

# BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 13 avril 2006

# RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE



## BEAD-air-A-2006-002-I

Date de l'événement	25 janvier 2006
Lieu	Plan de Dieu (Vaucluse)
Type d'appareil	Alphajet
Organisme	Armée de l'air
Unité	Patrouille de France

## **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> .....	5
<i>Synopsis</i> .....	6
<b>1. Renseignements de base</b> .....	<b>8</b>
1.1. Déroulement du vol .....	8
1.1.1. Mission .....	8
1.1.2. Déroulement .....	8
1.1.2.1. Préparation du vol .....	8
1.1.2.2. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol .....	8
1.1.3. Localisation.....	9
1.2. Tués et blessés .....	10
1.3. Dommages aux aéronefs .....	10
1.4. Renseignements sur le personnel .....	10
1.4.1. Pilote en position de leader .....	10
1.4.2. Pilote en position d'équipier .....	11
1.4.3. Autres personnels.....	12
1.5. Renseignements sur les aéronefs .....	12
1.6. Conditions météorologiques .....	13
1.7. Télécommunications .....	13
1.8. Enregistreurs de bord .....	13
1.9. Observations des deux aéronefs après l'abordage .....	14
1.9.1. Alphajet en position de leader.....	14
1.9.2. Alphajet en position d'équipier.....	15
<b>2. Analyse</b> .....	<b>16</b>
2.1. Mise dos – Sortie – Abordage .....	16
2.2. Causes de l'événement .....	18
<b>3. Conclusion</b> .....	<b>22</b>
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement .....	22
3.2. Causes de l'événement .....	23
<b>4. Recommandations de sécurité</b> .....	<b>24</b>
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement .....	25
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement .....	26
<i>Annexes</i> .....	<b>27</b>
<b>1. Figure « diamant dos »</b> .....	<b>28</b>
1.1. Présentation de la figure « diamant dos » .....	28
1.2. Apprentissage de la figure « diamant dos » .....	30
<b>2. Apprentissage de la figure « diamant dos »</b> .....	<b>32</b>
2.1. Étude de la mise dos colonne individuelle .....	32
2.1.1. Objectif .....	32
2.1.2. Justification.....	32

2.2. Conduite de l'apprentissage .....	33
2.2.1. 1 <sup>ère</sup> phase : première mission en doubles commandes par groupes de deux avions .....	33
2.2.2. 2 <sup>ème</sup> phase : entraînement à la mise dos isolée .....	34
2.2.3. 3 <sup>ème</sup> phase : entraînement à la mise dos par paires sans gestion des gaz.....	35
2.2.4. 4 <sup>ème</sup> phase : seconde mission en doubles commandes par groupes de deux avions .....	35
2.2.5. 5 <sup>ème</sup> phase : entraînement à la mise dos par paires avec gestion des gaz .....	36
2.2.6. 6 <sup>ème</sup> phase : l'étude du diamant dos.....	37

## GLOSSAIRE

BEAD - air	Bureau enquêtes accidents défense air
CEAA	Commandement des écoles de l'armée de l'air
EAC	École de l'aviation de chasse
EPI	Enquêteur de première information
MP3	<i>Motion pictures expert group level 3</i> Groupe ayant défini les standards de compression d'images animées de niveau 3
PAF	Patrouille de France
VR	Vitesse relative

## **SYNOPSIS**

- Date de l'événement : 25 janvier vers 10 heures<sup>1</sup>.
- Lieu de l'événement : Plan de Dieu (84).
- Organisme : armée de l'air.
- Commandement organique : CEAA<sup>2</sup> / BA<sup>3</sup> 709.
- Unité : PAF<sup>4</sup>.
- Aéronefs : deux Alphajet<sup>5</sup>.
- Nature du vol : entraînement présentation Patrouille de France.
- Nombre de personnes à bord : une personne dans chaque appareil.

### **Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis**

Abordage en vol entre deux Alphajet lors d'une mission d'entraînement de la Patrouille de France.

Les deux avions se déroutent sur la base aérienne d'Orange, les deux pilotes sont sains et saufs.

### **Composition du groupe d'enquête technique**

- Un enquêteur technique du Bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air), nommé enquêteur désigné,
- un enquêteur de première information (EPI),
- Un expert pilote ayant une expérience à la PAF,
- Un expert mécanicien Alphajet,
- Un médecin du personnel navigant.

---

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

<sup>2</sup> CEAA : commandement des écoles de l'armée de l'air.

<sup>3</sup> BA : base aérienne.

<sup>4</sup> PAF : Patrouille de France.

<sup>5</sup> Par convention dans ce rapport, l'aéronef en position de leader sera nommé Alphajet L et celui en position d'équipier Alphajet E.

### **Déclenchement de l'enquête technique**

L'EMO-AIR<sup>6</sup> a prévenu le BEAD-air par téléphone, vers 11 heures, le 25 janvier 2006. L'EPI, désigné par le BEAD-air, s'est rendu sur place en fin de matinée pour faire les premiers constats sur les deux aéronefs qui se sont déroutés à Orange, et a rendu compte au BEAD-air de ses observations. L'enquêteur désigné a rejoint Salon de Provence le 25 janvier en soirée. L'expert mécanicien s'est rendu sur la base d'Orange dans la nuit du 25 au 26 janvier et a procédé à ses constatations dans la matinée du 26 janvier. L'enquêteur désigné et les experts médecin et pilote ont procédé à leurs investigations dès le 26 janvier au matin.

### **Enquête judiciaire**

Néant

---

<sup>6</sup> EMO-AIR : état major opérationnel – AIR.

# 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

## 1.1. DEROULEMENT DU VOL

### 1.1.1. Mission

Indicatif mission	ATHOS
Type de vol	COM V <sup>7</sup>
Type de mission	Entraînement Patrouille de France
Dernier point de départ	Salon de Provence
Heure de départ	9h30
Point d'atterrissage prévu	Salon de Provence

### 1.1.2. Déroulement

#### 1.1.2.1. Préparation du vol

La mission a été briefée conformément à l'avancement du programme d'entraînement.

#### 1.1.2.2. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

Après une première partie à huit avions, la patrouille se scinde en deux. Les solos restent à la verticale de Plan de Dieu pendant que le reste de la patrouille s'en éloigne, chacun des groupes travaillant des figures spécifiques.

Sous les ordres du leader, les six avions adoptent une formation « grand relax » pour l'entraînement des trois nouveaux pilotes en vue de la réalisation de la figure « diamant dos » (voir annexe 1 : *Figure « diamant dos »*, page 28). Chacun des nouveaux pilotes se positionne derrière l'avion d'un plus ancien (travail par paires), en vol rectiligne horizontal, et réalise des mises dos afin de parfaire la mécanisation de son pilotage.

---

<sup>7</sup> COM V : circulation opérationnelle militaire de type « Victor » (vol selon les règles de vol à vue).

Le pilote de l'Alphajet E se met en colonne derrière l'Alphajet L. Après avoir obtenu l'accord du pilote en position de leader, qui l'observe dans son rétroviseur, de débiter le travail, le pilote équipier se met en vol dos. D'après les témoignages des deux pilotes concernés, l'Alphajet E, sur le dos, a un étagement trop faible par rapport à l'autre avion et sa position est instable. Lorsque l'équipier se décale sur le côté gauche, le leader pense qu'il interrompt la figure. Il le quitte des yeux et porte son regard vers l'avant pour contrôler sa propre trajectoire. Il ressent alors le choc lié à l'abordage.

Après une inspection visuelle, les deux appareils se déroutent sur le terrain d'Orange.

### 1.1.3. Localisation

➤ Lieu :

⇒ pays : France,

⇒ département : Vaucluse (84),

⇒ commune : Plan de Dieu,

⇒ coordonnées géographiques :

▪ N 44°10,

▪ E 004°56,

⇒ hauteur au moment de l'abordage : 1500 pieds AGL<sup>8</sup>.

➤ Moment : jour.

➤ Aéroport le plus proche au moment de l'événement : Orange à 3 Nm<sup>9</sup> dans le 250° du lieu de l'événement.

---

<sup>8</sup> AGL : *Above ground level* (au-dessus du niveau du sol).

<sup>9</sup> Nm : *Nautical mile* (1 mile nautique ≈ 1852 m).

## 1.2. TUES ET BLESSES

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

## 1.3. DOMMAGES AUX AERONEFS

Les deux appareils sont endommagés.

## 1.4. RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL

### 1.4.1. Pilote en position de leader

- Age : 36 ans.
- Sexe : masculin.
- Unité d'affectation : Patrouille de France.
- Formation :
  - ⇒ qualification : pilote de chasse, chef de patrouille,
  - ⇒ école de spécialisation : EAC (École de l'aviation de chasse),
  - ⇒ année de sortie d'école : 1994.

## ➤ Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé	Dans les 30 derniers jours
	Sur tous types	Sur Alphajet	Sur Alphajet	Sur Alphajet
Total	2900 h	900 h	150 h	30 h

Le pilote est en deuxième saison au sein de la PAF. Il y totalise 730 heures de vol.

**1.4.2. Pilote en position d'équipier**

- Age : 34 ans.
- Sexe : masculin.
- Unité d'affectation : Patrouille de France.
- Formation :
  - ⇒ qualification : pilote de chasse, chef de patrouille,
  - ⇒ école de spécialisation : EAC,
  - ⇒ année de sortie d'école : 1993.
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé	Dans les 30 derniers jours
	Sur tous types	Sur Alphajet	Sur Alphajet	Sur Alphajet
Total	3000 h	800 h	90 h	20 h

Le pilote, en première saison à la PAF, y totalise 75 heures de vol.

L'année précédente, il était instructeur, sur Alphajet, à l'ETO<sup>10</sup> de Cazaux.

---

<sup>10</sup> ETO : École de transition opérationnelle.

### 1.4.3. Autres personnels

Au point central, sur le terrain de Plan de Dieu, se trouvait :

- le pilote remplaçant, pilote en 4<sup>ème</sup> saison, qui exerçait la fonction de directeur des vols,
- un personnel assurant le support vidéo de l'entraînement,
- une équipe SSIS<sup>11</sup> de la base aérienne d'Orange.

## 1.5. RENSEIGNEMENTS SUR LES AERONEFS

- Organisme : armée de l'air.
- Commandement opérationnel d'appartenance : CEAA.
- Base aérienne de stationnement : BA 701 de Salon de Provence.
- Unité d'affectation : EPAA<sup>12</sup> 20.300/PAF.
- Type d'aéronefs :
  - ⇒ Alphajet,
  - ⇒ configuration : avec POD fumigène.

### ➤ Maintenance

L'examen de la documentation technique montre qu'aucune panne ou anomalie, qui aurait intéressé plus spécifiquement les commandes de vol ou les moteurs de l'Alphajet E, n'a été signalée lors de vols précédents.

- Carburant (pour chacun des appareils)
  - ⇒ Type de carburant : F34,
  - ⇒ quantité de carburant au décollage : 1450 litres,
  - ⇒ quantité de carburant restant au moment de l'événement : 800 litres.

---

<sup>11</sup> SSIS : Section sécurité incendie et sauvetage.

<sup>12</sup> EPAA : École de pilotage de l'armée de l'air.

## 1.6. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions observées étaient conformes aux prévisions. Elles étaient favorables à la réalisation du vol d'entraînement.

## 1.7. TELECOMMUNICATIONS

Le directeur des vols, au point central, dispose :

- de trois liaisons radios avec la patrouille :
  - ⇒ une liaison permanente avec le leader, écoutée par tous les membres de la patrouille,
  - ⇒ une liaison avec les solos lorsqu'ils travaillent isolément du reste de la patrouille,
  - ⇒ une liaison secours en cas de perte de contact sur une des deux fréquences précédentes,
- d'une liaison radio avec l'approche d'Orange.

## 1.8. ENREGISTREURS DE BORD

Les Alphajet de la PAF ne sont équipés d'aucun enregistreur (FDR<sup>13</sup>, CVR<sup>14</sup>, MP3<sup>15</sup> ...) contrairement aux autres Alphajet en place dans le CEAA qui sont équipés d'enregistreur MP3.

---

<sup>13</sup> FDR : *Flight data recorder* (enregistreur de paramètres).

<sup>14</sup> CVR : *Cockpit voice recorder* (enregistreur de voix).

<sup>15</sup> MP3 : *Motion Pictures Expert Group level 3* (groupe ayant défini les standards de compression d'images animées). C'est un standard numérique de codage et de décodage du son. Par abus de langage le terme désigne aussi le lecteur enregistreur qui utilise ce système d'encodage.

## 1.9. OBSERVATIONS DES DEUX AERONEFS APRES L'ABORDAGE

### 1.9.1. Alphajet en position de leader

Les dégâts concernent uniquement le saumon de la dérive de l'aéronef. Il est brisé sur le coté gauche et un morceau est manquant.

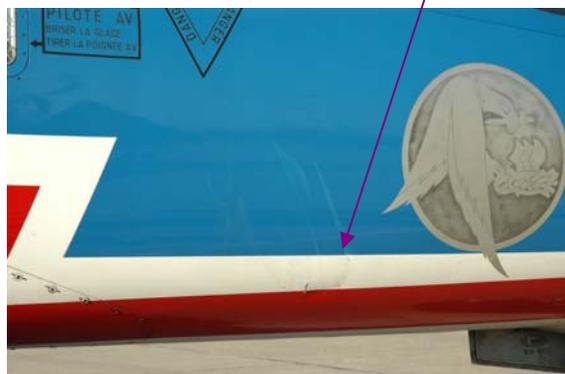
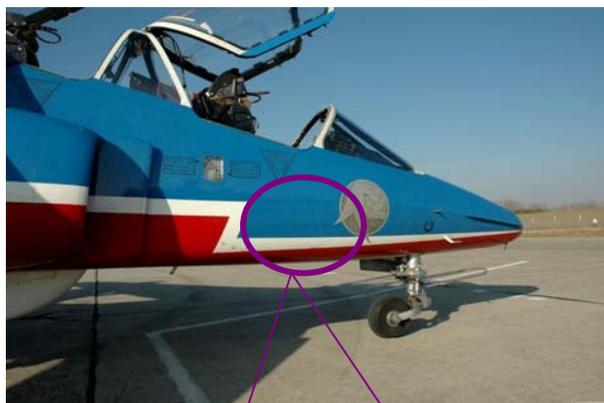


*Dégâts sur le saumon de la dérive de l'Alphajet L*

### 1.9.2. Alphajet en position d'équipier

Les dégâts ont été occasionnés sur le coté droit du fuselage :

- enfoncement et éraflure de la cellule au flanc droit au niveau du cadre 15,
- impacts :
  - ⇒ sur le bord d'attaque de la demi voilure droite près de l'emplanture,
  - ⇒ sur le bord d'attaque du plan fixe horizontal,
  - ⇒ ces deux impacts sont alignés dans le sens du vol<sup>16</sup>,
- pas d'impact, ni de dommage sur l'entrée d'air.



#### Enfoncement et éraflures sur le flanc droit de l'Alphajet E

---

<sup>16</sup> Très vraisemblablement ces impacts sont consécutifs à la perte d'un morceau du saumon de dérive sur l'autre aéronef.

## 2. ANALYSE

Les éléments disponibles, relevés météorologiques, constats sur les aéronefs et témoignages permettent d'écarter toute cause d'origine environnementale (météorologique, aviaire...) et technique.

De prime abord, seul un raté d'exécution du pilote intérieur gauche semble pouvoir être retenu. Après une analyse « technique » (en termes de pilotage) de la mise dos par l'intérieur gauche, des causes, en amont de cet incident, seront discutées.

### 2.1. MISE DOS – SORTIE – ABORDAGE

#### ➤ Mise dos

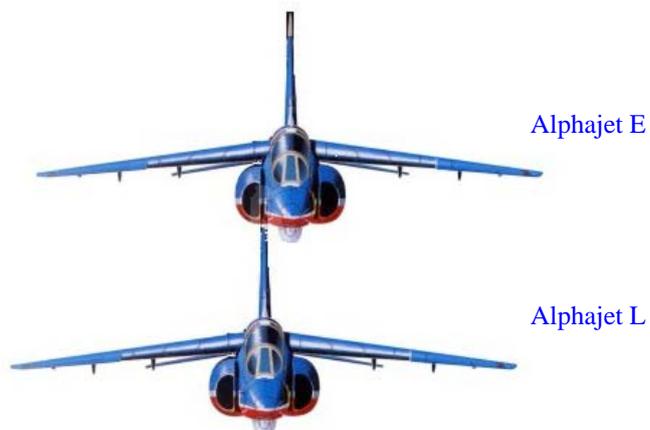
Après avoir pris les repères de colonne et après avoir été autorisé par le pilote en position de leader à réaliser la mise dos, l'équipier l'effectue par un mouvement de roulis à gauche.

Sur le dos, l'équipier constate que son avion recule par rapport au précédent. Il tente de corriger cet écart en augmentant la puissance des moteurs. Sa correction, vraisemblablement excessive, l'amène dans une position trop avant et trop proche de l'avion qui le précède, tout en le décalant latéralement sur le côté gauche. N'arrivant pas à stabiliser sa position, le pilote décide d'interrompre la figure.

#### ➤ Sortie – Abordage

Le pilote réduit la puissance des moteurs, sort les aérofreins et revient en vol ventre par rotation en roulis par la gauche. Lors de cette manœuvre son avion heurte celui du leader.

L'examen des traces sur les deux appareils permet d'estimer leur position relative au moment de l'abordage.



Position relative estimée des 2 appareils au moment de l'abordage (vue de face)



Position relative estimée des 2 appareils au moment de l'abordage (vue de profil)

## 2.2. CAUSES DE L'EVENEMENT

L'analyse des décisions et des actions successives de l'équipier permet de dégager différentes causes relatives à l'abordage.

➤ Mise dos

Les témoignages des deux pilotes concernés par l'abordage indiquent que la position sur le dos de l'avion de l'équipier n'est pas conforme à la position attendue.

**Un raté d'exécution, lié à une gestuelle non encore maîtrisée par le pilote en phase d'apprentissage, en est la cause.**

Toutefois, à ce stade de l'entraînement, cette imprécision de pilotage peut être considérée comme « normale ». D'ailleurs, il est vraisemblable que si l'équipier avait, sans délai, procédé à la « sortie secours » il n'y aurait pas eu d'abordage.

➤ Correction de la position dos

Conscient de sa position non-conforme sur le dos, l'équipier tente alors, sans succès, de la corriger. Les auditions menées auprès de plusieurs pilotes indiquent qu'à ce stade de sa progression il ne lui était pas exigé de corriger sa position sur le dos. Le pilote n'en avait cependant pas conscience, l'objectif à atteindre n'étant pas formellement défini.

**La définition non suffisamment formelle des objectifs à atteindre, pour cet entraînement spécifique à la mise dos, a conduit le pilote à entreprendre des actions en dehors de son champ d'expertise, de ce fait, il n'en appréhendait pas toutes les conséquences.**

- Non prise de conscience, lorsque l'avion est en vol dos, du caractère vital du contrôle du parallélisme du plan des ailes avec l'horizon

L'équipier, lorsque son avion est sur le dos, ne contrôle pas que le plan des ailes de son aéronef soit parallèle à l'horizon. Or ce paramètre est vital. D'une part, il conditionne la stabilité latérale de l'avion sur le dos, lui évitant de heurter un autre avion qui se trouverait à côté de lui lors de la réalisation de la figure « diamant dos » à huit appareils. D'autre part, il permet de garantir l'anti-abordage dans l'éventualité de la réalisation d'une « sortie secours », l'avion concerné s'éloignant des autres sans risque de convergence vers l'un ou l'autre. Les auditions menées auprès de plusieurs pilotes indiquent que ce paramètre, s'il est systématiquement présenté comme important, n'est pas décrit comme vital par certains pilotes, c'est-à-dire comme un élément devant être contrôlé en priorité.

**La non identification formelle, par un certain nombre de pilotes, du caractère vital que l'avion sur le dos ait le plan de ses ailes parallèle à l'horizon, a conduit l'équipier à reléguer ce contrôle au second plan et à privilégier la maîtrise de son retrait<sup>17</sup>.**

Toutefois, malgré son inclinaison en roulis, si le pilote avait effectué une « sortie secours », il n'y aurait vraisemblablement pas eu d'abordage<sup>18</sup>, aucun autre appareil ne se trouvant proche du sien à gauche comme à droite.

---

<sup>17</sup> Écart longitudinal entre les deux aéronefs.

<sup>18</sup> D'après le témoignage du leader, l'avion sur le dos est écarté à gauche et incliné du même côté. Il ne l'aurait donc probablement pas heurté, même si l'équipier avait maintenu cette inclinaison tout en dégageant sur le dos.

➤ Décision d'interrompre, dégagement

Bien que pouvant être jugée comme tardive<sup>19</sup>, la décision d'interrompre la figure était la bonne décision à ce stade de l'entraînement de l'équipier. Cependant, son plan d'action n'est pas conforme à cette décision : l'interruption aurait dû se faire en dégageant sur le dos (« sortie secours »).

Il apparaît cependant que si le pilote avait la connaissance théorique de la « sortie secours », elle ne lui avait jamais été démontrée et il ne l'avait jamais lui-même réalisée. Cette manœuvre qui aurait dû être étudiée lors du vol en doubles commandes ne l'avait pas été<sup>20</sup> et ce fait n'avait pas été porté à la connaissance des différents cadres de la hiérarchie (leader de la PAF et directeur des équipes de présentation). Or cette manœuvre est contraire à ce que tout pilote de chasse fait naturellement s'il détecte une anomalie (panne, illusions sensorielles...) alors qu'il est en vol dos : par réflexe, il revient en vol ventre.

Le jour de l'événement, devant l'urgence de la situation, le pilote a naturellement recouru en priorité à un schéma d'action qui lui était connu<sup>21</sup>, à savoir revenir en vol ventre.

---

<sup>19</sup> Plusieurs pilotes, dont les pilotes concernées, reconnaissent que l'équipier n'aurait pas dû se focaliser sur la correction de la position de son avion sur le dos et aurait dû dégager plus tôt en procédant à une « sortie secours » en raison de la proximité des deux aéronefs.

<sup>20</sup> D'après les témoignages des pilotes concernés par ce vol en doubles commandes, ils n'avaient pas eu le temps d'effectuer de « sortie secours », et ils n'avaient pas pris conscience de l'importance de l'avoir pratiquée, la seule connaissance théorique pouvant leur paraître suffisante.

<sup>21</sup> Pour résoudre un problème, un être humain va en priorité recourir à des heuristiques, c'est-à-dire des schémas d'action tout prêts, d'autant plus si par le passé ces schémas ont été « gagnants ».

**Le manque de formalisme de l'instruction et de son contrôle, pour l'apprentissage de la mise dos, d'une part laisse une liberté aux pilotes « instructeurs » sur les objectifs pédagogiques et les méthodologies d'apprentissage<sup>22</sup> et, d'autre part, ne permet pas au commandement de s'assurer de la réalisation et de l'atteinte de ces objectifs. De surcroît, le leader de la PAF ne peut pas avoir l'assurance, avant d'entreprendre les évolutions en patrouille constituée, que chacun des équipiers ait une expertise suffisante (connaissance théorique et pratique) relative à la « sortie secours ».**

---

<sup>22</sup> Pour l'apprentissage de la mise dos, certains anciens conseillent aux plus jeunes de se mettre dès le début de l'apprentissage à la place qui sera celle en définitive, d'autres leur recommandent de se mettre plus loin en définissant des repères particuliers, d'autres enfin laissent toute latitude aux plus jeunes en les laissant se positionner à leur convenance.

### 3. CONCLUSION

#### 3.1. ÉLÉMENTS ETABLIS UTILES A LA COMPREHENSION DE L'ÉVÉNEMENT

- L'abordage survient lors de l'entraînement à la mise dos, par paires, en préparation de la figure « diamant dos » à huit appareils.
- Les conditions météorologiques sont propices à la réalisation du vol d'entraînement de la PAF.
- Aucun dysfonctionnement n'affecte un des systèmes (commandes de vol, moteurs...) des deux appareils concernés.
- Le pilote en position de leader réalise sa seconde saison à la PAF.
- Le pilote en position d'équipier est dans sa première année à la PAF.
- Lors d'une mission précédente, réalisée en doubles commandes, la mise dos a été démontrée à l'équipier et il en a lui-même effectué plusieurs. En revanche, la « sortie secours » ne lui a pas été démontrée et il ne l'a pas non plus lui-même réalisée.
- Le leader de la patrouille pour ce vol en doubles commandes<sup>23</sup>, au cours duquel la « sortie secours » devait être étudiée, le directeur des équipes de voltige et le leader de la PAF n'avaient pas connaissance de la non réalisation en vol de la « sortie secours ».

---

<sup>23</sup> Pour ce vol particulier, le leader de la PAF, en position de « charognard » la saison précédente, occupe la place arrière de l'avion avec le nouveau pilote « charognard » de la saison.

### 3.2. CAUSES DE L'EVENEMENT

**Le manque d'expertise du pilote en position d'équipier** l'amène dans une position trop proche de l'avion qui le précède lors de la mise dos, en entraînement par paires, en préparation de la figure « diamant dos ».

**L'objectif à atteindre, à ce stade de la progression<sup>24</sup>, insuffisamment défini** conduit l'équipier à vouloir corriger, sans succès, sa position relative, ce qu'il n'arrive pas à réaliser compte tenu de sa faible expérience pour cet exercice spécifique. Prenant conscience de son manque de maîtrise et du risque lié à la proximité de l'autre aéronef, le pilote décide d'interrompre la figure.

**L'équipier n'ayant jamais réalisé la « sortie secours » propre à cette figure**, c'est-à-dire en s'écartant de l'autre aéronef tout en maintenant le vol dos, applique dans l'urgence ce qu'il connaît et maîtrise au travers de sa forte expérience sur avion de combat : il revient, par un mouvement de roulis, en vol ventre, tout en réduisant la puissance des moteurs et en sortant les aérofreins. Lors de cette rotation, il heurte la dérive de l'Alphajet qui le précède.

**Pour l'entraînement à la mise dos, le manque de formalisme de la méthodologie d'apprentissage et de contrôle des exercices réellement effectués** n'a pas permis à la chaîne hiérarchique de s'assurer, d'une part, de la standardisation de l'enseignement prodigué et, d'autre part, de la réalisation effective par chacun des pilotes de l'ensemble des exercices au programme et plus spécifiquement de la « sortie secours ».

---

<sup>24</sup> Selon plusieurs témoignages de pilotes plus anciens, à ce stade de la progression le pilote en formation ne doit pas chercher à corriger sa position en vol sur le dos. Si la position est incorrecte, il doit interrompre la figure.

## **4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE**

## **4.1. MESURES DE PREVENTION AYANT TRAIT DIRECTEMENT A L'EVENEMENT**

Le Bureau enquêtes accidents défense air appuie la nouvelle procédure mise en place pour l'apprentissage de la figure « diamant dos » (annexe 2 : *Apprentissage de la figure « diamant dos »*, page 32). Elle devra faire l'objet d'une future réflexion en vue d'une éventuelle adaptation suite à son application dans les saisons à venir.

Toutefois, les éléments mis en évidence par l'enquête technique doivent être, dans la mesure du possible et si cela est nécessaire, généralisés à l'ensemble des figures, normales et de secours, du programme de la PAF. En effet, bien que les pilotes affectés à la PAF aient une grande expérience aéronautique, il n'en reste pas moins qu'ils sont novices au regard du travail aérien très spécifique de la Patrouille de France. Les principes de base d'instruction (formaliser, standardiser, contrôler...) développés notamment dans les écoles de l'armée de l'air doivent donc leur être appliqués.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande à :

### **la direction de la PAF :**

- **de s'assurer de la standardisation pour l'apprentissage des différentes figures, notamment, dans la mesure du possible, en formalisant les objectifs, les principes de réalisation, les difficultés, etc.,**
- **de s'assurer de l'assimilation des « portes de sortie » aux plans théorique et pratique pour chacun des pilotes,**
- **de définir un entraînement minimum au maintien des compétences pour la réalisation des procédures de secours.**

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

Bien que lors de l'abordage du 25 janvier entre deux avions de la PAF les éléments disponibles étaient suffisants à la détermination des causes, d'autres événements ne peuvent être totalement expliqués en l'absence d'enregistreurs de paramètres et d'enregistreurs de conversations.

Conscient de l'impact financier et des difficultés techniques pour équiper un aéronef d'un enregistreur de paramètres le Bureau enquêtes accidents défense air ne peut que sensibiliser les industriels sur l'équipement systématique des appareils futurs.

En revanche, l'armée de l'air, puis la Direction de la défense et de la sécurité civiles, ont équipé, à faible coût et sans difficulté technique particulière, certains aéronefs d'enregistreurs MP3.

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

**la généralisation de cette mesure à l'ensemble des aéronefs non équipés d'un système d'enregistrement phonique, indépendamment de leur équipement ou non d'un enregistreur de paramètres.**

## **ANNEXES**

Annexe 1 : Figure « diamant dos » \_\_\_\_\_page 28

Annexe 2 : Apprentissage de la figure « diamant dos » \_\_\_\_\_page 32

## 1. FIGURE « DIAMANT DOS »

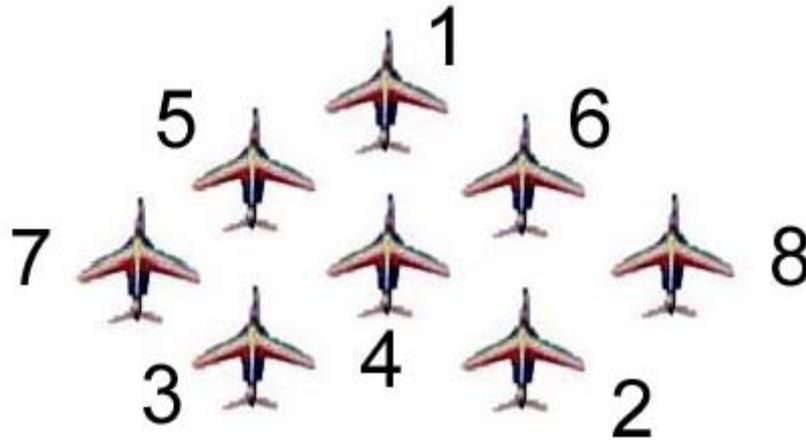
### 1.1. PRESENTATION DE LA FIGURE « DIAMANT DOS »

Dans la figure « diamant dos », tous les équipiers sont en vol inversé, seul le leader reste en vol ventre.



*Figure « diamant dos »*

Les places des équipiers, pour cette figure, sont présentées ci-dessous.



LEADER  
ATHOS 1

EXTERIEUR GAUCHE  
ATHOS 5

EXTERIEUR DROIT  
ATHOS 6

LEADER SOLO  
ATHOS 7

CHAROIGNARD  
ATHOS 4

SECOND SOLO  
ATHOS 8

INTERIEUR GAUCHE  
ATHOS 3

INTERIEUR DROIT  
ATHOS 2

Places des équipiers dans la figure « diamant dos »

## 1.2. APPRENTISSAGE DE LA FIGURE « DIAMANT DOS »

### *Procédure appliquée avant l'événement du 25 janvier 2006*

La figure « diamant dos » est identifiée par la PAF comme une figure difficile à réaliser. La mise dos de chacun des avions, ainsi que le retour ventre, est réalisé par un geste technique devant être grandement mécanisé<sup>25</sup>. L'apprentissage de cette figure revêt un caractère exceptionnel dans les moyens employés, c'est la seule figure pour laquelle un vol en doubles commandes est programmé, et dans la progressivité imposée, apprentissage en doubles commandes, puis en avion isolé, puis par paires avant de poursuivre sur la réalisation à huit. Enfin, à partir de la position dos, une porte de « sortie secours<sup>26</sup> » a été identifiée, le pilote doit s'écarter de la patrouille en maintenant initialement son avion en vol dos pour ne pas risquer d'interférer avec les autres avions.

#### ➤ Vol en doubles commandes

Ce vol est au profit du Charognard, de l'intérieur gauche et de l'intérieur droit, qui sont les trois nouveaux pilotes à la PAF.

Chacun est en place avant de son aéronef, les places arrières étant tenues par les pilotes qui occupaient leur place la saison précédente et qui, pour cette nouvelle saison, sont, respectivement, le leader, l'extérieur droit et l'extérieur gauche.

Pour ce vol, les avions travaillent par paires, dans une patrouille constituée de six avions en formation « grand relax ». Le pilote en place arrière doit démontrer puis faire réaliser la mise dos et le retour en vol ventre en prenant l'avion qui le précède en référence.

Ce vol est également mis à profit pour montrer et faire réaliser la « sortie secours ».

#### ➤ Vols en « avion isolé »

Les pilotes poursuivent leur entraînement, pour mécaniser leur gestuelle, en « avion isolé<sup>27</sup> ».

---

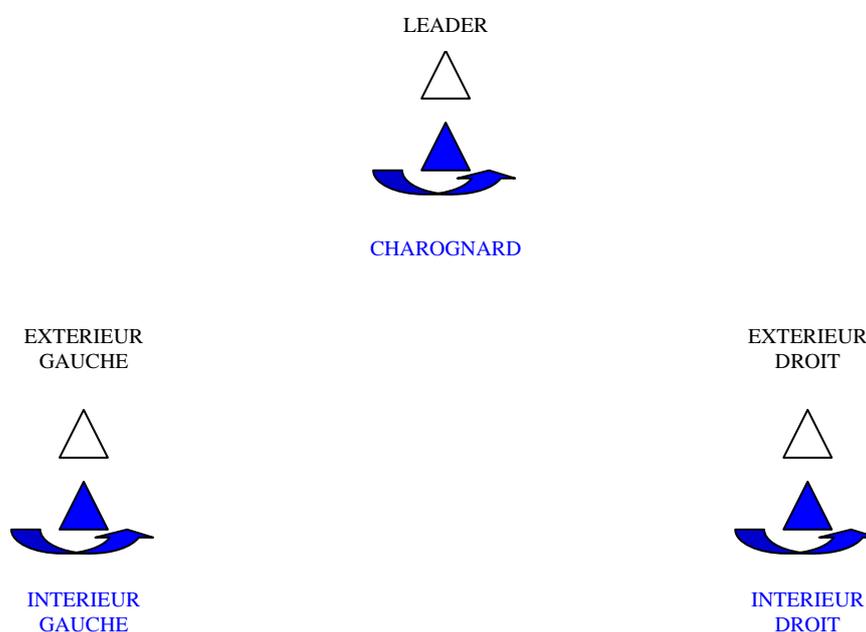
<sup>25</sup> La mise dos s'effectue par une action franche et rapide sur les commandes de vol.

<sup>26</sup> Si, en vol dos, le pilote constate qu'il n'est pas dans une position conforme à celle attendue, il ne doit pas interrompre la figure en revenant en vol ventre mais il doit, sans délai, se dissocier de la patrouille pour ne pas risquer d'aborder un autre appareil.

<sup>27</sup> En fait, la patrouille est en formation « grand relax » pour que chaque pilote puisse se mécaniser à la mise dos et au retour en vol ventre sans gêner et sans être gêné par les autres équipiers.

➤ Vols par paires

Lors de chaque vol, les périodes réservées à l'entraînement des solos sont mises à profit par les autres membres de la patrouille pour travailler les figures qui seront réalisées à six et également pour poursuivre l'entraînement en vue de la réalisation de la figure « diamant dos » à huit appareils. Dans cet objectif, lorsque le geste pour la mise dos est suffisamment mécanisé, les pilotes sont autorisés à travailler par paires. La patrouille des six avions se met en formation « grand relax », chacun des binômes étant autonomes pour le travail particulier de mise dos et retour ventre du charognard et des deux intérieurs.



Travail par paires du charognard et des deux intérieurs pour la mise dos  
en formation « grand relax »

➤ Vols en formation à huit appareils

L'exercice étant maîtrisé lors du travail par paires, l'apprentissage se poursuit en formation à huit appareils.

## **2. APPRENTISSAGE DE LA FIGURE « DIAMANT DOS »**

Faisant suite aux premiers résultats des investigations du groupe d'enquête technique, présentés dans les 48 heures qui ont suivies l'événement, le directeur des équipes de présentation a établi, dans les jours suivants, une modification au programme d'entraînement à la figure « diamant dos » en spécifiant, notamment, les objectifs à atteindre dans chaque sous phase.

Ce nouveau programme de formation est présenté ci-après.

### **2.1. ÉTUDE DE LA MISE DOS COLONNE INDIVIDUELLE**

#### **2.1.1. Objectif**

À partir d'une position colonne, apprendre à un équipier à se placer en vol dos derrière un autre équipier qui lui sert de référence, maintenir ce vol dos, savoir corriger sa position et en sortir, pour revenir en vol ventre, en toute sécurité. Étudier, s'entraîner et savoir appliquer la procédure de sortie secours.

#### **2.1.2. Justification**

Dans le but de standardiser l'apprentissage de la mise dos colonne, cette étude basique a été fractionnée en différentes étapes, gage de méthode et de progressivité. C'est une première phase incontournable de la mise au point du diamant dos à huit (sept Alphajet sur le dos).

Tout d'abord, il reste évident que cette figure est techniquement difficile. Elle ne présente, cependant, aucun caractère insurmontable si l'on applique strictement les différentes étapes décrites dans ce chapitre. C'est pourquoi, ce travail de mises dos individuelles, jusqu'au diamant dos à huit, nécessite une longue et très méthodique période d'entraînement.

## 2.2. CONDUITE DE L'APPRENTISSAGE

### 2.2.1. 1<sup>ère</sup> phase : première mission en doubles commandes par groupes de deux avions

À l'issu d'un briefing détaillé concernant la technique du vol dos en colonne et de sa procédure de sortie secours, les équipiers 2, 3 et 4 effectueront un vol en place avant et en doubles commandes avec, en place arrière, les équipiers qui occupaient leur position l'année précédente ou celle d'avant. L'avion référence, leader de chaque groupe de deux, sera piloté par un équipier ou un ancien équipier de la Patrouille.

Le but de ce vol est de :

- visualiser les repères de colonne ventre par les équipiers numéros 2, 3 et 4. Insister sur l'absolue nécessité d'être stable, avec une VR<sup>28</sup> nulle, avant de débiter chaque mise dos,
- ne pas appréhender le passage dans le souffle. Le pilote en place arrière aura, au tout début de la mission, démontré la pilotabilité de l'Alphajet dans le souffle,
- démontrer, faire exécuter et corriger, si besoin, le geste technique de la mise dos au manche sans aborder celui de la gestion des gaz. Dès que la mise dos est faite, ailes horizontales, stabilisée en étagement et latéralement, ne pas chercher à la maintenir plus de deux à trois secondes,
- visualiser sa position sur le dos, par rapport à l'horizon, en insistant sur l'importance première du maintien des ailes horizontales pendant tout le vol dos,
- faire remarquer et visualiser que le fait de ne pas toucher aux gaz pendant cette phase fait systématiquement reculer et donc prendre du retrait par rapport à l'avion de référence,
- démontrer, faire exécuter et corriger, si besoin, le geste technique de la sortie dos normale.

Enfin une démonstration de la sortie dos secours sera effectuée.

---

<sup>28</sup> *Ndlr* VR : Vitesse relative

SÉCURITÉ : pour la mise en confiance des équipiers à l'instruction, insister sur le fait que, dans cette première phase d'apprentissage, l'anti-abordage entre les deux avions est assuré et garanti si les trois conditions suivantes sont respectées :

- les repères de colonne sont pris avant la mise dos,
- la VR est nulle au moment de la mise dos,
- on ne touche pas à la manette des gaz lors de la mise dos, pendant le vol dos et lors de la sortie.

*Il est certain qu'un seul vol en doubles commandes est insuffisant pour acquérir la maîtrise du geste technique de la mise dos. Ce n'est d'ailleurs pas son but. Seuls le temps et la pratique le permettront. En revanche, le pilote « instructeur » devra s'assurer que les principes de base de sécurité ont été compris pour débiter les mises dos solo. Ne pas hésiter, dans le cas contraire, à doubler la mission.*

#### **2.2.2. 2<sup>ème</sup> phase : entraînement à la mise dos isolée**

À l'issue du vol en doubles commandes, des mises dos « cabine » seront exécutées sur les trajets, en début et/ou en fin d'entraînement. Celles-ci seront effectuées sans avions devant (type baquet), les équipiers 2, 3 et 4 restant à leur place dans la patrouille, en formation « grand relax ».

Le but est de pouvoir visualiser l'attitude de l'avion sur le dos et la position de l'horizon par rapport à la « casquette ». Enfin, et sans doute élément le plus important, acquérir le réflexe qui consiste à vérifier, dès l'arrivée en vol dos, que l'on a les ailes horizontales et, dans le cas contraire, savoir corriger pour s'y mettre au plus vite.

Cette phase est plus ou moins longue et sa durée reste à définir par le leader de la patrouille en fonction de la rapidité de la progression. Il propose alors aux pilotes concernés de passer à la phase suivante, s'ils se sentent prêts.

### **2.2.3. 3<sup>ème</sup> phase : entraînement à la mise dos par paires sans gestion des gaz**

À partir du diamant dos « grand relax » par paires, les équipiers 2, 3 et 4 travaillent la mise dos telle qu'ils l'ont pratiquée lors de la phase 1, en doubles commandes.

L'objectif est d'acquérir les gestes techniques au manche pour la mise et la sortie dos. La gestion des gaz n'est toujours pas envisagée pour cette phase. Dès lors que la position vol dos est stabilisée, il est inutile de chercher à la maintenir plus de deux à trois secondes puisque l'on recule de manière normale et naturelle.

Les principes de sécurité de la phase 1 restent applicables. La sortie secours n'est, en principe, d'aucune utilité pour cette phase.

Dès que le leader de la patrouille juge que ses équipiers ont acquis les automatismes et les gestes techniques de la mise et de la sortie dos, il leur propose de passer à la phase 4, s'ils se sentent prêts.

### **2.2.4. 4<sup>ème</sup> phase : seconde mission en doubles commandes par groupes de deux avions**

Un second vol de mises dos en doubles commandes est effectué sur le même principe que celui de la phase 1.

Lors de ce vol, sera abordée la technique de la gestion des gaz. Après avoir démontré l'exercice, le pilote ancien, en place arrière, fera exécuter plusieurs mises dos au pilote en place avant en s'assurant que ce dernier parvient à contrôler, sur le dos, la vitesse relative entre les deux avions, détecter et analyser les mouvements relatifs et les corriger.

Une démonstration de la sortie secours sera effectuée par le pilote en place arrière. Le pilote en place avant en effectuera, ensuite, au moins une.

**SÉCURITÉ** : insister sur le fait que l'introduction de la gestion des gaz ainsi que l'action sur ceux-ci nécessite une parfaite connaissance et une parfaite maîtrise de la procédure « sortie dos secours ». En effet, si l'application de cette procédure n'était pas utile pendant les phases 1, 2 et 3, elle doit être exécutée à partir de maintenant et en dehors de toute autre, dès lors que la mise dos est instable, désaxée ou quand son issue est incertaine.

Rappeler que la sortie secours est toujours précédée d'une mise horizontale des ailes de l'avion et que le vol dos est limité à 20 secondes. Insister sur l'importance des annonces radio à faire lors de l'application de cette procédure.

#### **2.2.5. 5<sup>ème</sup> phase : entraînement à la mise dos par paires avec gestion des gaz**

À partir du diamant dos « grand relax » par paires, les équipiers 2, 3 et 4 travaillent la mise dos telle qu'ils l'ont pratiquée lors de la phase 4, en doubles commandes.

L'objectif est d'acquérir les gestes techniques au manche et aux gaz pour la mise et la sortie dos. Dès lors que la position vol dos est stabilisée, l'objectif est de la maintenir une dizaine de secondes.

Dans un premier temps, les mises et sorties dos sont effectuées sans « top » du leader principalement pendant les trajets aller et retour des missions d'entraînement. L'avion de référence, leader de chaque paire, reste toujours sur le ventre.

Dans un second temps, les mises dos sont effectuées au top du leader lors de passages devant la caméra.

Les principes de sécurité de la phase 4 restent applicables. La sortie secours sera régulièrement pratiquée à titre d'exercice sur ordre ou après accord du leader de la patrouille. Celui-ci doit, en effet, coordonner cette procédure entre les équipiers quand celle-ci est pratiquée pour exercice.

Cette dernière étape sert à finaliser :

- la maîtrise du passage sur le dos,
- la visualisation en transparence de l'avion de référence tout en ayant le référentiel de l'horizon et la gestion des gaz,
- la prise de décision ainsi que l'exécution correcte de la sortie secours.

Dès que le leader de la patrouille juge que ses équipiers ont acquis les automatismes et les gestes techniques de la mise et de la sortie dos, il leur propose de passer à la phase d'apprentissage du diamant dos en lui même, s'ils se sentent prêts.

#### **2.2.6. 6<sup>ème</sup> phase : l'étude du diamant dos**

Cette 6<sup>ème</sup>, et dernière phase, consiste à exécuter un diamant dos en trois étapes.

L'objectif de la première étape, en formation diamant dos grand relax, est de travailler la mise dos telle qu'elle a été étudiée précédemment, toujours sur un avion de référence mais qui, cette fois, se trouve également sur le dos.

Pour les étapes suivantes, sur le même principe et de manière progressive, il sera possible de passer du diamant dos grand relax, au diamant dos moyen relax puis au diamant dos petit relax pour finir, enfin, au diamant dos.

**Page intentionnellement blanche**