille ont un niveau élevé de qualification professionnelle.**

2.2.3.3. Représentation des « blue »

Jusqu'au début du combat aérien, la situation est claire et le rôle de chacun des membres de la patrouille des *blue* est parfaitement défini :

- J1, proche de la cible, effectue la reconnaissance visuelle,
- J2 maintient le visuel sur la cible et sur son leader qu'il protège.

En revanche, dès la fin de la VID, la succession d'actions et d'échanges radio va conduire chacun des pilotes à être persuadé que c'est l'autre qui assure l'antiabordage au sein de la patrouille.

➤ Non réception de l'ordre de dégager

Juste après l'autorisation de tir donnée par « *big nose* », J2 ordonne à J1 de dégager (« *come off right* »). Cet ordre, pour les deux pilotes, implique pour celui qui le reçoit de virer franchement dans le sens indiqué³⁴ (virage de 90°) et de se repositionner (en arrière et plus haut) pour retrouver le visuel sur les deux autres appareils et assurer l'antiabordage au sein de la patrouille. Or :

- ⇒ J1 ne reçoit pas cet ordre³⁵. Donc pour lui, c'est toujours J2 qui, comme lors de la VID, assure l'antiabordage.
- ⇒ J2, quant à lui, voit J1 s'écarter vers la droite. Même si la réaction n'est pas aussi franche que prévu, J2 interprète cette manœuvre comme l'exécution de son ordre. Il n'a alors aucune raison de douter de sa réception par J1 et considère que J1 est en train de se mettre dans une position lui permettant d'assurer la sécurité.

La non réception par J1 de l'ordre de dégager a déclenché la confusion sur l'attribution de la responsabilité de l'antiabordage.

Dés lors, chacun des pilotes pense que la responsabilité d'assurer la sécurité au sein de la patrouille est assumée par l'autre. Il s'en suit alors une succession de quiproquos et d'imprécisions dans les échanges radio

³⁴ Pour permettre la destruction de la cible sans risque de tir fratricide.

³⁵ « *come off right* » est inaudible sur la retranscription radio du CDC.

qui vont tendre à confirmer à chacun des pilotes sa représentation de la situation.

➤ Interprétation différente de mots codes:

La cible s'est mise en virage et risque donc de devenir offensive. J1, trop près d'elle, décide que c'est J2 qui va la détruire. Pour lui permettre de tirer, il s'étage en altitude et annonce à J2 : « *cleared to engage* ».

⇒ Pour J1, ce mot code signifie : « *vous êtes autorisé à engager la cible mais vous gardez le même rôle* », soit dans ce cas, « *vous continuez à assurer l'antiabordage* ». J1 pense donc que J2 va délivrer son armement tout en maintenant le visuel sur lui. Cette traduction du mot « *cleared* » est celle du glossaire des mots codes (AIRM 80-6) utilisé par les pilotes de l'OTAN³⁶.

⇒ Pour J2, conformément au chapitre du MEB³⁷ traitant des ACM, ce mot signifie : « *vous êtes autorisé à entrer dans le combat et les rôles sont inversés* ». Aussi pense-t-il que J1 va se repositionner de manière à assurer l'antiabordage pendant qu'il tire son missile.

Ainsi,

N'ayant pas la même référence documentaire, les deux pilotes ont interprété différemment le mot « *cleared* », laissant à l'autre la responsabilité de l'antiabordage.

³⁶ OTAN : Organisation du Traité de l'Atlantique Nord.

³⁷ MEB : Manuel d'Emploi Basique, document sous timbre de la FAC, rédigé par un pilote de M2000-5.

➤ Confirmation de l'ambiguïté sur l'attribution de la responsabilité de l'antiabordage

Comme l'autorisation de tir n'est pas immédiatement suivie de l'annonce de la destruction de la cible, J1 demande à J2 sa situation tactique par rapport à la cible. J2 lui répond qu'il est dans l'incapacité de tirer, sans en préciser la raison.

⇒ J1 pense alors que J2 n'est plus en position de tir. Il continue alors à réduire sa vitesse puis reprend une trajectoire qui lui permette de pointer son radar sur la cible. Il n'annonce pas sa manœuvre car, dans sa représentation, J2 a toujours visuel sur lui. De même, il ne demande pas confirmation à J2 qu'il a toujours visuel sur lui puisqu'il n'a pas inverser les rôles.

⇒ De son côté, J2 a résolu ses problèmes de radar et effectue le tir d'un missile sans s'occuper de J1 qu'il pense être en position perche³⁸.

Jusqu'à l'abordage, aucune information ne vient modifier la représentation tactique de chacun des deux pilotes.

Ainsi, pendant les vingt cinq secondes entre l'autorisation de destruction de l'hostile par l'autorité embarquée et l'abordage :

La non réception de l'ordre de dégager, l'utilisation imprécise et l'interprétation différente de certains termes de phraséologie employés lors des combats aériens, combinée à un défaut d'annonce des manœuvres de chacun, ont conduit chacun des pilotes à apprécier de manière erronée les actions de l'autre. Leurs trajectoires, alors convergentes, ont conduit à l'abordage sans qu'aucun des deux ne surveille l'autre.

³⁸ Positionnement en arrière et plus haut qui permet d'assurer le visuel sur l'ensemble et la protection de l'autre membre de la patrouille.

2.3. GESTION DES SUITES DE L'ABORDAGE

La description de la suite du vol des deux appareils concernés par l'abordage fait l'objet de l'annexe 1 : Suites de l'abordage, page 58.

L'analyse abordera successivement la manière dont a été gérée la patrouille des « *blue* », puis la gestion du déroutement des deux appareils à Saint-Dizier, et enfin la fin du vol de J1 et son éjection.

2.3.1. Gestion de la patrouille des *blue*

2.3.1.1. Annonce de l'abordage

- A la suite de l'abordage, il n'y a pas eu d'annonce précisant que deux avions se sont touchés. En effet, seul J1 s'annonce en détresse sur la fréquence de travail des Marcou J : « *May day, may day, may day* ».
- J2 quant à lui, même si il a ressenti un choc à l'arrière³⁹, ne pense pas dans un premier temps que son appareil est gravement endommagé : hormis une panne légère de commande de vol⁴⁰ qui ne nécessite pas un posé d'urgence, seules la consommation de carburant et la poussée de son réacteur sont anormales⁴¹. Son avion étant pilotable, il n'affichera d'ailleurs jamais le code de détresse sur son transpondeur.
- Ayant visuel sur J1, H1 annonce sur la fréquence de sécurité inter patrouille qu'un des avions des Marcou J a perdu son radôme. L'ensemble des acteurs a reçu ce message.
- J3 (avec J4), toujours positionné au dessus des 3 autres avions, annonce qu'il voit l'avion qui fume et qu'il va avec lui. Il pense que cet avion est celui du seul pilote qui s'est annoncé en détresse, soit J1. Avant que J3 ne rejoigne J2 et qu'il lui décrive l'état de son avion (soit trois minutes après l'abordage), les *white*, H1 et les contrôleurs pensent que seul l'avion de J1 présente une défaillance.

³⁹ L'annexe 5, page 64, présente la simulation de l'encastrement des deux appareils.

⁴⁰ Voyant MAN : une des trois chaînes redondantes de commandes de vol électriques est en panne.

⁴¹ Les canalisations de kérosène qui commandent l'ouverture de la tuyère ont été sectionnées lors du choc et le canal PC et la tuyère d'éjection ont été arrachés.

L'absence d'annonce de l'abordage n'a pas incité les acteurs extérieurs (J3, H1, le contrôleur) à chercher à maîtriser l'ensemble de la situation puisqu'elle apparaissait plus simple que ce qu'elle était en réalité.

Aussi,

L'absence d'annonce de l'abordage entre J1 et J2 a induit une représentation erronée de la situation chez les différents acteurs et a impliqué une sous-estimation de sa complexité.

Le nombre d'avions endommagé a par ailleurs été conforté par le fait que seul l'appareil de J1 est apparu en détresse sur les écrans radar des contrôleurs.

2.3.1.2. Conduite de la patrouille

Après l'abordage, la patrouille des « *blue* » est dissociée. Néanmoins, J2 a visuel sur l'appareil de son leader qui se situe dans ses 7 heures pour 1 Nm. Il prend immédiatement la conduite de la patrouille des « *blue* »⁴².

J3, accompagné de J4, rejoint J2 qui a perdu le visuel de J1⁴³. Pendant ce temps, H1 est resté avec J1⁴⁴.

Ainsi, trois minutes après l'abordage, chacun des deux avions endommagés est accompagné par un autre avion.

Ce rassemblement, certes favorable, n'a cependant pas été le fruit d'une réflexion :

- J3 a rassemblé J2 alors qu'il pensait rejoindre J1.
- En l'absence d'annonce d'abordage, ce n'est que lorsque J3 a constaté les dégâts sur l'aéronef de J2 qu'il a pris conscience qu'il y avait probablement deux avions endommagés. Cependant, il n'a pas jugé utile de demander confirmation de l'abordage.

⁴² J2 prend la décision de déroutement, fait confirmer à J1 que son avion est pilotable et le positionne par rapport au soleil pour lui permettre de prendre le cap vers Saint Dizier.

⁴³ Positionné en avant de J1 après l'abordage, J2 s'en est éloigné par différence de vitesse puisque le moteur de J1 est au ralenti.

⁴⁴ Les positions relatives de chacun des appareils est représentée en annexe 1 : Suites de l'abordage, page 58.

- La situation qui conduit à ce que le leader de la patrouille simple et son équipier soit simultanément en détresse n'a pas été prévue avant le vol.

De plus, comme rapidement J3 est en patrouille avec J2 et H1 avec J1, aucun acteur extérieur à l'abordage n'a éprouvé le besoin de clarifier la situation en confirmant le nombre d'avions endommagés et de prendre les décisions pour l'ensemble des intervenants.

De même, les contrôleurs aériens n'interviennent pas car les échanges radio entre les pilotes laissent à penser que la situation est maîtrisée.

Il n'y a donc pas eu de reprise de la responsabilité de la conduite de la patrouille par un des participants non impliqué dans l'abordage.

2.3.1.3. Choix du terrain de déroutement par J2

N'ayant pas conscience de l'importance des dégâts qui affectent son appareil, J2, qui est responsable de la patrouille des Marcou, décide dans un premier temps d'assurer le déroutement du leader. Dès qu'il a la confirmation que l'appareil de J1 est pilotable, et bien que la patrouille soit plus proche de Nancy, J2 prend la décision de le dérouter sur le terrain de Saint Dizier, aérodrome bien connu des pilotes de Dijon⁴⁵.

Ainsi,

Bien que Nancy soit plus proche du lieu de l'abordage, J2, responsable de la patrouille des Marcou, a choisi comme aérodrome de déroutement le terrain accessible le mieux connu des pilotes.

Ne connaissant pas l'état des appareils, le contrôleur ne juge pas utile de remettre en cause ce choix et de proposer un déroutement à Nancy. Au contraire, il prépare immédiatement le transfert avec l'approche de Saint Dizier.

⁴⁵ Avec Luxeuil, Saint Dizier était un des deux terrains de dégagement prévus en cas d'indisponibilité de Dijon.

2.3.2. Gestion du déroutement

- Considérant que la panne de J1 est plus grave que la sienne (il restera d'ailleurs calme tout au long du déroutement), J2 s'approche dans un premier temps de Saint Dizier avec l'intention d'attendre que J1 se pose devant lui. Puis, il décide de tenter de se poser tout en envisageant une éjection en cas de problème.
- Dans le même temps, H1 est resté avec l'avion qui n'a plus de radôme, qu'il pense être J2 puisque pour lui, avant l'abordage, les « *blue* » étaient dans l'ordre 12 (J1 devant J2)⁴⁶. Il se place en patrouille serrée sur J1 et, après avoir demandé au contrôleur le terrain de déroutement le plus proche, vire vers Nancy qui est, à cet instant, à 15 Nm de leur position. H1 n'étend pas au fonctionnement du réacteur de J1 ses investigations techniques préalables au déroutement. De plus J1, qui rapporte que son pare-brise est opacifié par l'écoulement d'un liquide, ne voit plus H1 et garde le cap vers Saint Dizier : comme c'est le terrain de déroutement que lui a indiqué J2 juste après l'abordage, il a rentré cette destination à rejoindre sur le seul instrument qui fonctionne encore, la centrale à inertie. Au moment de contacter Nancy, H1 s'aperçoit que J1 ne l'a pas suivi et fait donc demi tour pour revenir avec lui. Les deux avions se sont alors rapprochés de Saint Dizier qui se trouve à une vingtaine de nautiques.
- Pour les contrôleurs de Drachenbronn et de Saint Dizier, ainsi que pour le directeur des vols, la confusion est totale car ils sont persuadés qu'un seul avion de la seconde patrouille est en détresse car il a perdu son radome et qu'il a du pétrole qui fuit devant. Ce n'est que lorsque J3 demande d'engager les pompiers de l'aérodrome que le chef de quart réalise que la piste de Saint Dizier risque d'être indisponible pour J1. Il annonce cette information sur la fréquence de garde pour inciter J1 à se dérouter à Nancy⁴⁷.

⁴⁶ Pendant toute la fin du vol de J1 jusqu'à son éjection, H1 pense être avec J2.

⁴⁷ J1 est alors à peu près à mi-chemin entre Saint Dizier et Nancy, soit une vingtaine de Nm.

La sous-estimation de l'état de l'appareil de J2, la confusion sur le nombre d'avions endommagés, combinées au fait que J1 n'ait pas suivi H1 à Nancy, ont conduit à ce que deux appareils en détresse se déroutent sur le même aérodrome.

2.3.3. Fin du vol et éjection de J1

2.3.3.1. Fin du vol de J1

Les inspections visuelle et endoscopiques du réacteur de l'appareil de J1 n'ont révélé aucun endommagement qui aurait pu être à l'origine de la perte de poussée. En revanche, le dépouillement de l'enregistreur de vol a montré que le « secours carburant » s'est enclenché au moment de l'abordage alors que la manette des gaz est dans la position pleins gaz. Comme cette palette n'est accessible que lorsque la manette des gaz est sur la position ralenti, seul le choc latéral a pu l'abaisser⁴⁸ et non une action, volontaire ou non, du pilote. Tous les paramètres du moteur⁴⁹ correspondent par la suite à ce mode de fonctionnement, en particulier l'inefficacité de la manette des gaz⁵⁰ et l'absence de voyants de pannes concernant le moteur.

L'absence de réaction du moteur aux sollicitations de J1 est due à l'abaissement intempestif de la palette « secours carburant ».

⁴⁸ Un cas de chute intempestive de la palette secours carburant sous facteur de charge (6 g) a été vécu en 2003. Depuis, une consigne stipule de vérifier le bon repositionnement de cette palette à l'issue du test de son fonctionnement.

⁴⁹ Le régime moteur constant, la température tuyère TT7 en diminution, la tuyère en position pleine ouverte, la consommation régulière et la manette des gaz inefficace.

⁵⁰ Lorsque la palette est abaissée, l'injection de carburant dans le réacteur est effectuée manuellement par le pilote à l'aide d'un bouton poussoir.

Pendant toute la fin du vol, J1 est soumis à un stress⁵¹ qui bloque toutes ses actions réflexes et qui va annihiler son jugement. En effet, fortement choqué par la violence de l'abordage⁵², il cherche à se raccrocher aux paramètres de base du vol, en particulier l'altitude et la vitesse. Or, il n'a plus d'instruments dans le cockpit (hormis l'écran de la centrale à inertie), et il témoigne que sa vision vers l'extérieur est très fortement réduite par l'écoulement d'un liquide sur son pare-brise⁵³ (annexe 6 : Pare brise, verrière, page : 65). En l'absence des éléments de vol de base (vitesse, altitude, pente), J1 n'est pas en mesure de faire le bilan de l'énergie dont dispose son appareil.

Pendant les 9 minutes entre l'abordage et l'éjection, soumis à un stress important lié à l'hostilité de son environnement, il se focalise sur la recherche de ses paramètres de vol : il est alors incapable d'analyser l'état de son appareil et de comprendre pourquoi son réacteur semble ne plus délivrer de puissance⁵⁴.

Sous l'effet du stress intense induit par l'abordage et par ses conséquences, J1 s'est retrouvé dans l'incapacité d'analyser l'état technique de son appareil.

⁵¹ Stress : ensemble de perturbations biologiques et psychiques provoquées par une agression quelconque sur un organisme (Petit Larousse). Les effets du stress sont présentés en annexe 3, page 62.

⁵² Le seul souvenir de J1 est la « perception subite d'une masse noire qui tombe sur lui » suivie d'un choc violent. Il est alors étonné d'être encore en vie.

⁵³ Ce témoignage est confirmé par H1.

⁵⁴ Aucun voyant de panne relative au fonctionnement moteur n'est allumé.

Immédiatement après l'abordage, H1 est resté avec J1 jusqu'à l'éjection. Néanmoins, jugeant que l'avion de J1 était peu endommagé (uniquement la perte de la pointe avant) et qu'il était pilotable (puisqu'il a pris le cap vers Saint Dizier), il l'a accompagné vers le terrain de déroutement le plus proche (Nancy puis Saint Dizier), sans chercher à inciter J1 à essayer de comprendre le dysfonctionnement de son appareil.

De même, jugeant que J1 maîtrise la situation puisque J1 ne demande pas d'aide sur sa fréquence radio, il ne souhaite pas gêner la conduite de son avion.

En fait, H1 a essayé de contacter J1 sur la fréquence de sécurité commune aux deux patrouilles en utilisant l'indicatif J2 puisqu'il pense que c'est l'avion avec lequel il est rassemblé. Le contact radio entre H1 et J1 sur la fréquence de garde n'est donc établi que 2 minutes 30 avant la décision d'éjection⁵⁵ pendant lesquelles H1 a répondu aux questions de J1.

H1 n'a pas pris conscience de l'état de stress de J1 et a sous-estimé les défaillances (défaut d'affichage, secours carburant, vision réduite) qui affectaient son appareil.

La faible durée pendant laquelle ils ont été en contact radio ne lui pas permis d'apporter à J1 une aide efficace.

2.3.3.2. Ejection

Lorsque H1 parvient à contacter J1 par radio, ils sont au niveau de vol 75 (soit une hauteur approximative de 6500 ft à cet endroit), à 170 kt et une pente de descente à 3°. Il estime alors que J1 maîtrise la trajectoire de son avion. Ce n'est que lorsque J1 lui confirme qu'il ne peut pas accélérer qu'il comprend qu'ils ne pourront atteindre Saint Dizier (alors situé à une vingtaine de nautiques) et que l'éjection semble inévitable. Néanmoins, il ne rappelle pas à J1 les consignes d'éjection car l'intonation de la voix de J1 lui laisse penser que ce dernier est prêt à s'éjecter.

⁵⁵ Les deux appareils sont alors à une altitude de 7500 ft.

De même, il ne juge pas utile de préciser les hauteurs de passage ni la hauteur de décision d'éjection imposée par la FAC⁵⁶.

J1 a effectivement conscience qu'il va devoir quitter son avion en vol. Mais, n'ayant pas de visuel sur l'extérieur, il est très soucieux des dégâts collatéraux qu'il pourrait occasionner. Il ne se décide à larguer son réservoir externe de carburant que lorsqu'il s'aperçoit qu'il lui est impossible d'accélérer⁵⁷. Et ce n'est que lorsqu'il distingue des arbres et des habitations qui semblent monter vers lui à travers son pare-brise opacifié qu'il se décide à s'éjecter et qu'il demande un cap à H1 vers une zone dégagée.

Ainsi,

H1 a surestimé les capacités de J1 à gérer seul son éjection.

⁵⁶ Hauteur sol de 1500 ft (CPSV FAC-FAS, ordre 3G).

⁵⁷ Il est alors à une altitude estimée de 6500 ft.

3. CONCLUSION

3.1. ÉLÉMENTS ETABLIS UTILES A LA COMPREHENSION DE L'ÉVÈNEMENT

- Les deux appareils ne présentaient pas de défaillance technique avant l'abordage et les conditions météorologiques étaient favorables à l'acquisition du visuel.
- La mission d'entraînement était au profit du leader, ancien pilote de chasseur bombardier M 2000 D, affecté depuis l'été comme commandant en second de l'escadron.
- Le but de la mission était de l'entraîner à la conduite d'une patrouille simple de quatre avions de défense aérienne lors de l'interception d'appareils hostiles. Le jour de l'évènement, c'était la quatrième mission de ce type qu'il effectuait.
- La patrouille était constituée de quatre pilotes qualifiés qui totalisent chacun plus de 2000 heures de vol. J1 est en formation, J2 et J3 sont des experts de la mission de défense aérienne, J4 est équipier de J3.

3.2. SCENARIO DE L'ÉVENEMENT

L'analyse des éléments mis à la disposition du groupe d'enquête a conduit à déterminer le scénario suivant :

La mission consistait à l'entraînement du leader à la gestion d'une patrouille de quatre Mirage 2000-5F lors d'une mission d'interception. La patrouille était constituée de quatre pilotes hautement qualifiés et le temps du briefing a été consacré à la définition des tactiques et des règles d'engagement, ainsi qu'au rappel de l'environnement. Ainsi, les règles de base du combat aérien, supposées connues et communes, n'ont pas été rappelées. Les membres de la patrouille n'ont donc pas pu prendre conscience qu'ils n'avaient pas le même référentiel en ce qui concerne les manœuvres de combat aérien.

Pendant le vol, la non réception de l'ordre de dégager (« *come off* »), la traduction différente du mot code « *cleared* » et une manipulation imprévue du système d'armes, ont amené chacun des deux pilotes à reporter la responsabilité de l'antiabordage sur l'autre.

De fait, alors que chacun d'eux se mettait en position pour détruire la cible, les trajectoires convergentes ont conduit à l'abordage des deux appareils.

3.3. ÉLÉMENTS ÉTABLIS UTILES A LA COMPREHENSION DE LA SUITE DE L'ÉVENEMENT

- L'avant de l'appareil de J1 a traversé la tuyère de l'avion de J2, de droite à gauche et de bas en haut.
- Il n'y a pas eu d'annonce de l'abordage et seul J1 s'est déclaré en détresse. Ce n'est que lorsque les contrôleurs de Saint Dizier voient l'état de l'appareil de J2 qu'ils comprennent qu'il a deux avions endommagés.
- Bien que l'évènement se soit produit près de Nancy, les deux appareils ont tenté d'atterrir à Saint Dizier.
- J2 était désigné responsable de la patrouille des Marcou. Dans un premier temps, il prend en charge J1 jusqu'à ce qu'il le perde de vue. La direction de la patrouille n'a pas été reprise par un acteur extérieur aux *blue*.

- J2, dont l'avion n'a plus de tuyère et qui présente une fuite importante de kérosène, est accompagné et soutenu par J3 jusqu'à son atterrissage. Il ne lui restait plus que 4 à 5 minutes de carburant.
- J1 est choqué par l'abordage qui a été violent et qu'il n'a pas compris. Il n'a plus d'instruments à bord de son appareil, hormis l'écran de la centrale à inertie qui lui donne le cap vers Saint Dizier.
- J1 témoigne que sa vision vers l'avant est réduite par l'écoulement d'un liquide qui opacifie le pare brise et une grande partie de la verrière.
- Son moteur ne réagit pas à ses sollicitations et aucun voyant d'alarme concernant le réacteur n'est allumé. La palette « secours carburant » a été abaissée par le choc de l'abordage mais l'état de stress de J1 et l'ergonomie du poste de pilotage ne lui ont pas permis de le détecter.
- H1 a suivi J1 depuis l'abordage jusqu'à l'éjection. Pensant que J1 maîtrisait son taux de descente, il n'a pas jugé utile de l'aider à résoudre ses problèmes de moteur. Lorsque J1 confirme qu'il ne peut maintenir la vitesse de son avion, H1 juge au son de sa voix qu'il est prêt à s'éjecter et ne lui annonce pas le passage de la hauteur de décision.
- Obnubilé par les dégâts collatéraux alors que sa vision vers l'extérieur est réduite, J1 attend le dernier moment pour s'éjecter après avoir demandé à H1 un cap vers une zone dégagée.

4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

L'enquête a écarté les causes d'origine technique et environnementale.

4.1. MESURES DE PREVENTION AYANT TRAIT DIRECTEMENT A L'EVENEMENT ET AUX SUITES DE L'ABORDAGE

4.1.1. Mesures de prévention ayant trait à l'abordage

4.1.1.1. Mission d'instruction

La mission d'entraînement à la conduite d'une patrouille de quatre Mirage 2000-5F a été réalisée dans le cadre de la transformation opérationnelle de J1 à la mission de défense aérienne. La patrouille était constituée de quatre pilotes hautement qualifiés. L'évènement s'est produit dans une phase de vol qui fait partie des manœuvres de base de la mission de défense aérienne.

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

- **les règles de base soient rappelées quel que soit le niveau de qualification professionnelle des membres de la patrouille,**
- **le cadre pédagogique et les objectifs des missions d'entraînement soient strictement définis.**

4.1.1.2. Interprétation de la phraséologie

L'enquête a déterminé que les différences d'interprétation de certains termes de la phraséologie utilisée en combat aérien sont dues :

- à un manque de rigueur dans leur emploi lors de cette mission,
- à des écarts de signification entre les documents édités par la FAC et le glossaire utilisé dans l'OTAN.

De plus, il est apparu que la référence en matière de phraséologie est différente selon le commandement organique d'appartenance (FAC, FAS, CEAA), voire au sein de la FAC (Dijon, Cambrai).

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

Une réflexion soit menée afin qu'une référence unique en matière de phraséologie soit enseignée dans les écoles et utilisée par l'ensemble des unités aériennes.

4.1.2. Mesures de préventions ayant trait aux suites de l'abordage

4.1.2.1. Gestion du déroutement

Le défaut d'annonce de l'abordage des deux avions a entretenu la confusion sur le nombre d'avions endommagés. Cette confusion a été entretenue par la suite par le fait qu'aucun des pilotes n'ait clairement annoncé ses difficultés.

La position relative des Marcou et du Rupin a permis que chacun des deux appareils soit rapidement rejoint par un équipier. Aussi, aucun des pilotes extérieurs à l'abordage n'a jugé utile de prendre la direction des opérations de déroutement. Au sein des Marcou J, ce rôle de responsable de patrouille était dévolu à J2 mais il n'a pu l'assumer du fait de l'état de son appareil et de son éloignement de J1.

Enfin, l'utilisation d'une fréquence radio unique (la fréquence de sécurité semble dans ce cas la mieux adaptée) pour l'ensemble des intervenants aurait permis de lever les ambiguïtés d'indicatif radio.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

- **de rappeler l'importance d'annoncer clairement le nombre d'avions concernés par un évènement aérien et le type de dommages constatés,**
- **de rappeler l'importance pour les équipages dont l'avion présente une défaillance d'afficher le code de détresse,**
- **de sensibiliser les équipages sur l'importance du transfert de la responsabilité de la conduite de la patrouille,**
- **de sensibiliser les contrôleurs aériens sur l'assistance qu'ils doivent fournir aux pilotes en difficultés,**
- **de sensibiliser les équipages et les contrôleurs aériens sur le choix de la fréquence radio à utiliser en cas d'urgence.**

4.1.2.2. Aide à l'analyse et à la décision d'éjection

H1 a accompagné J1 tout au long de la descente. Néanmoins, il ne lui fournit pas l'aide qui lui aurait permis d'analyser la panne et de gérer son déroutement. Bien que les paramètres de vol ne permettaient pas à J1 de rejoindre Saint Dizier, il ne lui a pas signalé le passage de la hauteur de décision d'éjection. Or J1 était dans l'incapacité d'analyser la situation par lui-même et n'avait pas d'indication de son altitude.

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

Rappeler le rôle primordial de l'équipier d'un avion en détresse :

- **dans l'aide à l'analyse technique de la panne,**
- **dans la gestion et l'accompagnement lors de la phase de vol suivante,**
- **dans la préparation et la prise de décision de l'éjection.**

4.1.2.3. Palette secours carburant

L'enquête a montré que la palette « secours carburant » a été abaissée par le choc lors de l'abordage. Un cas d'abaissement intempestif sous facteur de charge a été relevé en 2003. Aucun voyant ne signale au pilote son abaissement puisqu'il résulte normalement d'une action volontaire.

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

Mener une étude sur le renforcement de la résistance aux facteurs de charge de la palette « secours carburant » du Mirage 2000-5F, ou sur l'installation d'un dispositif confirmant le passage en « secours carburant ».

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

4.2.1. Charge de travail

J1 a passé trois années hors unité de combat⁵⁸ juste avant d'arriver à Dijon. N'ayant jamais piloté de Mirage 2000-5F, il a du, depuis septembre 2005, cumuler le programme de remise à niveau opérationnel avec la transformation opérationnelle d'un pilote provenant d'un autre type d'appareil afin d'obtenir le niveau nécessaire à la conduite d'une patrouille en opération.

Muté à l'été, J1 a dû beaucoup s'investir pour réussir à gérer en même temps :

- la découverte de sa nouvelle unité et de son environnement,
- la charge de commandant en second d'une unité aérienne,
- la transformation opérationnelle sur un système d'armes nouveau pour lui,
- l'apprentissage des tactiques et des procédures spécifiques aux missions de défense aérienne,
- l'acquisition du niveau nécessaire à la conduite d'une patrouille de quatre avions en opérations.

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

Une réflexion soit menée pour répartir la charge de travail induite par les besoins d'apprentissage d'une mission, de connaissance d'un système d'armes et de prise en compte de la fonction de commandant en second d'une unité aérienne.

⁵⁸ Deux ans à l'état major de l'armée de l'air suivi d'un an au CID, au cours desquels il était abonné sur M 2000-D à Nancy.

4.3. MESURES DE PREVENTION AYANT TRAIT A L'EJECTION

4.3.1. La formation survie et sauvetage

La formation et l'entraînement du personnel navigant aux procédures d'éjection, au pilotage de la voilure de sauvetage et aux procédures de réception en parachute sont dispensés à la division formation survie et sauvetage de Cazaux.

Le maintien des connaissances acquises est ensuite entretenu conformément au programme défini dans les consignes particulières de sécurité des vols communes à la force aérienne de combat et à la force aérienne stratégique (CPSV CFAC/CFAS).

Le pilote éjecté a effectué un exercice d'hélicoptère sans paraplaning en octobre 2005 et un simulateur d'éjection en février 2006. Son instruction survie et sauvetage est spécifique aux équipements du F16. Cette dernière a été dispensée lors de son détachement aux États-unis (1999 à 2002).

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

- **Les cours de survie et de sauvetage dispensés lors des stages basiques SAMAR (sauvetage maritime) et SATER (sauvetage terrestre) intègrent une sensibilisation concernant l'éjection, plus particulièrement sur les hauteurs de décision et de sauvegarde ainsi que le maniement de la voilure de sauvetage. Un rappel pourrait également être intégré lors du stage de survie RESCO;**
- **Tous les élèves PN chasse réalisent l'ensemble des stages de survie sauvetage basique (SAMAR, SATER) pendant leur formation ;**
- **Le personnel PN en unité s'assure d'avoir bien réalisé l'ensemble des stages de survie sauvetage basique (SAMAR, SATER) avant le stage de survie RESCO ;**
- **Le personnel chargé du maintien des connaissances à l'unité ait accès aux stages de survie sauvetage basiques.**

4.3.2. Les équipements de survie et de sauvetage

4.3.2.1. Redondance des équipements

Pour accroître les chances de survie et de récupération, à la suite d'une évacuation ou d'une éjection, le gilet de combat a été mis en service. Ce dernier permet un accès prioritaire aux principaux moyens de signalisation. Il assure également au pilote d'être en possession de ces derniers en cas de perte du paquetage lors de l'éjection. Sa définition permet également l'emport de la balise de détresse.

Néanmoins la balise de détresse du pilote éjecté était positionnée dans le paquetage de survie (83S17 climat tempéré).

Ce tandem, paquetage 83S17 et gilet de combat version temps de paix, met en lumière une redondance en équipements de signalisation et de survie.

L'arrivée du gilet de combat était associée à celle du paquetage de survie modulaire. Ce dernier évite la redondance d'équipement, simplifie les procédures de modifications de paquetage nécessaires en fonction des climats des zones survolées et allège les travaux d'intervention lors des visites périodiques.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

- **la mise en place de la balise de détresse dans le gilet de combat version temps de paix,**
- **la mise en service du paquetage modulaire.**

4.3.2.2. La taille du gilet de combat

La perception du gilet de combat doit être accompagné d'un essayage vestimentaire (type hivernal) avec la totalité des équipements de vol, blouson PN inclus. Cette procédure doit permettre de s'assurer que le choix de la taille est en adéquation avec la morphologie de la personne. Les gênes éventuelles ne doivent pas être préjudiciables aux phases de pilotage, de sauvetage et de survie.

Compte tenu des gabarits de la population PN (>1m85, > 85 kg), le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

de mener une étude pour s'assurer de la bonne couverture de la population PN avec les deux seules tailles de gilet de combat disponibles.

4.3.3. L'éjection

4.3.3.1. Le casque de vol GALLET LA 100

Lors de l'éjection, il est possible que l'écran translucide reste en position haute.

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

mener une étude sur la position des écrans suivant les phases de vol rencontrées.

4.3.3.2. Les commandes de manœuvres du GQ type 1000

Les commandes de manœuvres en place sur la voilure de sauvetage type GQ 1000 du siège MK10 permettent d'orienter le parachute pour rejoindre une zone dégagée ou éviter un obstacle en cas de besoin.

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

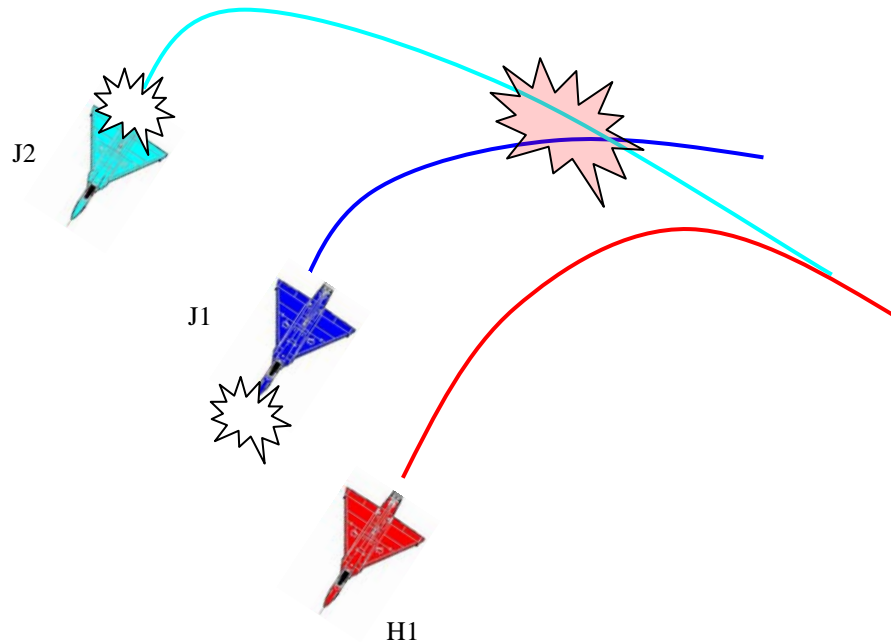
- **à la suite d'une éjection à très basse hauteur, l'accès aux commandes de manœuvres du parachute est primordial car le premier obstacle à éviter peut être son propre aéronef.**
- **la réalisation d'une traction type TAP aux élévateurs au moment de l'atterrissage est à proscrire. Cette action dégrade les qualités de vol par augmentation de la vitesse de descente sous voile.**

ANNEXES

| | |
|---|---------|
| Annexe 1 : Suites de l'abordage | page 58 |
| Annexe 2 : Ejection..... | page 61 |
| Annexe 3: Effet du stress | page 62 |
| Annexe 4 : Palette secours carburant | page 63 |
| Annexe 5 : Encastrement des deux appareils..... | page 64 |
| Annexe 6 : Pare brise, verrière..... | page 65 |

1. SUITES DE L'ABORDAGE

A la suite de l'abordage, J1 se retrouve à gauche de J2.

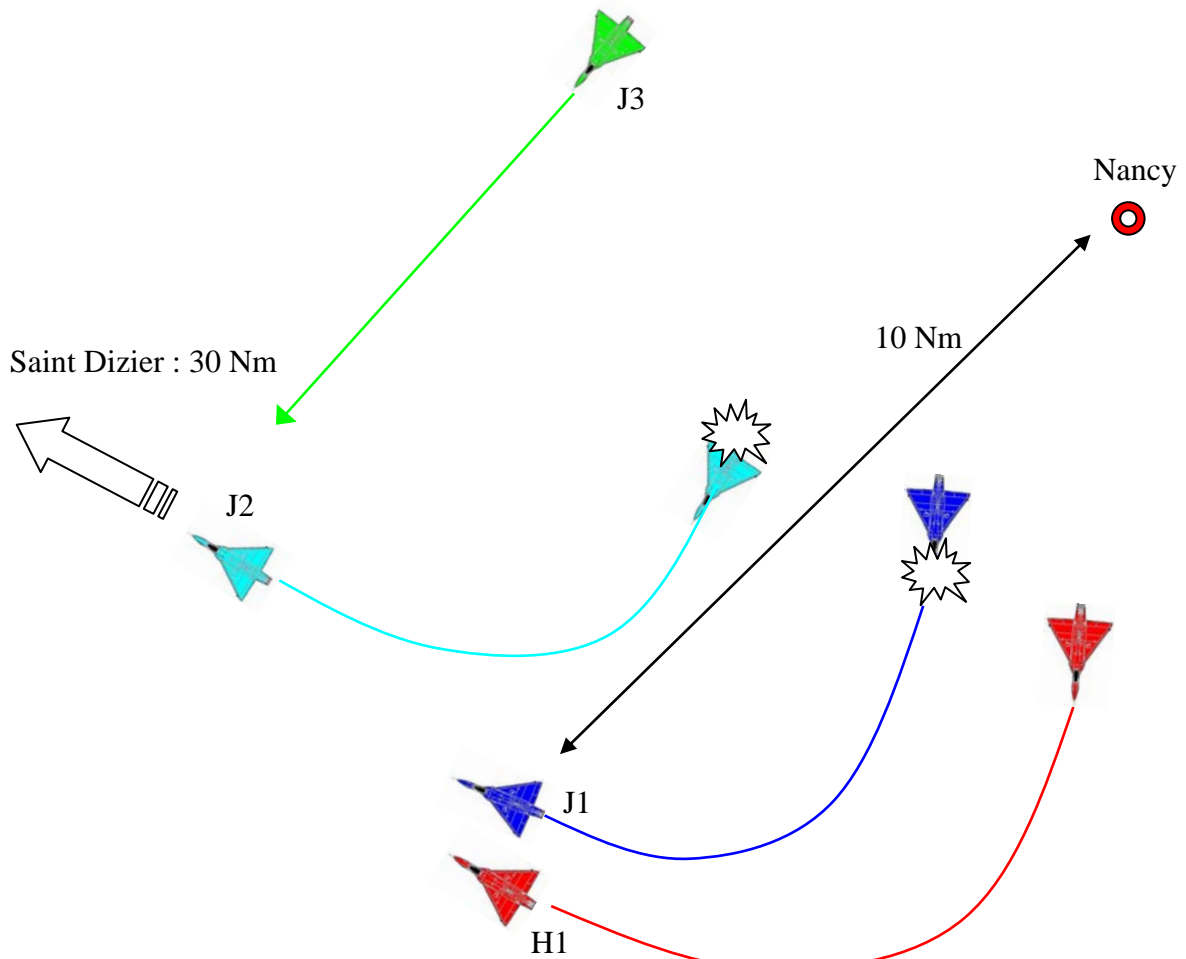


Éléments de vol quelques secondes après l'abordage

1.1. SEPARATION DE J1 ET J2

- Rupin H1 annonce qu'un des appareils de la patrouille des Marcou a perdu son radome⁵⁹.
- J2 prend en charge J1 et lui annonce qu'ils se déroutent à Saint Dizier. J1 annonce n'a pas visuel sur J2 car il a une « fuite de carburant » sur le devant de son avion.
- J2 perd le visuel de J1. J3 annonce alors qu'il rassemble sur un avion qui fume, qu'il croit être J1. Ils sont alors à 30 Nm de Saint Dizier.
- Dans le même temps, H1 a rassemblé J1.

⁵⁹ Radome : cône de protection du radar.



Séparation des deux avions endommagés

A partir de cet instant, J2 (accompagné de J3) et J1 (accompagné de H1) ont tous les deux un cap vers Saint-Dizier et sont séparés d'une dizaine de nautiques.

1.2. DEROUTEMENT DE J2

- Pensant que J1 est pris en charge par J3, J2 annonce qu'il se dérouté seul sur Saint Dizier car son tableau d'alarme indique un problème de commande de vol⁶⁰.
- Lorsque J3 découvre que l'avion qu'il vient de rejoindre n'a plus de tuyère, il comprend qu'il s'agit de J2. Il lui décrit l'état de son appareil et surveille un départ de feu qui pourrait être causé par l'importante fuite de carburant.
- J2, dont l'avion est pilotable malgré une réduction de puissance et un débit carburant anormal, se pose à Saint Dizier et dégage la piste avant de couper le moteur et d'évacuer l'appareil⁶¹.

1.3. FIN DU VOL DE J1

- A la suite de l'abordage et au passage de la pointe avant dans la tuyère de J2, le pare-brise de l'aéronef de J1 est opacifié, ce qui réduit sa vision vers l'extérieur.
- Une fois rassemblé sur l'avion sans radome, H1 demande un déroutement immédiat sur le terrain le plus proche, Nancy (050°, 15 Nm). Alors qu'il n'est toujours pas en contact radio avec J1 et après lui avoir fait le signe conventionnel pour qu'il le suive, H1 prend le cap vers Nancy. Au moment de contacter l'approche de Nancy, il s'aperçoit que J1 ne l'a pas suivi et fait demi-tour pour le rejoindre.
- Parvenant à contacter J1 en radio, H1 lui demande de le suivre jusqu'à Saint Dizier distant alors d'une vingtaine de nautiques.
- J1, tout en affichant la puissance maximum de son moteur, ne parvient pas à maintenir ni l'altitude, ni la vitesse, même après avoir largué le réservoir ventral. Il demande alors un cap à H1 pour éviter les habitations et s'éjecte.

⁶⁰ Panne MAN : panne bénigne qui implique des limitations du domaine de vol de l'aéronef.

⁶¹ Une fois J2 posé, J3 et J4 rejoignent Dijon.

2. EJECTION



Conséquences : bien que l'éjection n'ait pas été préparée car décidée tardivement, la séquence (départ du siège, stabilisation, ouverture voileure, descente sous parachute et atterrissage) s'est déroulée de manière nominale. Le pilote éjecté est indemne.

3. EFFET DU STRESS

Le stress altère le traitement de l'information en favorisant la production d'erreurs et en diminuant la performance. Plus spécifiquement, chez un individu sous stress, on peut constater :

- une restriction du champ de perception,
- une restriction des capacités de mémorisation,
- une focalisations ou des défaillances attentionnelles,
- des réductions des capacités psychomotrices complexes,
- des incertitudes dans les prises de décision,
- des dégradations dans les capacités de résolution de problème (altération du jugement),
- une rigidité du fonctionnement cognitif,
- une résistance au changement (non intégration de données nouvelles pertinentes à l'espace problème),
- le blocage de routines...

Ainsi, le stress peut altérer toutes les étapes du traitement de l'information et, par conséquent, réduire la performance et amener une perte de maîtrise de la situation. Cette perte de contrôle de la situation génère à son tour du stress, ce qui diminue d'autant plus la maîtrise de la situation pouvant aboutir à une perte de conscience de la situation qui peut conduire à un effondrement de la performance.

4. PALETTE SECOURS CARBURANT

Photographies du poste de pilotage du M 2000-5F montrant l'ergonomie de la palette secours carburant :

Palette
« secours
carburant »
relevée



Manette au ralenti, palette relevée

Palette
« secours
carburant »
abaissée



Manette au ralenti, palette abaissée

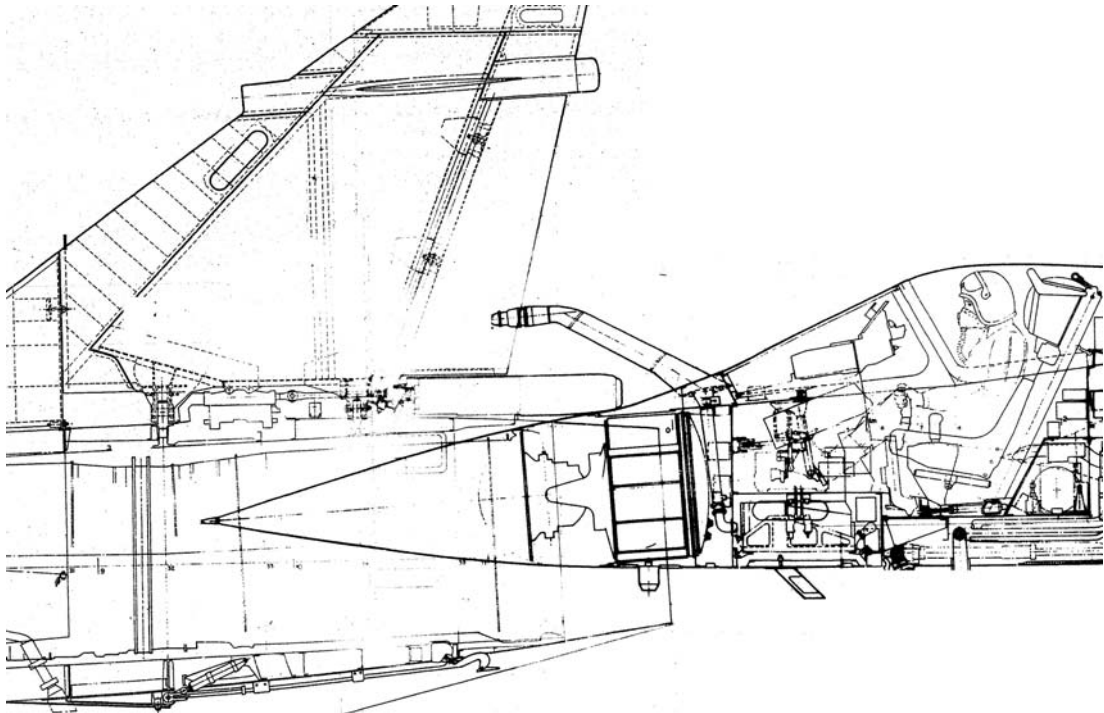
Palette
« secours
carburant »
invisible



Manette pleins gaz

5. ENCASTREMENT DES DEUX APPAREILS

La simulation ci-dessous a été réalisée par la société Dassault Aviation à partir de l'entaille dans la dérive faite par le gland de la perche de ravitaillement.



6. PARE BRISE, VERRIERE

J1 témoigne d'une forte diminution de la vision extérieure (vers l'avant sur 180°) par l'opacification du pare-brise de son appareil dû à l'écoulement d'un liquide (qu'il identifie initialement comme du carburant), après l'abordage et jusqu'à son éjection, c'est-à-dire pendant 9 minutes.

- Le seul fluide présent dans le nez du M2000-5F est le liquide de refroidissement du radar (coolanol), un alcool transparent contenu dans un réservoir de seulement 2 litres. Ce liquide hydrophile devient visqueux au contact de l'eau.
- En arrière du radar, se trouvent des canalisations de carburant (qui relie la perche de ravitaillement et les réservoirs) ainsi que de liquide de frein : ces canalisations n'ont pas été endommagées ni lors de l'abordage, ni lors du crash de l'appareil.
- Les caractéristiques des matériaux qui composent le pare-brise (voir paragraphe 1.6.3) laisse à penser que le passage de l'avant de l'appareil dans la tuyère du réacteur (où régnait une température de l'ordre de 800°C au moment de l'abordage) a pu détériorer le plexiglas.
- Enfin, il est possible que du carburant ait été projeté sur le pare-brise lors de l'abordage, voire que du carburant contenu dans la perche de ravitaillement (dont l'embout a été arraché) se soit écoulé.