

# *Bureau enquêtes accidents Défense*

## **RAPPORT PUBLIC D'ENQUETE TECHNIQUE**

**BEAD-A-2004-008-A**



<b>Date de l'événement :</b>	<b>23 mars 2004</b>
<b>Lieu de l'événement :</b>	<b>Asnières-sur-Nouère Charente (16)</b>
<b>Appareil :</b>	
– Type :	<b>TB 30 Epsilon</b>
– Immatriculation :	<b>F-SEUV (n° 23)</b>
<b>Organisme :</b>	<b>Armée de l'Air</b>
<b>Unité :</b>	
(équipped)	<b>EPAA – 4<sup>ème</sup> EIV</b>
(aéronef)	<b>ESTS 15.315</b>

## **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>	<b>2</b>
<i>Table des matières</i>	<b>3</b>
<i>Glossaire</i>	<b>5</b>
<i>Synopsis</i>	<b>7</b>
<b>1. Renseignements de base</b>	<b>10</b>
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	11
1.1.2.3. Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol	15
1.1.3. Localisation	16
1.2. Tués et blessés	16
1.3. Dommages à l'aéronef	16
1.4. Autres dommages	16
1.5. Renseignements sur le personnel	17
1.5.1. Commandant de bord	17
1.5.2. Élève pilote	18
1.6. Renseignements sur l'aéronef	19
1.6.1. Maintenance	19
1.6.2. Performances	20
1.6.3. Carburant	20
1.7. Conditions météorologiques	20
1.7.1. Observations	20
1.8. Aides à la navigation	20
1.9. Télécommunications	21
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	21
1.11. Enregistreurs de bord	21
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	22
1.12.1. Examen de la zone	22
1.12.2. Examen du point d'impact et de l'épave	24
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	27
1.13.1. Commandant de bord	27
1.13.2. Élève pilote	27
1.14. Incendie	27
1.15. Survie des occupants	28
1.15.1. Abandon de bord	28
1.15.1.1. Évacuation en vol	28
1.15.1.2. Évacuation au sol	28
1.15.2. Organisation des secours	28
1.16. Essais et recherches	28
1.17. Renseignements sur les organismes	29
1.18. Renseignements supplémentaires	29
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	29
1.19.1. Travaux sur l'épave	29
<b>2. Analyse</b>	<b>31</b>
2.1. Analyse des faits et éléments recueillis par le groupe d'enquête	32
2.1.1. Circonstances de l'accident	32
2.1.1.1. Témoignages	33
2.1.1.2. Éléments Chronologiques	36
2.2. Analyse des causes possibles de l'accident	37

2.2.1. Causes environnementales	37
2.2.1.1. Conditions météorologiques	37
2.2.1.2. Collision aviaire	38
2.2.2. Causes techniques	40
2.2.2.1. Dysfonctionnement GMP	40
2.2.2.2. Incendie dans le cockpit	44
2.2.2.3. Dysfonctionnement des commandes de vol	45
2.2.3. Causes humaines	46
2.2.3.1. Intoxication de l'équipage	46
2.2.3.2. Erreurs dans la conduite du moteur liée à l'IHM	47
2.2.3.3. Indiscipline	49
2.2.3.4. Raison possible de la mise en virage	51
2.2.3.5. Causes possibles pour la situation de proximité du sol	51
2.2.3.6. Mécanismes possibles de la perte de contrôle finale	53
2.2.3.7. Perte de contrôle : altération de la synergie de l'équipage	53
2.3. Arbre des causes possibles de l'accident	55
<b>3. Conclusion</b>	<b>56</b>
3.1. Éléments utiles à la compréhension de l'événement	56
3.2. Causes possibles de l'événement	57
3.2.1. Causes environnementales	57
3.2.2. Causes techniques	57
3.2.3. Causes humaines	57
<b>4. Recommandations de sécurité</b>	<b>59</b>
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	59
4.1.1. Altération de la synergie de l'équipage.	59
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	60
4.2.1. Difficultés concernant l'établissement de la situation air	60
4.2.2. Déclenchement de l'alerte	61
4.2.3. Enregistreur de paramètres	61
4.2.4. Système OTARIS	62
<b>ANNEXES</b>	<b>64</b>
<b>1. Programme de la mission pilotage accoutumance 3</b>	<b>65</b>
<b>2. Transcription des communications radio</b>	<b>66</b>
2.1. Fréquence commune approche (VHF – 142,45)	66
2.2. Fréquence tour (UHF– 279,225)	67
<b>3. Mécanisme de l'erreur de représentation</b>	<b>68</b>
3.1. Confusion sur la situation aérienne	68
3.2. Motivation pour la mise en virage	70
<b>4. Listes de contrôle Epsilon – MCE 122</b>	<b>72</b>
<b>5. Rapport d'investigation 42 - DAI - 04 du 23 juin 2004</b>	<b>73</b>

**GLOSSAIRE**

ACMC	Atterrissage en configuration moteur coupé
BA	Base aérienne
BEA Défense	Bureau enquête accidents défense
BEA	Bureau d'enquête et d'analyse pour la sécurité de l'aviation civile
BGA	Brigade de gendarmerie de l'air
CAM	Circulation aérienne militaire
CEAA	Commandement des écoles de l'armée de l'air
CEAT	Centre d'essais aéronautique de Toulouse
CEMAA	Chef d'état-major de l'armée de l'air
CEMPN	Centre d'expertises médicales du personnel navigant
CEPr	Centre d'essais des propulseurs
CEV	Centre d'essais en vol
CLA	Contrôle local d'aérodrome
CPSA	Conseil permanent de la sécurité aérienne
CPUT	Consignes permanentes d'utilisation du terrain
<i>CRM</i>	<i>Cockpit Resources Management</i> (gestion des ressources du cockpit)
DGA	Délégation générale pour l'armement
DV	Directeur des vols
EIV	Escadron d'instruction en vol
EMAA	État major de l'armée de l'air
EOPN	Élève officier personnel navigant
EOPAN	Élève officier pilote de l'aéronautique navale
EPAA	École de pilotage de l'armée de l'air
EPI	Enquêteur de première information
ESTS	Escadron de soutien technique spécialisé
<i>FL</i>	<i>Flight level</i> (niveau de vol)
<i>Ft</i>	<i>Feet</i> (pied, 1 pied = 0,30 mètre)
GMP	Groupe motopropulseur
GV	Grande visite
hPa	Hectopascal
<i>IFF</i>	<i>Identify friend or foe</i> (système d'identification radar ami ou ennemi)

IHM	Interface Homme Machine
IMC	<i>Instrumental meteorological condition</i> (conditions météorologiques de vol aux instruments)
IRCGN	Institut de recherche criminelle de la gendarmerie nationale
kt	<i>Knot</i> (nœud, 1 kt = 1,852 km/h)
NEDEX	Neutralisation des Engins Détonique et Explosifs
Nm	<i>Nautical mile</i> (mile nautique, 1Nm = 1852 mètres)
OPJ	Officier de police judiciaire
QNH	Calage altimétrique requis pour lire, une fois au sol, l'altitude de l'aérodrome
RCC	<i>Rescue coordination center</i> (centre de coordination des recherches)
SAR	<i>Search and rescue</i> (recherche et sauvetage)
SCP	Sous chef de patrouille
S/CTR	Zone de contrôle spécialisée autour d'un aérodrome
SPAé	Service des programmes aéronautiques
SSIS	Section sécurité incendie et sauvetage
SDIS	Service départemental d'incendie et de secours
TAF	<i>Terminal aerodrome forecast</i> (message météorologique de prévision d'aérodrome)
VIM	Visite intermédiaire moteur
VMC	Conditions météorologiques de vol à vue

## **SYNOPSIS**

- Date de l'événement : mardi 23 mars 2004 à 10h53<sup>1</sup>.
- Lieu de l'événement : - commune d'Asnières-sur-Nouère (Charente),  
- lieu dit « l'Houme ».
- Organisme : armée de l'air.
- Commandement organique : CEAA<sup>2</sup>.
- Aéronef : Epsilon TB 30 – F-SEUV - n° 23.
- Nature du vol : entraînement pilotage accoutumance n°3 (PA3).
- Nombre de personnes à bord : deux.

### **Résumé de l'événement**

A la fin d'une mission d'instruction élémentaire, dite de « pilotage accoutumance », et après environ une heure de vol, l'appareil effectue le transit retour vers le terrain de Cognac depuis un axe de travail situé dans le nord-est de la base, à une hauteur d'environ 900 ft. Vers 10h53, alors qu'il approche de la commune de Hiersac, point d'entrée de la S/CTR, l'aéronef est aperçu en virage à très faible hauteur par plusieurs témoins puis, quelques secondes plus tard, s'écrase dans un champ. Les deux occupants, le moniteur et son élève, sont tués dans l'accident.

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

- Un officier enquêteur du bureau enquêtes accidents défense (BEA Défense), nommé enquêteur désigné,
- deux enquêteurs du BEA Défense, adjoints, pour les domaines « facteurs humains » et « reconstitution de la trajectoire »,
- un sous-officier du BEA Défense, adjoint soutien,
- un enquêteur de première information (EPI),
- un officier pilote,
- un officier mécanicien,
- deux sous-officiers spécialistes cellule,

---

<sup>1</sup> Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale (UTC+1).

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

- un sous-officier spécialiste moteur,
- un médecin du personnel navigant,
- un officier parachutiste d'essai,
- un contrôleur aérien.

### **Expertises demandées**

- CEPr<sup>3</sup> pour l'expertise du GMP<sup>4</sup>,
- BEA<sup>5</sup> : participation de deux experts en étude d'épaves,
- CEAT<sup>6</sup> : trois experts en analyse sur structures,
- IRCGN<sup>7</sup> : un expert en analyse spectrale d'enregistrement de signaux sonores,
- EADS/SOCATA : participation d'un responsable du service clientèle.

### **Enquête judiciaire**

- Le parquet d'Angoulême a ouvert une information judiciaire puis s'est dessaisi du dossier au profit de la chambre spécialisée aux affaires militaires du parquet de Bordeaux.
- Un officier de police judiciaire de la section judiciaire de la gendarmerie de l'air a été commis.

---

<sup>3</sup> CEPr : centre d'essai des propulseurs.

<sup>4</sup> GMP : groupe motopropulseur.

<sup>5</sup> BEA : bureau d'enquête et d'analyse pour la sécurité de l'aviation civile.

<sup>6</sup> CEAT : centre d'essais aéronautique de toulouse.

<sup>7</sup> IRCGN : institut de recherche criminelle de la gendarmerie nationale.

## Organisation de l'enquête

Le BEA Défense est informé de l'accident par téléphone vers 11h20 puis reçoit le message DETRESFA<sup>8</sup> du RCC<sup>9</sup> de Mont de Marsan à 11h35.

Le message d'avis d'accident aérien est reçu par le BEA Défense à 12h00 et celui de notification formelle à 13h20.

À partir de 13h00, une réunion avec le personnel d'alerte et d'astreinte se tient dans les locaux du BEA Défense. À l'issue, l'enquêteur d'alerte, qui est désigné pour cet accident, accompagné d'un adjoint soutien, rejoint par VAM<sup>10</sup> la base aérienne de Cognac, base de soutien pour cette enquête. Ils arrivent sur place vers 17h00.

---

<sup>8</sup> DETRESFA : phase et procédure correspondant à la situation de détresse d'un aéronef dans le cadre de réactions planifiées d'alerte et d'assistance déclenchées par les organismes de contrôle.

<sup>9</sup> RCC : *rescue coordination center* (centre de coordination des recherches).

<sup>10</sup> VAM : voie aérienne militaire.

# 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

## 1.1. DEROULEMENT DU VOL

### 1.1.1. Mission

<b>Indicatif mission</b>	<b>MOLOCH 42</b>
<b>Type de vol</b>	<b>CAM<sup>11</sup> V</b>
<b>Type de mission</b>	<b>Pilotage accoutumance n°3 (PA3)</b>
<b>Dernier point de départ</b>	<b>BA 709 COGNAC</b>
<b>Heure de départ</b>	<b>09h56</b>
<b>Point d'atterrissage prévu</b>	<b>BA 709 COGNAC</b>

### 1.1.2. Déroulement

#### 1.1.2.1. Préparation du vol

Le *briefing* du vol s'est déroulé dans une salle du 4<sup>ème</sup> EIV<sup>12</sup> prévue à cet effet. Outre le vol d'instruction de « pilotage accoutumance » n° 3 au profit d'un élève<sup>13</sup>, le moniteur (indicatif MOLOCH 42) exerçait, pendant sa mission, la fonction d'assistant solo<sup>14</sup> au profit de deux autres élèves pilotes (indicatifs MOLOCH 341 et 345). Deux *briefings* ont donc été effectués, le premier vers 08h30 avec les deux pilotes qui réalisaient une mission solo, le deuxième vers 08h50 avec l'EOPAN<sup>15</sup>, élève pour cette mission PA3.

<sup>11</sup> CAM : circulation aérienne militaire, V : règles de vol à vue.

<sup>12</sup> EIV : escadron d'instruction en vol.

<sup>13</sup> Le programme prévu pour cette mission est décrit en annexe 1, Programme de la mission pilotage accoutumance 3, en page 65.

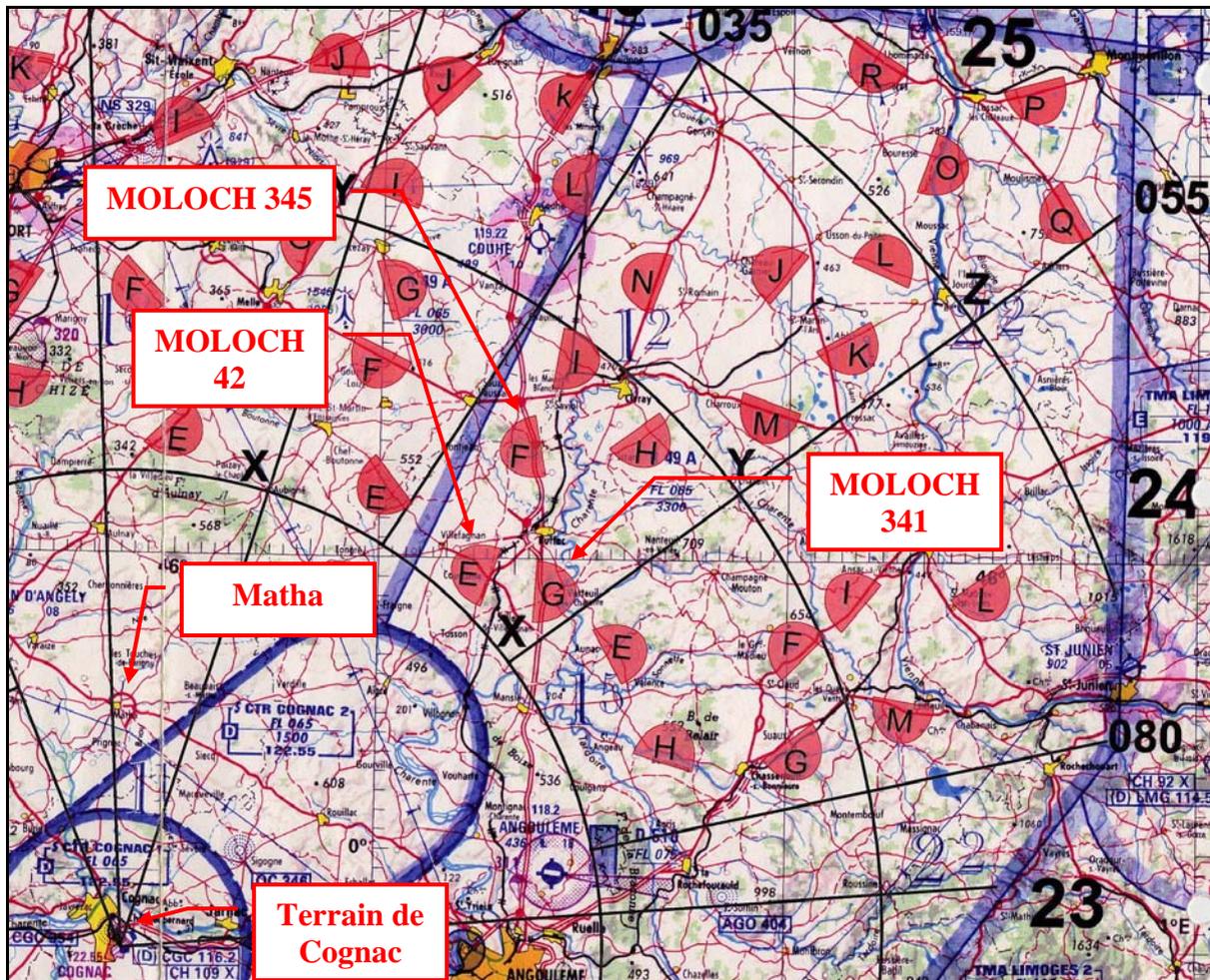
<sup>14</sup> L'assistant solo est un moniteur confirmé (sous-chef moniteur minimum) assurant la permanence radio afin d'aider les élèves pilotes en solo confrontés à une éventuelle situation dégradée et, le cas échéant, pouvant rassembler l'appareil en difficulté (CPSV/CEAA ordre 3A, feuillet 5).

<sup>15</sup> EOPAN : élève officier pilote de l'aéronautique navale.

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

À 09h56min10s, MOLOCH 42, décolle le premier. Après le décollage, le moniteur délivre des instructions aux deux solos concernant les actions sur les commandes de vol pour contrer l'effet du vent de travers.

MOLOCH 345 et MOLOCH 341, les deux solos, décollent respectivement à 09h57min57s et 09h58min53s. Ils se dirigent vers le point de sortie de zone nord (Matha) où MOLOCH 42 effectue un hippodrome d'attente aux environs de 500 pieds/sol pour se placer juste derrière eux avant le transit vers les axes de travail. Celui attribué à MOLOCH 42 est le 25E tandis que MOLOCH 345 et 341 doivent évoluer respectivement sur les axes 25F et 25G, voisins de celui du moniteur.



*Attribution et position géographique des axes de travail*

Ces axes se situent dans le nord-est du terrain de Cognac à environ 30 Nm.

MOLOCH 345 et 341 débutent leur travail sur axe, et l'annoncent sur la fréquence du surveillant des vols de l'EPAA<sup>16</sup> respectivement à 10h13min10s et 10h13min56s. MOLOCH 42 signale le début des exercices sur 25E sur cette même fréquence à 10h15min56s.

Quelques instants après l'arrivée sur le secteur, le moniteur demande à MOLOCH 345 s'il a débuté le travail. Après la réponse, positive, aucune autre émission radio provenant de l'un des trois appareils n'est relevée sur les fréquences du contrôle jusqu'à la libération des axes environ 30 minutes plus tard.

MOLOCH 341 est le premier solo à annoncer la fin de travail à 10h44min00s sur la fréquence de l'approche<sup>17</sup> (surveillance du secteur Est) suivi par MOLOCH 345 trente cinq secondes plus tard. MOLOCH 42 termine son travail et l'annonce à 10h46min12s sur la même fréquence. Les trois appareils obtiennent les paramètres pour le retour au terrain et contactent ensuite la fréquence du surveillant des vols pour annoncer également la fin de travail.

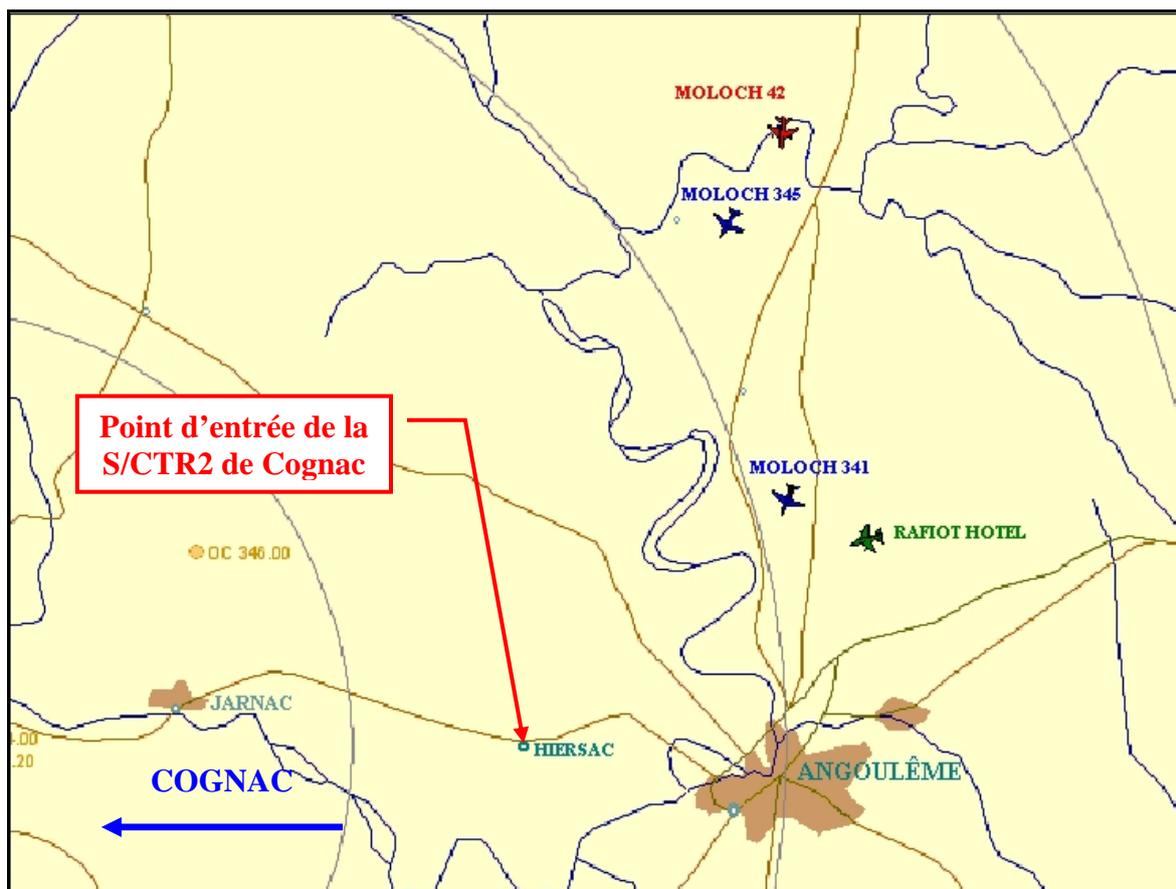
Les avions se dirigent vers Hiersac, premier point de contrôle Est pour rejoindre la S/CTR2<sup>18</sup>, en descente vers l'altitude prévue pour ce transit retour (2000 pieds QNH). L'ordre des aéronefs, après le départ des axes, confirmé par les éléments de l'enregistrement radar, est le suivant : MOLOCH 341 suivi de MOLOCH 345 puis de MOLOCH 42. Une patrouille de deux appareils, RAFIOT HOTEL, quitte un secteur voisin, 24X, au même moment. La situation vers 10h50 est présentée page suivante.

---

<sup>16</sup> EPAA : école de pilotage de l'armée de l'air.

<sup>17</sup> Voir annexe 1, **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, en page **Erreur ! Signet non défini.**

<sup>18</sup> S/CTR2 : zone de contrôle spécialisée autour d'un aérodrome.



*Situation des appareils vers 10h50* <sup>19</sup>

Nota : compte tenu de la proximité des deux appareils, la patrouille RAFIOT HOTEL est représentée par un seul symbole d'aéronef de couleur verte.

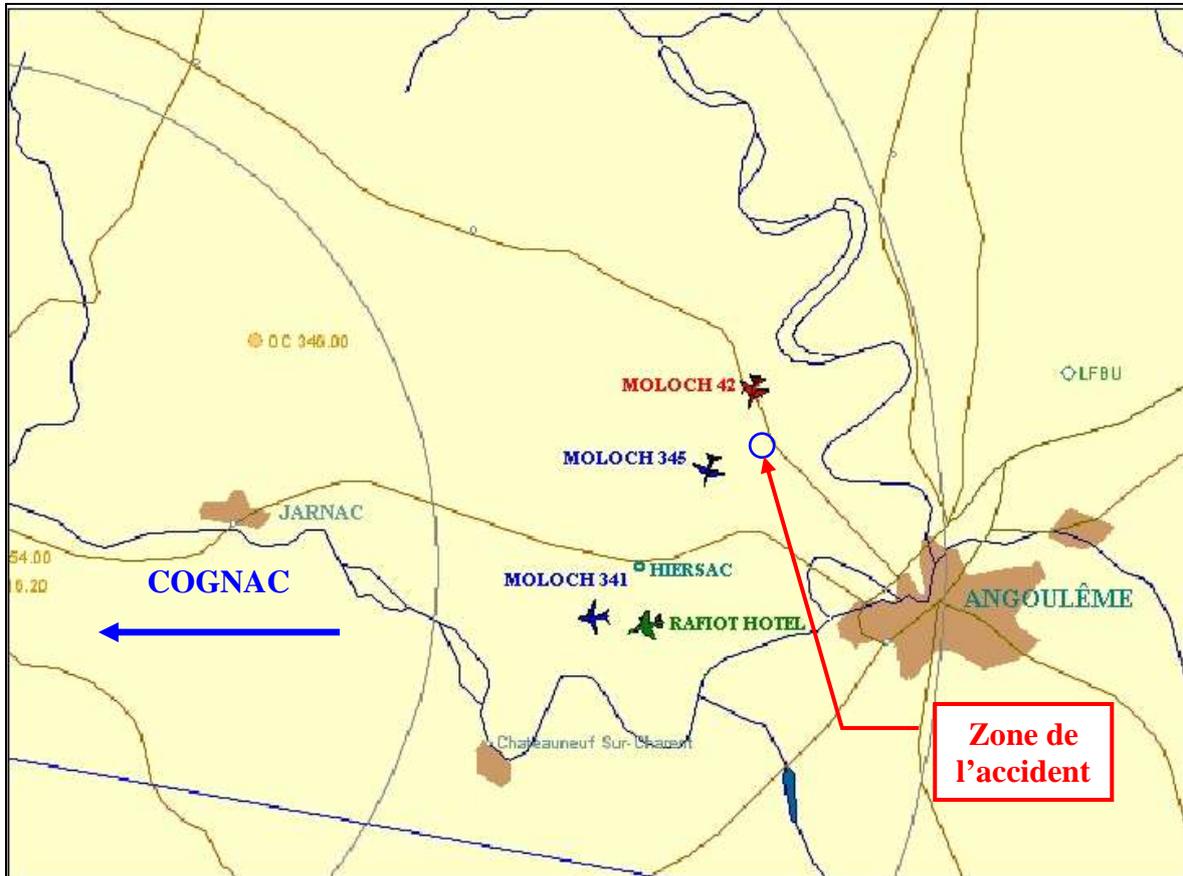
Entre 10h50min et 10h51min, suite à une information de trafic faite par le contrôleur sur la fréquence commune d'approche<sup>20</sup> à l'arrivée de la patrouille RAFIOT HOTEL, des échanges radio ont lieu entre le contrôle, MOLOCH 341 et 42 concernant les positions respectives des différents appareils.

Vers 10h51min MOLOCH 42 annonce qu'il « descend à 500 pieds parce qu'avec les nuages à 2000 [il] a du mal à le voir». Il acquiert le visuel six secondes plus tard. Aucun autre message de MOLOCH 42 ne sera enregistré.

<sup>19</sup> Cette carte et celles présentées pages 14 et 15 sont des extraits bruts du système OTARIS, destinées à préciser les positions relatives des aéronefs. Un décalage de positionnement géographique d'environ 800 mètres a été remarqué au cours de l'enquête. Une trajectoire recalée est utilisée pour l'analyse dans le chapitre 2.

<sup>20</sup> Voir annexe 2 - Fréquence commune approche (VHF – 142,45) - page 66.

Vers 10h53, le contrôleur effectue une nouvelle information de trafic à l'intention de MOLOCH 345 pour l'informer de la patrouille qui se trouve devant lui. En effet, entre temps, la patrouille RAFIOT HOTEL s'est intercalée entre les deux solos MOLOCH 341 et 345.



Situation des appareils des appareils vers 10h53

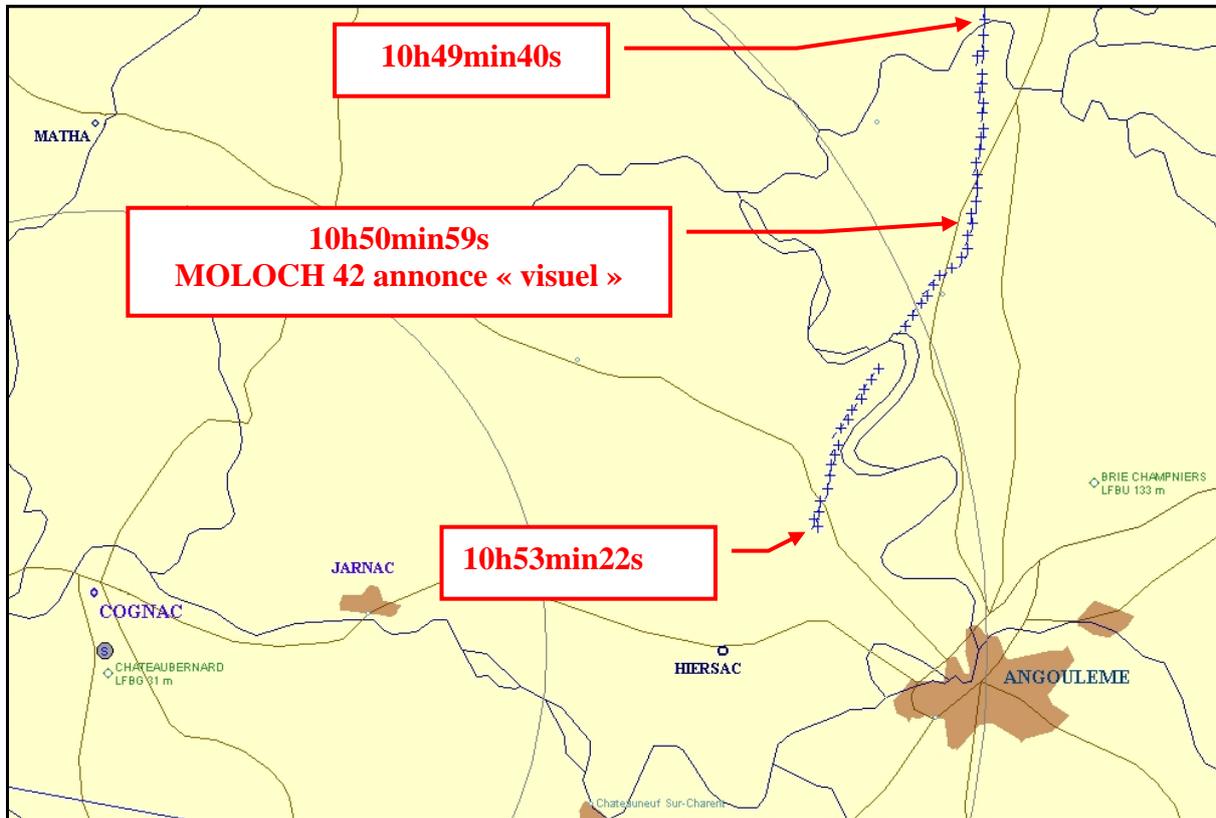
Quelques instants après, quatre pilotes différents (les deux solos MOLOCH 341 et 345 et les pilotes de la patrouille RAFIOT HOTEL) entendent un message radio de détresse, le mot « *mayday* » répété deux fois.

Le *leader* de la patrouille RAFIOT HOTEL rend compte de la réception de ce message à la tour de contrôle à 10h 54min précise, quinze secondes après une première tentative infructueuse (compte tenu de la densité du trafic radio).

À 10h54min02s un témoin oculaire signale l'accident par un appel téléphonique au SDIS d'Angoulême. Ce dernier a vu l'appareil tomber vers le sol, perçu le bruit et la fumée qui ont suivi le choc sans pouvoir observer directement l'impact, situé en contrebas, dans une cuvette.

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

Les données obtenues grâce au système d'enregistrement OTARIS de Cognac et présentées sur la carte ci-dessous, sur laquelle les autres appareils n'apparaissent pas, permettent d'appréhender la trajectoire de MOLOCH 42 dans les quatre dernières minutes de vol.



Trajectoire de MOLOCH 42 du départ de l'axe jusqu'à sa disparition du radar<sup>21</sup>

Les éléments captés par le radar montrent que la trajectoire suivie par MOLOCH 42 est approximativement rectiligne, depuis son départ de l'axe de travail jusqu'au dernier plot précédant la disparition de l'appareil de l'écran radar à 10h53min21s<sup>22</sup>.

L'appareil est en route vers Hiersac, point de passage pour l'arrivée sur le terrain de Cognac.

<sup>21</sup> Les horaires présentés sur cette carte sont corrigés de la dérive connue du système d'enregistrement OTARIS dont l'erreur mesurée pour le jour de l'accident est de +3min24sec.

<sup>22</sup> Une erreur de 0 à -5 secondes est possible compte tenu de la période de rotation de l'antenne du radar.

### 1.1.3. Localisation

➤ Lieu :

⇒ pays : France

⇒ département : Charente (16)

⇒ commune : Asnières-sur-Nouère

⇒ coordonnées géographiques :

▪ N 045°43'21''.

▪ E 000°03'44''

⇒ altitude du lieu de l'événement : 110 mètres.

➤ Moment : jour.

➤ Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Angoulême (Brie Champniers) à 6 Nm dans le 108° du lieu de l'événement.

## 1.2. TUES ET BLESSES

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

## 1.3. DOMMAGES A L'AERONEF

Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
	X		

## 1.4. AUTRES DOMMAGES

Environ 3500 m<sup>2</sup> d'un champ ensemencé d'orge d'hiver a été détérioré.

Le contentieux a été pris en charge et réglé par le service juridique de la BA 709.

## 1.5. RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL

### 1.5.1. Commandant de bord

- Age : 31 ans.
- Sexe : masculin.
- Unité d'affectation : EPAA 00.315 - 4<sup>ème</sup> EIV.
  - ⇒ Fonctions dans l'unité :
    - moniteur,
    - équipier dans la patrouille de présentation en vol « Cartouche Doré » où il débutait sa 2<sup>ème</sup> saison.
- Spécialité :
  - ⇒ qualification : sous-chef moniteur,
  - ⇒ école de spécialisation : école de l'aviation de chasse,
  - ⇒ année de sortie d'école : 14 mai 1996.
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé	Dans les 30 derniers jours
	Sur tous types	Sur TB 30	Sur TB 30	
<b>Total</b>	<b>1847h55</b>	<b>1016h55</b>	<b>69h05</b>	<b>14h55</b>
<b>Dont nuit</b>	<b>135h35</b>	<b>55h05</b>	<b>16h40</b>	<b>02h10</b>
<b>Dont VSV</b>	<b>48h50</b>	<b>14h50</b>	<b>01h15</b>	<b>/</b>

- Date du dernier vol comme pilote :
  - ⇒ de jour : 22 mars 2004,
  - ⇒ de nuit : 9 février 2004.
- Carte de circulation aérienne :
  - ⇒ type : carte verte,
  - ⇒ date d'expiration : 15 mars 2005.

**1.5.2. Élève pilote**

- Age : 26 ans.
- Sexe : masculin.
- Unité d'affectation : EPAA 00.315 - 4<sup>ème</sup> EIV.
  - ⇒ Fonction dans l'unité : élève pilote.
- Spécialité :
  - ⇒ qualification : élève pilote,
  - ⇒ école de spécialisation : école de pilotage de l'armée de l'air,
  - ⇒ année de sortie d'école : en cours de formation.
- Heures de vol dans la fonction :

	Total		Dans le semestre écoulé	Dans les 30 derniers jours
	Sur tous types	Sur TB 30	Sur TB 30	
<b>Total</b>	<b>118h</b>	<b>02h00</b>	<b>02h00</b>	<b>02h00</b>
<b>Dont nuit</b>	/	/	/	/
<b>Dont VSV</b>	/	/	/	/

- Date du dernier vol dans la fonction
  - ⇒ de jour : 22 mars 2004,
  - ⇒ de nuit : néant.
- Carte de circulation aérienne : néant.

## 1.6. RENSEIGNEMENTS SUR L'AERONEF

- Organisme : armée de l'air.
- Commandement organique d'appartenance : CEEA.
- Base aérienne de stationnement : base aérienne 709.
- Unité d'affectation : ESTS<sup>23</sup> 15.315.
- Type d'aéronef : TB 30 Epsilon.

Configuration : lisse.

Emport : néant.

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
<b>Cellule</b>	Epsilon TB 30	23	4096	GV <sup>24</sup> à 1198 h le 9 juin 1997	VP <sup>25</sup> à 224 h le 5 décembre 2002
<b>Moteur</b>	Lycoming AEIO-540- L1B5d	23538	310	RG <sup>26</sup> à 310 h le 4 décembre 2001	

### 1.6.1. Maintenance

La documentation technique de l'appareil atteste d'une mise en œuvre et d'une maintenance conformes à la réglementation.

La formule 11 de l'avion montre qu'aucune panne ou dysfonctionnement concernant l'appareil n'avait été signalée, soit par les équipages à l'issue des dix vols qui ont précédé celui du 23 mars 2003, soit par les mécaniciens après les visites techniques. L'avion n'avait pas fait l'objet de dépannage depuis une semaine.

En outre, le TB 30 était à jour de toutes les modifications imposées ou recommandées par le constructeur (SB<sup>27</sup>, CN<sup>28</sup>) suite au plan d'action décidé par l'état-major de l'armée de l'air après l'accident du TB 30 n°13, le 20 janvier 2003.

<sup>23</sup> ESTS : escadron de soutien technique spécialisé.

<sup>24</sup> GV 3 : troisième grande visite.

<sup>25</sup> VP : visite périodique.

<sup>26</sup> RG : révision générale.

<sup>27</sup> SB : service bulletin.

<sup>28</sup> CN : consigne de navigabilité.

### 1.6.2. Performances

Sans objet.

### 1.6.3. Carburant

- Type de carburant utilisé : AVGAS 100LL / F18.
- Quantité de carburant au décollage : 210 litres.
- Quantité de carburant restant au moment de l'événement : la présence de carburant est confirmée par les observations faites sur l'épave et au cours de l'expertise du moteur mais il n'a pas été possible de mesurer la quantité restante compte tenu des dégâts subis par l'appareil à l'impact.

## 1.7. CONDITIONS METEOROLOGIQUES

### 1.7.1. Observations

Les observations effectuées sur le terrain de Cognac le jour de l'accident, conformes aux prévisions, font état des éléments suivants (METAR<sup>29</sup> de 11h00) :

- vent au sol du 340° pour 8 kt,
- pressions : QFE<sup>30</sup> 1015 hPa, QNH<sup>31</sup> CCT<sup>32</sup> 1014 hPa, QNH local 1019 hPa,
- visibilité : 10 km sous la couche,
- nébulosité : plafond fragmenté (BKN<sup>33</sup>, 5 à 7 octats) de stratocumulus à 2300 pieds,
- température : 8°C/ Point de rosée : 3°C.

## 1.8. AIDES A LA NAVIGATION

Sans objet.

---

<sup>29</sup> METAR : message d'observation météorologique régulier pour l'aviation.

<sup>30</sup> QFE : pression atmosphérique à l'altitude de l'aérodrome.

<sup>31</sup> QNH : calage altimétrique requis pour lire, une fois au sol, l'altitude de l'aérodrome.

<sup>32</sup> CCT : centre de contrôle du trafic.

<sup>33</sup> BKN : *broken*, code météorologique.

## 1.9. TELECOMMUNICATIONS

Le groupe d'enquête a passé en revue cinq fréquences du plan de communication radio utilisé par MOLOCH 42 et les autres appareils concernés par l'accident (solos et patrouille RAFIOT HOTEL) :

- la fréquence tour en UHF<sup>34</sup> (279,225 MHz),
- la fréquence tour en VHF<sup>35</sup> (120,075 MHz),
- la fréquence surveillant des vols (indicatif VELOCE – VHF 139,92 MHz),
- la fréquence surveillance secteurs est (UHF 293,725 MHz),
- la fréquence commune approche (VHF 142,45 MHz).

La première et la dernière des fréquences citées supra font l'objet de transcriptions partielles présentées en annexe 2.

## 1.10. RENSEIGNEMENTS SUR L'AERODROME

Sans objet.

## 1.11. ENREGISTREURS DE BORD

Le TB30 « Epsilon » n'est équipé ni de système d'enregistrement de paramètres, ni de voix, ni de vidéo.

---

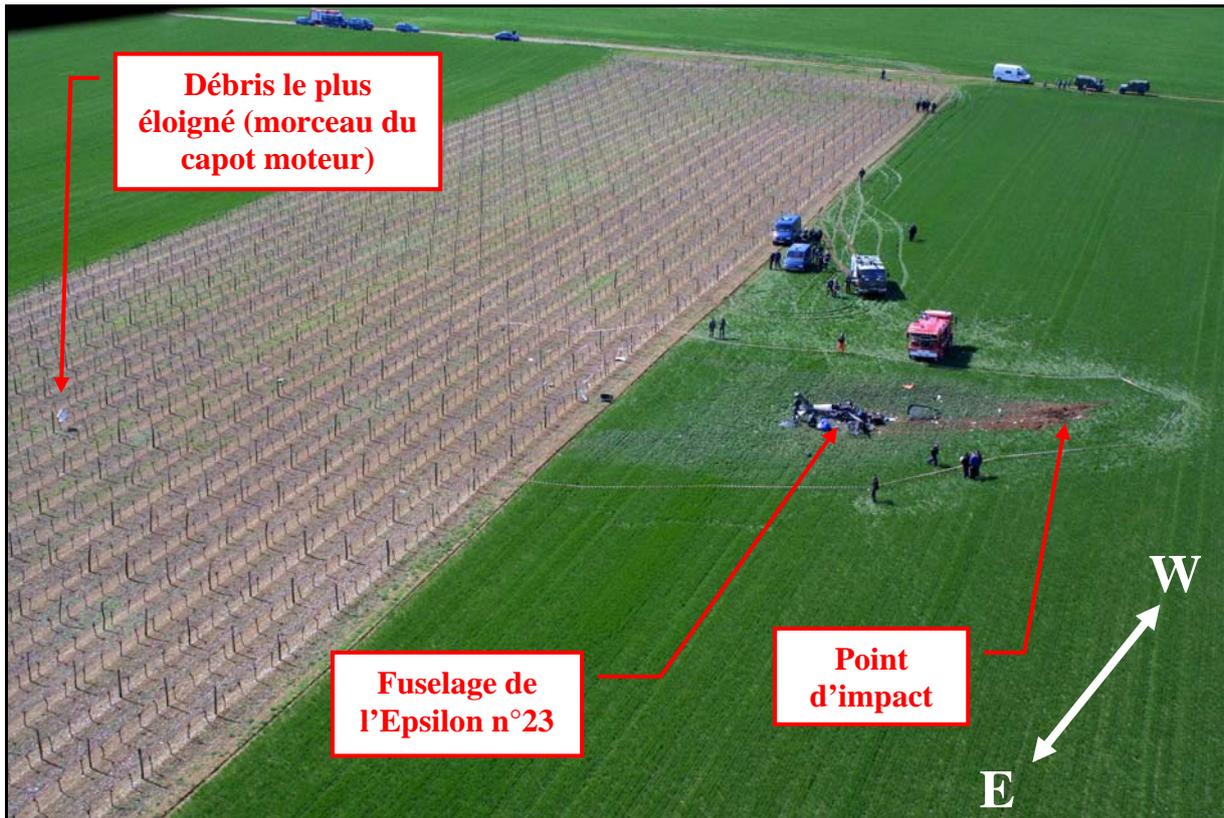
<sup>34</sup> *Ultra High Frequency* (Ultra haute fréquence, gamme approximativement de 300 à 3 000 MHz).

<sup>35</sup> *Very High Frequency* (Très haute fréquence, gamme approximativement de 30 à 300 Mhz).

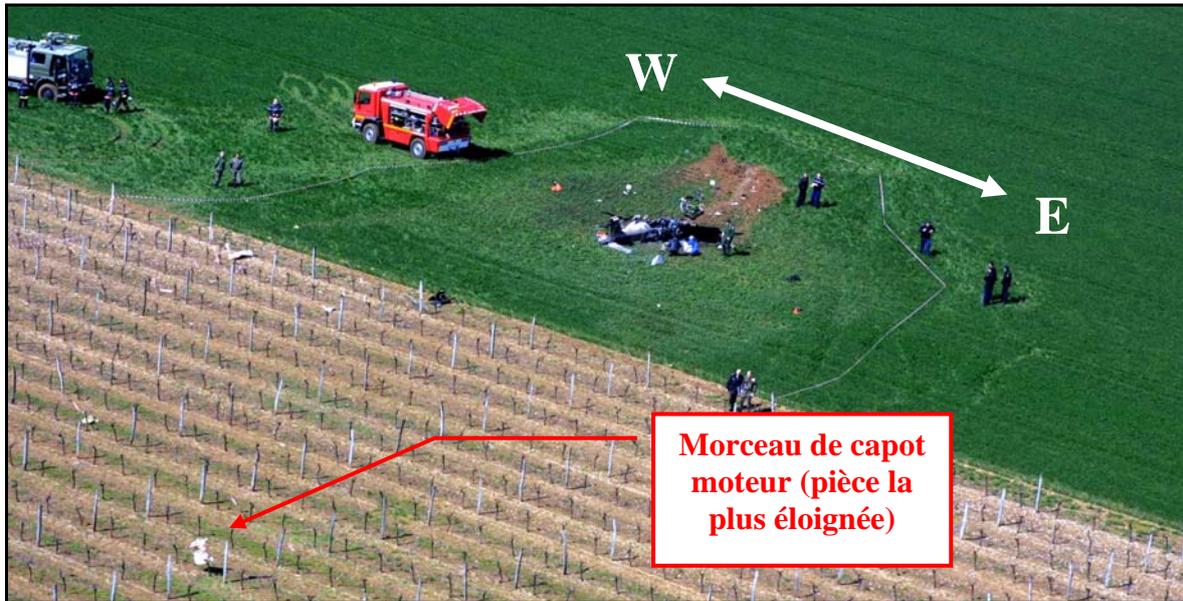
## 1.12. RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉPAVE ET SUR L'IMPACT

### 1.12.1. Examen de la zone

La collision avec le sol se situe dans un champ entre deux parcelles de vignes orientées approximativement Est-Ouest. L'appareil a ensuite rebondi à une quinzaine de mètres du point d'impact initial.

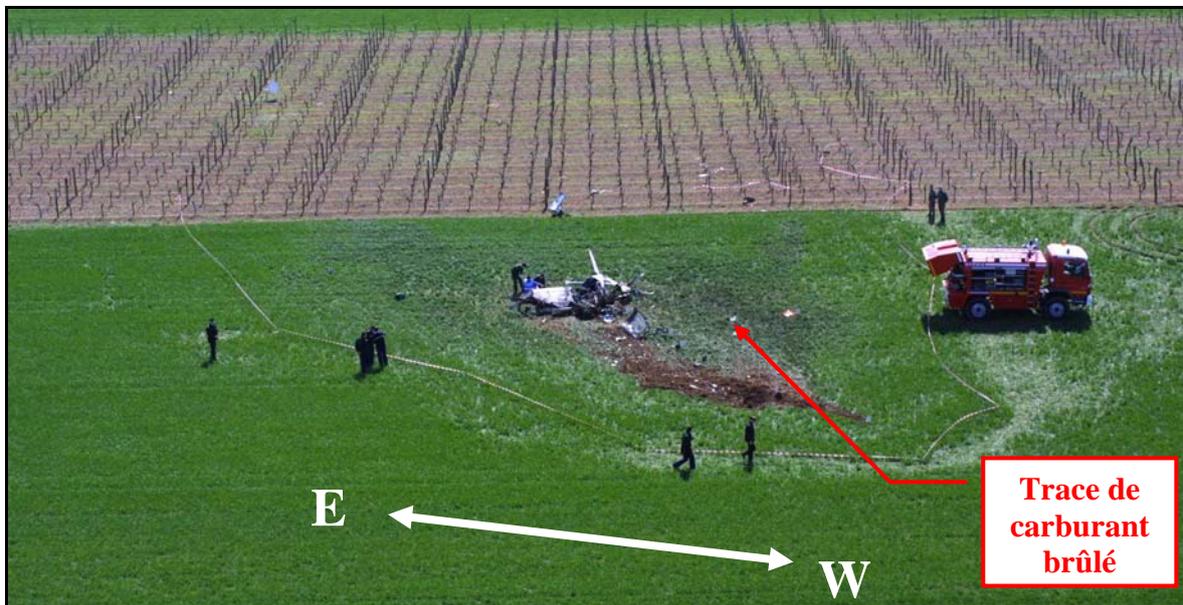


*Photo n°1 : vue aérienne du site de l'accident orientée vers le secteur Ouest*



*Photo n°2 : vue aérienne du site d'accident orientée vers le Nord-ouest*

La plupart des débris de l'aéronef, répartis autour d'un axe orienté au cap magnétique 150°, ont été retrouvés sur une surface peu étendue à proximité immédiate de l'avion. Quelques pièces (morceaux de l'aile gauche, capot moteur et des pots d'échappement) ont été projetées dans la vigne au Sud du point d'impact jusqu'à 65 mètres.



*Photo n°3 : vue aérienne du site d'accident orientée vers le Sud-Est*

Des traces de carburant brûlé sont observables autour de l'épave particulièrement sur le côté gauche de la cellule.

### 1.12.2. Examen du point d'impact et de l'épave

L'examen du point d'impact et de l'épave montre que l'appareil a heurté le sol en piqué sur le dos avec l'aile gauche basse. En effet, les dégâts sur la verrière avant sont très marqués sur la partie gauche et sont presque inexistantes sur la verrière arrière. La voilure gauche est beaucoup plus endommagée que la droite.



*Photo n°4 : vue du point d'impact*



*Photo n°5 : vue des dégâts sur les verrières*

L'hélice a été arrachée et est restée enterrée à l'emplacement du point d'impact initial.



*Photo n°6 : vue des extrémités des pales d'hélice*



*Photo n°7 : vue des dégâts sur la voilure gauche*



*Photo n°8 : vue des dégâts sur la voilure droite*

## 1.13. RENSEIGNEMENTS MEDICAUX ET PATHOLOGIQUES

### 1.13.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
  - ⇒ type : CEMP<sup>36</sup> (Bordeaux),
  - ⇒ date : 18 mars 2004,
  - ⇒ résultat : apte chasse,
  - ⇒ validité : 31 mars 2005.
- Examens biologiques : sans anomalie<sup>37</sup>.

### 1.13.2. Élève pilote

- Dernier examen médical :
  - ⇒ type : visite à l'unité (BA 709 Cognac),
  - ⇒ date : 18 février 2004,
  - ⇒ résultat : apte,
  - ⇒ validité : 31 juillet 2004 (date de CEMPNA<sup>38</sup> au 11 juillet 2003).
- Examens biologiques : sans anomalie.

## 1.14. INCENDIE

Les constats faits sur l'épave attestent qu'un feu a affecté l'appareil dans la zone du poste de pilotage. Selon les déclarations des premiers témoins, l'incendie<sup>39</sup> avait déjà commencé à leur arrivée à proximité de l'épave quelques minutes après l'impact.

Les premiers éléments des moyens de secours et de sécurité incendie, envoyés par le SDIS d'Angoulême, ont atteint le site d'accident à 11h11 soit 17 minutes après l'alerte. Ils ont pu maîtriser le sinistre immédiatement.

---

<sup>36</sup> CEMP<sup>N</sup> : centre d'expertises médicales du personnel navigant.

<sup>37</sup> Analyses réalisées par le laboratoire de toxicologie et de génétique de Bordeaux mandaté par le parquet concerné.

<sup>38</sup> CEMPNA : centre d'expertises médicales du personnel navigant de l'aéronautique.

<sup>39</sup> L'origine de cet incendie fait l'objet d'une analyse au chapitre 2, paragraphe 2.2.2.2, page 44.

## **1.15. SURVIE DES OCCUPANTS**

### **1.15.1. Abandon de bord**

#### *1.15.1.1. Évacuation en vol*

Un parachute est porté par tout personnel embarquant à bord de l'Epsilon et permet d'évacuer l'appareil en vol selon une procédure définie dans les manuel et mémento équipage<sup>40</sup>. Toutefois la hauteur de sauvegarde pour mettre en œuvre ce matériel et débiter l'évacuation est 800 pieds à variomètre nul.

#### *1.15.1.2. Évacuation au sol*

Les deux membres d'équipage ont été tués à l'impact. Aucune tentative d'évacuation au sol n'a donc pu être mise en œuvre.

### **1.15.2. Organisation des secours**

L'intervention s'est déroulée hors ZA et ZVA<sup>41</sup> à une quarantaine de kilomètres de l'aérodrome. Les premières équipes arrivées sur le site de l'accident étaient donc civiles. Les moyens mis en œuvre par la base aérienne 709 ont comporté plusieurs groupes. Ils ont assuré la continuité, à partir de 13h00, des moyens civils projetés par le SDIS.

Le groupe militaire de secours comportait un officier chargé du commandement et de la coordination, une équipe de sept personnes de la SSIS, une équipe du service médical, du personnel de la brigade de la gendarmerie de l'air et une section de protection, accompagné par l'EPI et le photographe de la base aérienne.

## **1.16. ESSAIS ET RECHERCHES**

Une analyse d'un extrait des communications radio enregistrées par le centre de contrôle de Cognac sur la fréquence commune d'approche a été demandée à l'IRCGN par le groupe d'enquête.

---

<sup>40</sup> Voir annexe 4, Listes de contrôle Epsilon – MCE 122, page 72.

<sup>41</sup> ZA : zone d'aérodrome, ZVA : zone voisine d'aérodrome. Zones prédéfinies où sont planifiées les interventions des équipes de secours.

En effet, un signal brouillé d'une durée d'environ une seconde est présent sur cette fréquence<sup>42</sup> à 10h53min13sec, soit une quarantaine de secondes avant la chute de l'appareil. L'analyse avait pour objet de vérifier si cette transmission pouvait receler des informations pertinentes par la nature du signal (voix humaine, lien avec le message « *mayday* ») ou liées au contenu du bruit de fond (anomalie dans le spectre de bruit du moteur).

Une deuxième analyse a également été demandée au département technique du BEA afin de bénéficier de moyens complémentaires, spécifiquement dédiés aux investigations dans le cadre d'accidents d'aéronefs.

Ces deux recherches n'ont pas permis de révéler d'information susceptible d'éclairer le groupe d'enquête sur les circonstances de l'accident ou ses causes possibles.

## **1.17. RENSEIGNEMENTS SUR LES ORGANISMES**

Sans objet.

## **1.18. RENSEIGNEMENTS SUPPLEMENTAIRES**

Sans objet.

## **1.19. TECHNIQUES SPECIFIQUES D'ENQUETE**

### **1.19.1. Travaux sur l'épave**

Des travaux sur la cellule ont été menés pour rechercher une cause possible de l'accident et identifier d'éventuels besoins d'expertises. Dans un premier temps, ils ont consisté, entre autres, à obtenir une vision d'ensemble et cohérente de certains débris de l'appareil (voilure, trains d'atterrissage, capots avant).

---

<sup>42</sup> Voir annexe 2, Transcription des communications radio, appendice 2.1, page 66.

Cette remise en place de pièces de l'avion, sans qu'il s'agisse réellement d'une véritable reconstitution, a été faite au sol, sur deux dimensions et à échelle dilatée pour faciliter leur manipulation et éviter qu'elle n'entrent en contact les unes avec les autres. Les conseils d'experts du BEA ont été sollicités pour cette opération réalisée par des spécialistes de la cellule du TB30 de l'armée de l'air aidés par un responsable de la société SOCATA pour certaines phases (fourniture de plans, identification des pièces). Cette activité a débouché sur certains constats et des expertises complémentaires faites au CEAT permettant d'alimenter l'analyse du chapitre 2.



*Photo n°9 : remise en ordre de débris sur le site de Brétigny (hangar BEA Défense)*

## 2. ANALYSE

Les constats faits sur le site de l'accident indiquent que ce dernier peut être qualifié, dans sa phase ultime, comme une perte de contrôle en vol. Celle-ci survient toutefois dans un contexte particulier que l'analyse s'efforcera de préciser.

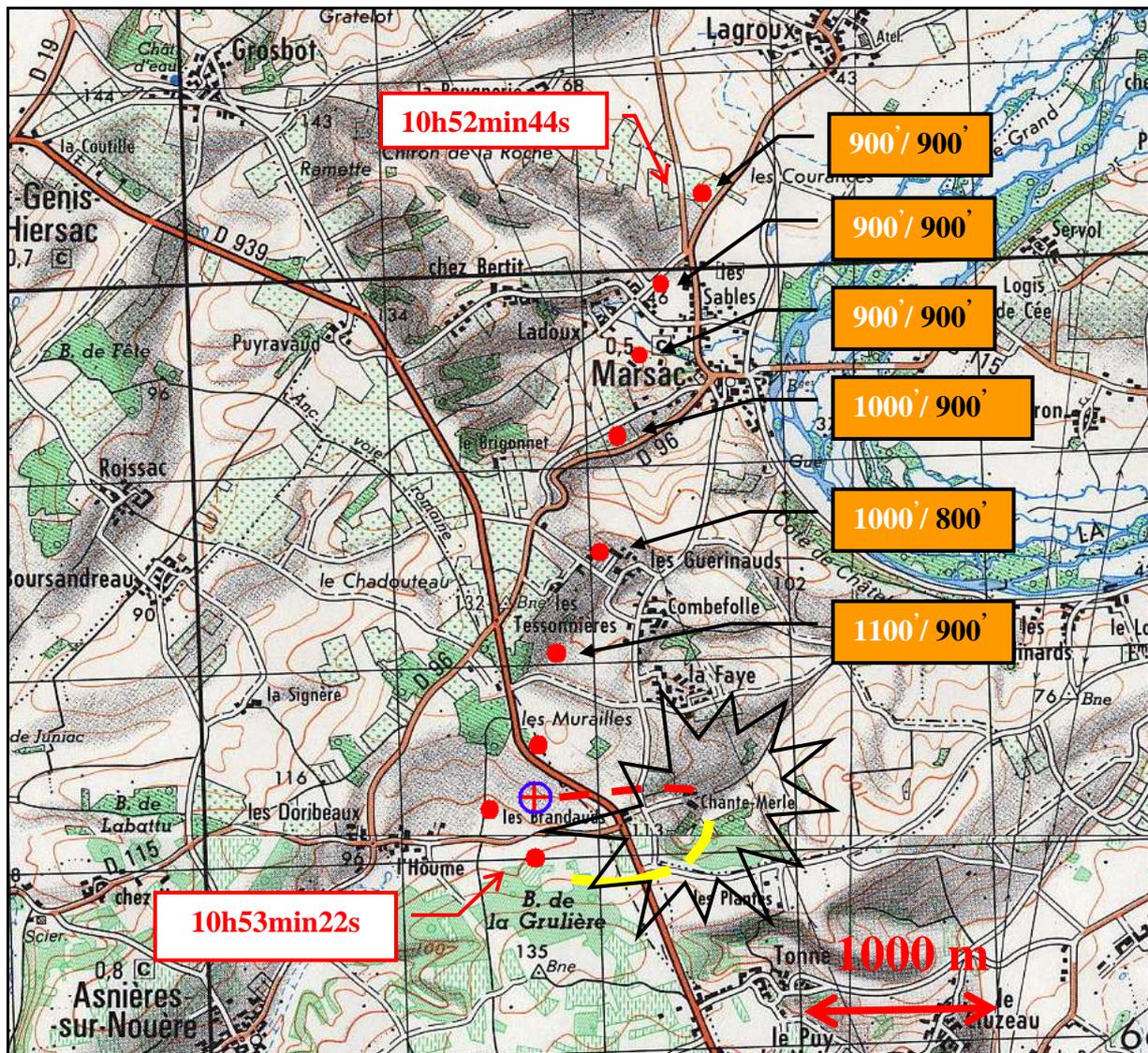
Le chapitre qui suit, dont l'objet est de présenter les causes possibles ayant pu conduire à une telle situation, va donc s'articuler en trois parties :

- tout d'abord une reconstitution de la dernière minute de vol, nécessaire à la compréhension du contexte de l'accident, sera présentée. Elle s'appuie sur l'exploitation de certains faits (trajectoire radar, localisation du point d'impact, horaires enregistrés) et des témoignages,
- ensuite, chaque hypothèse pouvant expliquer le contexte de l'accident et la perte de contrôle sera passée en revue par domaine, environnemental, technique puis humain,
- pour finir l'arbre des causes possibles de l'accident sera élaboré.

## 2.1. ANALYSE DES FAITS ET ELEMENTS RECUEILLIS PAR LE GROUPE D'ENQUETE

### 2.1.1. Circonstances de l'accident

Le groupe d'enquête s'est attaché à corrélér les points enregistrés par le système OTARIS, après leur recalage dans le temps et l'espace, avec le point d'impact et les éléments fournis par les témoins. Il en résulte le panorama suivant pour la dernière minute de vol.



<i>Point radar</i>	●	<i>Observations témoins</i>	— — —	<i>Point d'impact</i>	⊕
<i>Partie de trajectoire extrapolée</i>	— — —	<i>Zone estimée d'émission du message "mayday"</i>	★	<i>Altitude mode C / hauteur sol estimée</i>	1100'/900'

*Nota :*

- 1) *Les altitudes présentées ont été obtenues à partir de l'enregistrement du mode C (calage 1013 hPa) du transpondeur précis à 100 pieds près. La hauteur sol, obtenue par le calcul, est donc affectée par la même approximation.*
- 2) *Pour les trois derniers points, l'altitude (mode C du transpondeur) n'a pas été reçue par le radar, ce qui peut se produire soit lorsque l'appareil est en virage, soit lorsque son altitude est trop faible.*

La carte de la page précédente montre que l'appareil s'est subitement mis en virage par la gauche alors qu'il se trouvait dans une phase de vol stabilisé depuis plus de deux minutes. L'accident survient après un virage d'environ 300° au cours duquel l'avion n'est plus réapparu dans le champ du radar. Il n'a donc pas regagné une hauteur d'au moins 800 pieds pendant une durée supérieure à cinq secondes, période de rotation de l'antenne radar.

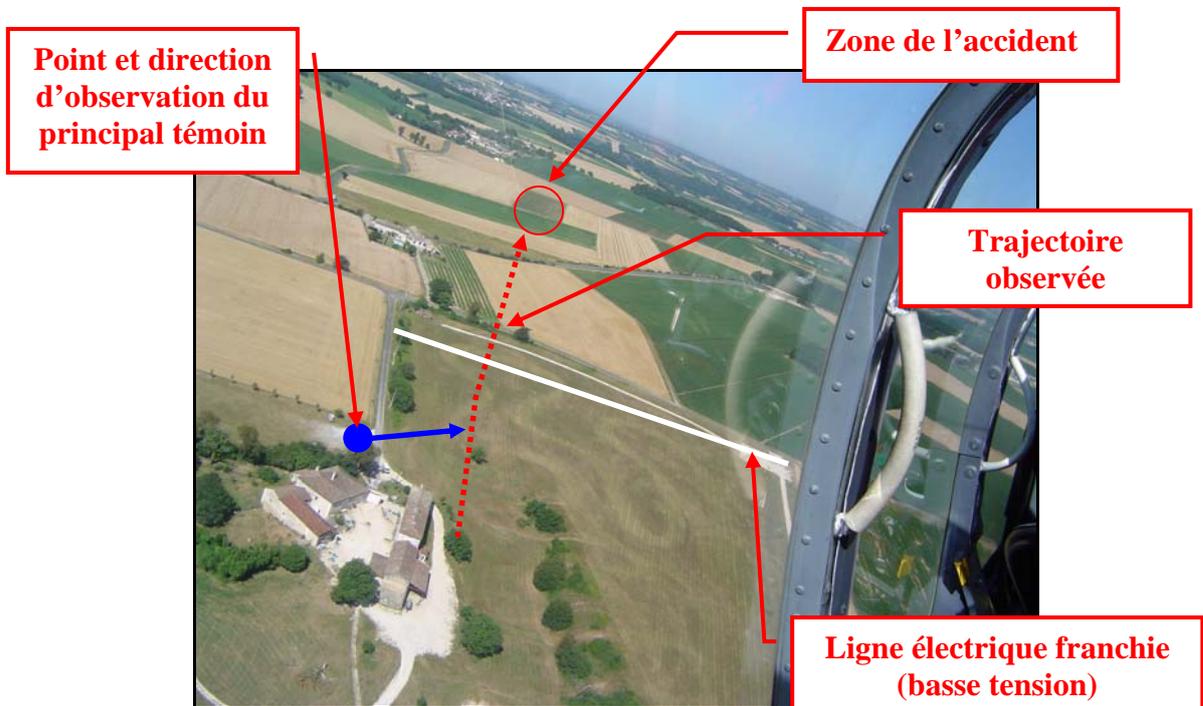
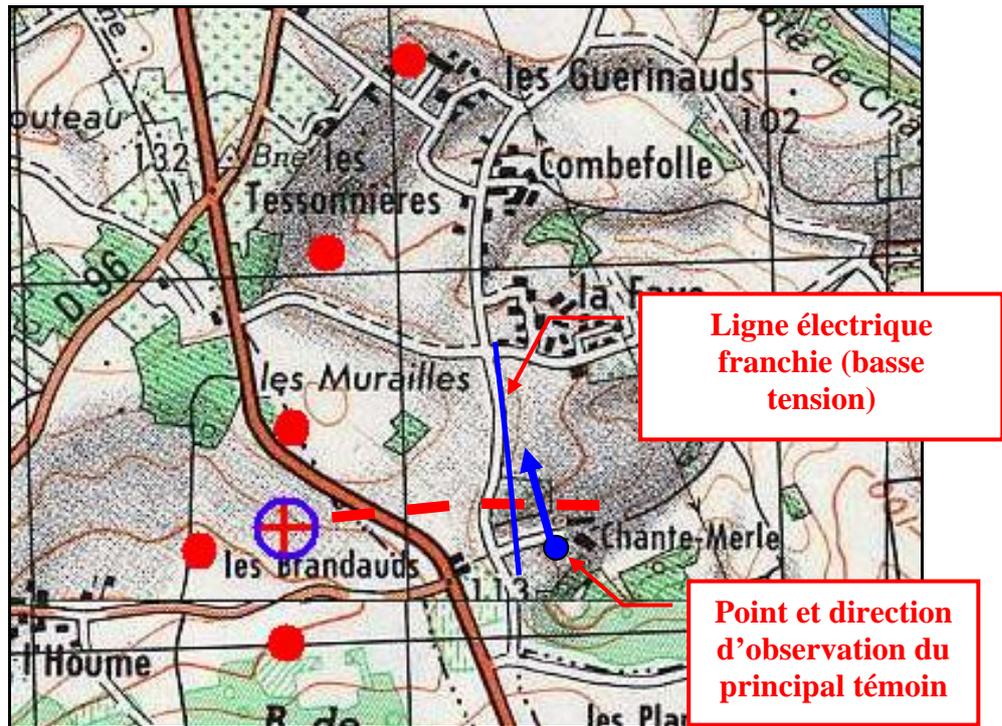
C'est au cours de ce virage qu'un événement a conduit l'équipage à une situation de détresse, signalée par le message « *mayday* ». Les éléments clés sont détaillés ci après.

#### ***2.1.1.1. Témoignages***

Une indication sur la situation critique qui a pu motiver un message de détresse a été apportée par le principal témoin oculaire des dernières secondes de vol de l'appareil.

Celui-ci, se trouvant au lieu-dit « Chante-merle », et regardant vers le Nord, a aperçu l'appareil à une hauteur estimée à quelques mètres et incliné sur l'aile gauche. Le bruit émanant de l'avion témoignait alors d'un régime moteur faible ou du ralenti. Cet observateur relate avoir vu l'aéronef remettre ensuite les ailes horizontales et, simultanément, entendu le bruit du moteur traduire un régime élevé juste avant que l'appareil survole une ligne électrique (faible tension) longeant la D939. Quelques secondes après il a perçu l'arrêt du bruit du moteur et a vu l'Epsilon tomber vers le sol.

Le point et la direction d'observation de ce témoin, ainsi que les trajectoires aperçues par ce dernier sont présentées ci-après :

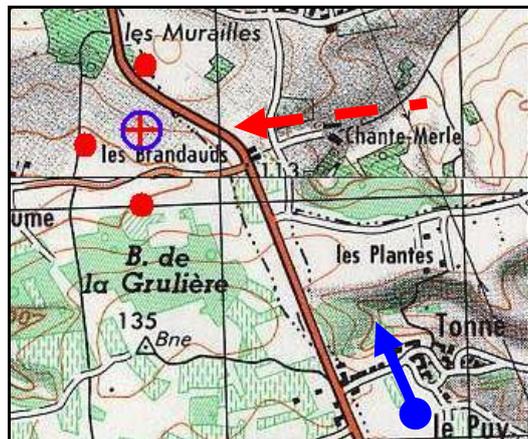


*Photo 10 : vue aérienne des éléments rapportés par le témoin*



*Photo 11 : vue terrestre de la zone de remise de gaz, relatée par le témoin  
et de la ligne électrique franchie*

Un autre témoin oculaire, qui circulait en voiture sur la D939 en direction du Nord-Ouest et qui arrivait au lieu-dit « Tonne » au moment de l'accident, apporte des éléments concordants. Il a aperçu l'appareil, au loin, passer au dessus de la route à basse hauteur et approximativement en direction de l'Ouest.



*Point de vue du deuxième témoin*

Un troisième témoin, auditif uniquement, a également entendu un régime moteur évolutif avec une franche remontée en régime quelques secondes avant l'impact.

### **2.1.1.2. Éléments Chronologiques**

La chronologie des différentes étapes peut être précisée par les éléments suivants :

- à 10h54min02s le SDIS d'Angoulême enregistre sur sa main courante l'appel du témoin qui se trouve à Chante-merle. Considérant le délai relaté par ce dernier pour appeler le numéro d'urgence des pompiers, connu par cœur (18), le moment de la chute de l'appareil peut être situé environ dix à quinze secondes avant,
- de la même manière, l'heure d'émission du message « *mayday* » peut être évaluée grâce au témoignage du leader de la patrouille RAFIOT HOTEL. Selon la description de ses actions, ce pilote a dû mettre moins d'une dizaine de secondes pour retransmettre l'information vers la tour. Ceci place à quelques secondes près, vers 10h53min35s, l'émission du message de détresse, soit approximativement à mi-chemin entre le début de mise en virage (avant dernier point radar à 10h53min17s) et la perte de contrôle finale.

Les bases de temps ayant servi à dater ces événements sont toutes les deux recalées quotidiennement sur l'heure officielle.

### **Conclusion partielle**

**Compte tenu des éléments collectés, l'enchaînement des événements au cours des quarante dernières secondes de vol, peut être placé, de manière fiable, selon l'ordre chronologique qui suit :**

- **une mise en virage soudaine,**
- **une atteinte rapide de la proximité du sol,**
- **un état de détresse, signalé par l'équipage,**
- **une perte de contrôle de l'appareil provoquant son impact avec le terrain.**

## 2.2. ANALYSE DES CAUSES POSSIBLES DE L'ACCIDENT

La recherche des causes possibles de l'accident sera conduite en passant en revue successivement, le domaine environnemental, puis technique et enfin humain.

Certaines hypothèses seront émises pour l'ensemble du scénario de l'événement constitué des trois parties distinctes : la mise en virage, la situation de proximité du sol, et la perte de contrôle. Le mot « accident » sera alors utilisé pour décrire le processus dans sa totalité. Dans le cas contraire, si une hypothèse n'est abordée que pour l'une des phases évoquée supra, l'énoncé de l'hypothèse l'expliquera clairement.

### 2.2.1. Causes environnementales

#### 2.2.1.1. Conditions météorologiques

##### **Hypothèse : L'accident résulte de conditions météorologiques défavorables.**

La perte de contrôle constatée et le scénario qui l'a précédée sont fréquents pour des accidents liés à des conditions météorologiques défavorables lors de vols à vue, particulièrement en aviation générale. Un virage, associé éventuellement à une mise en descente, peut alors traduire la recherche de références extérieures face à une visibilité en dégradation ou suite à un passage en IMC<sup>43</sup>. Ce type de situation peut mener rapidement à une position inusuelle<sup>44</sup> et à une collision avec le terrain si la hauteur de vol est faible.

Toutefois, les deux témoins oculaires cités plus haut attestent qu'aucune précipitation ou phénomène météorologique pouvant réduire la visibilité n'affectait le secteur où évoluait l'appareil au moment de l'accident.

De plus, même si MOLOCH 42, gêné par la proximité de la base des nuages, avait signalé, environ trois minutes avant l'accident, une mise en descente pour améliorer le contact visuel sur l'appareil se trouvant une minute devant lui, il avait signalé « visuel » six secondes plus tard. Ceci montre qu'il était hors nuage et avait une visibilité d'au moins 3 à 4 Nm.

---

<sup>43</sup> IMC : *instrumental meteorological conditions* (conditions de vol aux instruments).

<sup>44</sup> Expression utilisée pour une décrire une attitude d'avion incohérente avec la phase de vol en cours.

Les élèves pilotes des deux appareils devant lui à une et deux minutes de vol (solos), et en transit à une altitude de 2000 pieds QNH, ont confirmé ne pas avoir été gênés par une mauvaise visibilité.

En outre, la descente de MOLOCH 42 jusqu'à environ 900 pieds/sol (1260 pieds QNH) peut être justifiée par une précaution d'étagement vis-à-vis des transits aller vers les axes de travail dont l'altitude de sortie est fixée à 1500 pieds QNH.

**L'hypothèse que l'accident résulte de conditions météorologiques défavorables est REJETÉE.**

#### *2.2.1.2. Collision aviaire*

**Hypothèse : Une collision aviaire est à l'origine de l'accident.**

L'expérience de collisions aviaires survenues sur Epsilon montre que les dégâts engendrés peuvent être importants et rendre difficile le pilotage de l'appareil.

Des photos illustrant deux cas rencontrés, l'un en France, l'autre au Portugal, sont présentées ci-après.



*Photos 12 et 13 : dégâts provoqués par des collisions aviaires sur des voilures d'Epsilon (français à gauche, portugais à droite)*

Les témoignages de pilotes dont les appareils ont subi de tels dommages révèlent que ces dégâts peuvent engendrer des difficultés de pilotage de l'avion, notamment à basse vitesse.

L'accident se situe dans une période calendaire à risque puisque le message ROPOM<sup>45</sup> émis le 3 mars par la base de Cognac et valide pour une durée d'un mois, fait état entre autres, de migrations de grues (300 individus) en transit vers le Nord-Est dans une tranche d'altitude comprise entre 1000 et 2500 pieds. L'indice de risque est alors évalué à 6 sur une échelle allant jusqu'à 8, ce qui correspond à un risque élevé.

Toutefois, les évolutions de l'appareil, telles qu'elles ont été reconstituées, ne sont pas cohérentes avec une telle hypothèse.

Si la collision s'était produite avant la mise en virage, alors que l'appareil était dans une phase de vol rectiligne, la première réaction logique aurait dû être une prise d'altitude associée probablement à une réduction de vitesse. Une telle réaction n'est pas observée sur la trace radar. En outre, ce scénario suggère que le virage ait alors été initié dans l'intention d'un déroutement vers l'aérodrome d'Angoulême Brie Champniers (qui se trouve alors sur la gauche de MOLOCH 42 à 6 Nm) ou pour un atterrissage forcé. Cela suppose une phase d'analyse par le moniteur, des dommages sur l'appareil lui permettant de juger que le retour vers Cognac était devenu impossible, alors que le terrain se trouvait seulement à environ 15 Nm (approximativement 6 mn de vol). Une décision de cette nature aurait normalement dû être accompagnée d'un message pour annoncer le déroutement ou la nature des problèmes avant d'en arriver à un message « *mayday* » traduisant une situation très dégradée et désespérée.

Dans l'hypothèse où la collision survient alors que le virage a déjà commencé, la réaction normale après un incident de cette nature au cours d'un virage, est d'interrompre la manœuvre pour prendre de l'altitude et évaluer les dégâts. La chronologie des événements de l'accident, qui place la situation de proximité du sol juste après la mise en virage, ne concorde pas, compte tenu de sa brièveté, avec cette hypothèse. En effet, si cette situation était la conséquence d'un appareil devenu rapidement non pilotable, l'équipage n'aurait pas pu poursuivre le virage et effectuer une ressource.

---

<sup>45</sup> ROPOM : renseignements d'observation d'un passage d'oiseaux migrateurs.

En outre, des dégâts majeurs auraient dû être retrouvés sur l'appareil. Or, le groupe d'enquête n'a relevé aucune trace de collision aviaire, ni sur l'hélice<sup>46</sup>, ni sur les bords d'attaque des ailes ou l'empennage<sup>47</sup> lors des recherches exhaustives qui ont été menées sur l'épave et présentées au paragraphe 1.19.1 - *Travaux sur l'épave* - page 29.

**L'hypothèse qu'une collision aviaire soit à l'origine de l'accident est REJETÉE.**

Toutefois l'hypothèse d'une manœuvre d'évitement d'oiseaux, qui aurait pu jouer un rôle dans le processus de l'accident, ne peut pas être totalement écartée.

## **2.2.2. Causes techniques**

Les hypothèses de causes pouvant expliquer l'accident, liées au domaine technique, seront passées en revue en étudiant, tour à tour, le GMP, puis le cas de l'incendie et enfin les commandes de vol.

### ***2.2.2.1. Dysfonctionnement GMP***

**Hypothèse : Un dysfonctionnement du GMP est à l'origine de l'accident.**

Les conclusions du rapport d'investigation du CEPr<sup>48</sup>, énoncées ci-dessous, conduisent à écarter une défaillance majeure du GMP :

*« Les investigations effectuées sur le groupe motopropulseur Lycoming AEIO L1B5D équipant l'avion Epsilon ont permis d'établir les constats suivants : L'ensemble mécanique était en bon état et ne présentait pas d'endommagement préexistant à l'accident.*

*Les indications fournies par les déformations des pales de l'hélice et de leur commande de changement de pas ont montré que l'ensemble présentait au mieux une faible puissance lors de l'impact au sol.*

---

<sup>46</sup> Voir annexe 5, Rapport d'investigation 42 - DAI - 04 du 23 juin 2004 (pages 4, 5, 20) situé en page 73

<sup>47</sup> Rapport d'expertise n°S-02/3002220-A du CEAT

<sup>48</sup> Rapport d'investigation 42 - DAI - 04 du 23 juin 2004, présenté en annexe 5, page 73.

*Tous les endommagements sont la conséquence du crash de l'appareil.*

*En dépit des endommagements occasionnés par l'impact, la quasi totalité des matériels et équipements faisant partie des circuits électrique d'allumage et d'alimentation en carburant et en air du moteur ont pu être examinés.*

*Hormis quelques petits éléments de la magnéto double brisée qui n'ont pas pu être examinés (fragments des têtes de distribution), tous les autres matériels sont intègres et ne présentaient pas d'endommagement préexistant à l'accident.*

*Toutes les causes de dysfonctionnement connues sur les moteurs Lycoming AEIO 540 LIB5D ont été analysées et sont définitivement écartées.*

*En conclusion, aucun élément ni aucune hypothèse ne peut être émise concernant un quelconque dysfonctionnement du GMP. Celui-ci était en bon état et devait être capable de fonctionner normalement s'il était correctement alimenté électriquement, en air et en carburant. »*

- Une analyse d'un prélèvement de carburant provenant de la citerne ayant servi à faire le plein de l'aéronef a été réalisée. Elle a montré la conformité de l'essence utilisée<sup>49</sup>.
- L'entrée d'air ne présentait aucune trace d'obstruction par un corps étranger. De plus, elle se situe derrière l'hélice qui était exempte de toute trace d'impact antérieur à la collision avec le sol.

En outre, pour être compatible avec le scénario de l'accident, cette hypothèse de dysfonctionnement du GMP doit pouvoir expliquer les trois étapes :

- la mise en virage. Elle peut effectivement correspondre à une préparation d'ACMC<sup>50</sup> ou à un début de déroutement vers le terrain de Brie Champniers. Toutefois, la réaction initiale dans cette logique aurait dû être, encore une fois, de cabrer pour prendre de l'altitude, soit afin de tenter une évacuation en vol (à partir de 800 pieds avec variomètre positif ou nul)<sup>51</sup>, soit pour se donner le temps d'analyser la panne et choisir le terrain d'atterrissage forcé.

---

<sup>49</sup> Voir annexe 5, Rapport d'investigation 42 - DAI - 04 du 23 juin 2004, page 73.

<sup>50</sup> Atterrissage en configuration moteur coupé.

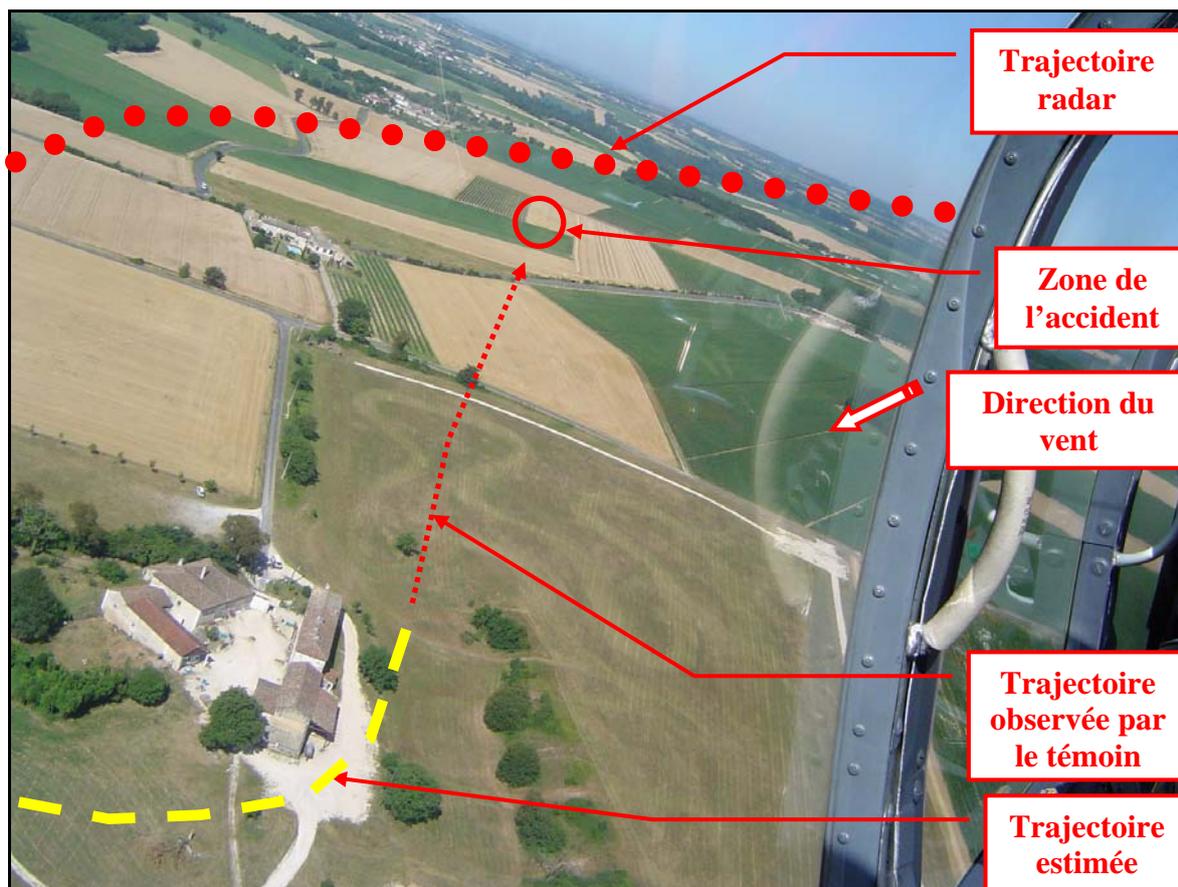
<sup>51</sup> Voir paragraphe 1.15.1.1.

- Or, avant la mise en virage, l'appareil commence à disparaître du radar, ce qui traduit probablement un début de descente, et n'est plus repris, confirmant que la hauteur sol est restée inférieure ou égale à 800 pieds,
- la descente à très faible hauteur. Elle ne peut s'inscrire, dans le cas du dysfonctionnement du GMP, que dans un projet d'atterrissage forcé,
- la perte de contrôle finale : Elle n'est pas cohérente dans un scénario d'avarie du GMP.

En effet, pour qu'une avarie moteur conduise à la perte de contrôle d'un avion, il faut :

- ⇒ soit que cette dernière ait causé des dommages graves à la cellule ou aux commandes de vol rendant le contrôle de l'appareil impossible, ce qui n'a pas été observé sur la cellule en expertise,
- ⇒ soit qu'elle ait placé le pilote face à une impossibilité d'atterrissage forcé (par la nature du terrain, par exemple) le conduisant au décrochage. Or, dans le cas présent l'environnement était favorable pour un atterrissage forcé.

Les conditions météo et la configuration du terrain, sans obstacle majeur, dans la zone où l'appareil a été retrouvé permettaient la réalisation de l'ACMC. La photo ci-dessous illustre cette situation :



*Photo n°14 : vue aérienne de la zone d'accident en direction de l'Ouest*

La vue précédente montre que l'appareil a même dépassé le lit du vent au cours du virage alors que des options d'atterrissage forcé se présentaient dans cette direction.

De plus, les expériences respectives des deux membres d'équipage devaient leur permettre d'envisager sans stress destructeur<sup>52</sup> l'option de l'ACMC.

Le moniteur, pilote expérimenté et possédant une expertise importante sur l'appareil, ne pouvait ignorer que les ACMC antérieurs décidés suite à des pannes moteur sur Epsilon avaient toujours été réussis sans dommages physiques importants pour les occupants.

<sup>52</sup> Il est admis que deux formes de stress existent, l'un peut être mobilisateur, l'autre destructeur et annihiler toute capacité d'analyse et de décision.

L'élève avait déjà connu, en tant que passager, dans le cadre d'une activité aéronautique privée, une situation de détresse avec avarie de propulsion et avait montré alors sa capacité à analyser la situation et proposer une solution d'atterrissage forcé qui s'était révélée salutaire. Tout prédispose donc l'équipage, dans une hypothèse d'avarie du GMP, à tenter et gérer convenablement un ACMC et ne pas reporter la décision jusqu'au décrochage. Ainsi, la perte de contrôle finale, dans l'hypothèse de l'avarie du GMP, n'est pas cohérente avec les circonstances de l'accident.

- De plus, il a été formellement établi, par différentes observations<sup>53</sup> corrélées, que l'appareil était configuré avec les volets à 0° au moment de l'impact. Une procédure d'ACMC aurait normalement entraîné une sortie des volets à 15° ou 25° en phase finale.
- Le principal témoin précise par ailleurs que le bruit de l'appareil avait traduit une remise en puissance à l'approche de la ligne électrique qui se trouvait au bout du champ survolé (voir chapitre 2.1.1.1 pages 34 à 36). Par ailleurs, la manœuvre décrite s'apparente à une ressource.

**En conclusion, l'hypothèse qu'un dysfonctionnement du GMP soit à l'origine de l'accident est REJETÉE.**

#### ***2.2.2.2. Incendie dans le cockpit***

##### **Hypothèse : Un incendie dans le cockpit est à l'origine de l'accident.**

Des événements, survenus dans l'aviation générale notamment, ont montré qu'un incendie dans le cockpit d'un appareil à cabine étroite pouvait conduire, en très peu de temps (moins d'une minute), à une situation critique par le stress engendré puis à une perte de contrôle de l'avion.

---

<sup>53</sup> Voir Rapport d'investigation 42 - DAI - 04 du 23 juin 2004, en annexe 5, pages 12/45 et 13/45.

Cependant, les observations faites sur l'épave de l'Epsilon n'ont montré, à certains points révélateurs d'un appareil non pressurisé (trou d'évacuation d'humidité, trappes), aucun dépôt de suie avec trace dynamique que provoque l'effet du vent relatif et caractéristique d'un incendie interne.

De plus, les deux témoins oculaires qui ont aperçu l'appareil juste avant l'impact attestent que celui-ci ne laissait échapper aucun fluide, aucune traînée ni fumée.

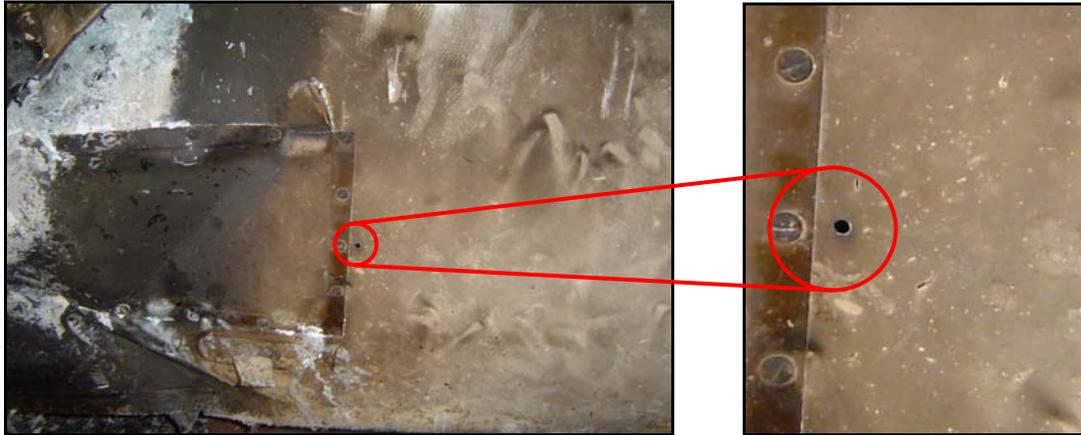


Photo n°16 : vue du dessous du fuselage

Trou d'évacuation avec absence de suies déposées en dynamique

**L'hypothèse qu'un incendie soit à l'origine de l'accident est REJETÉE**

### *2.2.2.3. Dysfonctionnement des commandes de vol*

**Hypothèse : Un dysfonctionnement sur une des chaînes de commande de vol est à l'origine de l'accident.**

L'expertise menée par le CEAT dans le hangar du BEA Défense a montré que :

- les commandes de roulis (ailerons, trim et tab, timonerie),
- les commandes de tangage (gouverne de profondeur, tab, timonerie),
- les commandes de direction (gouverne de direction, timonerie),

ne présentaient pas d'autres dommages que ceux consécutifs à l'impact au sol.

De plus, les éléments relatés par le principal témoin oculaire attestent que l'appareil a évolué sur au moins deux axes (tangage, roulis) pour éviter et franchir la ligne électrique se trouvant juste avant la départementale 939.

**L'hypothèse qu'un dysfonctionnement sur une des chaînes de commande de vol est à l'origine de l'accident est REJETÉE**

### 2.2.3. Causes humaines

#### 2.2.3.1. Intoxication de l'équipage

**Hypothèse : Une intoxication de l'équipage est à l'origine de la perte de contrôle.**

L'absence de cause environnementale ou technique saillante a amené le groupe d'enquête à s'interroger sur une éventuelle altération des facultés de l'équipage par un élément exogène.

Des événements survenus dans l'aviation civile ont parfois révélé que certains accidents trouvaient leur explication dans la présence, par exemple, de monoxyde ou dioxyde de carbone dans le sang du pilote ou de l'équipage.

Dans le cas présent, les analyses toxicologiques n'ont relevé aucun problème biologique, toxicologique ou médicamenteux particulier.

Les examens médico-légaux pratiqués ont montré que les deux pilotes étaient conscients juste avant l'impact, et que le moniteur tenait les commandes de l'avion au moment du choc.

De plus, un phénomène d'intoxication par CO ou CO<sub>2</sub> est un processus lent qui altère progressivement les capacités physiques et intellectuelles. Or, la brièveté de la dégradation de la situation, moins d'une minute entre le vol stabilisé rectiligne et l'impact, sans signe précurseur témoignant de difficultés (écart de route, messages radio avec une intonation anormale), n'est pas compatible avec cette hypothèse.

**L'hypothèse qu'une intoxication de l'équipage soit à l'origine de la perte de contrôle est REJETÉE.**

### ***2.2.3.2. Erreurs dans la conduite du moteur liée à l'IHM<sup>54</sup>***

**Hypothèse : Une erreur dans la conduite du moteur, liée à l'IHM de l'Epsilon, a contribué à l'accident.**

Des enquêtes précédentes concernant l'avion Epsilon, notamment celle effectuée après un incident aérien grave survenu en février 2003<sup>55</sup>, ont mis en exergue une possibilité de confusion dans l'utilisation des différentes manettes du GMP pouvant conduire à une situation de perte de puissance.

Cette confusion est rendue possible par l'ergonomie de l'Epsilon où les manettes de richesse et d'hélice, de couleurs différentes mais proches l'une de l'autre, peuvent être confondues lors d'une action réalisée rapidement et sans observation compte tenu de leurs formes peu différentes.



*Photo n°17 : vue des différentes commandes moteur sur Epsilon*

---

<sup>54</sup> IHM : interface homme-machine.

<sup>55</sup> Voir dossier BEAD n°A-2003-006-I concernant l'incident grave survenu le 24 février 2004 au TB 30 n°124.

L'hypothèse d'une erreur liée à la conduite moteur peut alors être placée à deux moments distincts :

- soit avant le virage, et ainsi avoir un lien avec le déclenchement de ce dernier,
- soit pendant la manœuvre et expliquer la situation de détresse.

Dans le premier cas, dans la phase de vol concernée (retour au terrain avec trajectoire stabilisée) aucune action sur l'une des deux manettes précitées n'est normalement nécessaire. Si, malgré tout, une action avait été faite, elle n'aurait pu que consister au réajustement de l'hélice ou de la richesse respectivement vers « plein petit pas » ou « plein riche » car toute autre action (diminution de la richesse du pas) n'est pas rationnelle à quelques minutes de l'intégration au terrain. C'est pourquoi, la seule action envisageable sur les manettes de puissance, à ce stade du vol, ne peut pas avoir produit un effet de type « perte de puissance ».

Dans le deuxième cas, il est nécessaire d'envisager la perte de puissance au cours de l'évolution par une action inappropriée d'un des membres d'équipage. Cette éventualité ne semble pas crédible. En effet, la seule action logique sur les commandes du moteur pendant un virage concerne la manette des gaz, qui ne laisse place à aucune confusion, afin de réajuster la puissance nécessaire. Si la manette de richesse avait été, par mégarde (accrochée par le blouson de vol par exemple), tirée vers l'arrière pendant le virage, la réaction normale aurait été d'interrompre le virage et de prendre de l'altitude pour analyser le problème et appliquer la liste de contrôle « panne moteur (arrêt ou ratés) ». Cela ne correspond pas au comportement de l'avion dans les trente dernières secondes, qui poursuit un virage. De surcroît, l'expérience du moniteur aurait dû lui permettre de trouver l'anomalie et de la résoudre sans difficulté.

**L'hypothèse qu'une erreur dans la conduite du moteur, liée à l'IHM de l'Epsilon a contribué à l'accident est REJETÉE.**

### 2.2.3.3. *Indiscipline*

**Hypothèse : La perte de contrôle de l'appareil est la conséquence d'une manœuvre volontaire, mal maîtrisée et n'ayant pas de lien avec la mission.**

Une telle supposition est difficilement compatible avec les éléments suivants relevés par le groupe d'enquête :

- la trajectoire suivie par l'équipage depuis le départ de l'axe de travail ne montre pas d'écart pouvant indiquer l'abandon ponctuel de la mission au profit d'un objectif personnel,
- la trace radar de l'appareil juste avant l'accident ne témoigne pas d'une évolution de ce dernier selon une figure de type « voltige » (boucle, barrique, etc.). En effet, l'avion disparaît rapidement en plot secondaire puis primaire, sans prise d'altitude préalable, et ne réapparaît plus jusqu'à l'impact,
- le profil du vol lors des derniers contacts radar montre que l'équipage garde une marge de hauteur par rapport au sol (900 pieds) bien supérieure à ce que la réglementation lui permet (330 pieds en CAM V), et même au dessus de ce qui avait été annoncé au contrôle,
- la transmission du message « *mayday* » (mot répété deux fois) n'est pas cohérente avec une telle hypothèse. Elle suppose l'analyse par son auteur d'une situation difficile, voire catastrophique, face à laquelle il signale son impuissance,
- le moniteur se trouve peu de temps avant l'accident dans une phase de vol comportant une charge de travail importante peu propice à laisser le champ libre à une quelconque indiscipline, souvent favorisée par une période d'inaction :
  - ⇒ il suit les deux solos et a montré depuis le début de la mission son investissement dans cette tâche (conseils au décollage, hippodrome d'attente pendant le transit aller, questions sur axe, et descente lors du transit retour pour faciliter sa prise de visuel). Les derniers messages qu'il a dû entendre quelques instants avant la mise en virage, sont des transmissions de position des solos MOLOCH 341 et 345,

- ⇒ il a, en plus, la charge de formation de l'élève pilote dans une phase de début et gère le pilotage, la trajectoire et les communications radio. A ce stade du trajet (4 minutes avant l'intégration au circuit de piste) et avec un élève se trouvant à ce niveau de la progression, le moniteur doit également se préoccuper de prodiguer des conseils sur les circuits et les points d'intégration à son élève,
- le moniteur instruit un élève en début de progression, qu'il ne connaît pas, et issu d'un milieu militaire différent. Celui-ci représente un regard extérieur donc un potentiel de censure, rendant encore plus incongrue l'hypothèse d'une telle dérive,
  - en outre, l'étude de la personnalité du moniteur montre qu'il s'agit d'un pilote sérieux, rigoureux, sans trait de caractère impulsif ou agressif. Son dossier professionnel ne révèle aucun antécédent montrant une quelconque propension à sortir du cadre de la mission.

***L'hypothèse que la perte de contrôle de l'appareil soit la conséquence d'une manœuvre volontaire, mal maîtrisée et n'ayant pas de lien avec la mission est REJETÉE.***

**Conclusion partielle**

***Le groupe d'enquête a établi :***

- ***qu'aucune cause technique ou liée à l'interface homme/machine,***
- ***aucune cause environnementale directe (météorologique ou aviaire),***
- ***aucune anomalie biologique constatée sur l'équipage,***
- ***aucune manœuvre d'indiscipline,***

***n'était vraisemblablement susceptible de se situer à l'origine de l'accident.***

#### **2.2.3.4. Raison possible de la mise en virage**

L'étude de l'enregistrement de la fréquence commune d'approche (en annexe 2, page 66) et des positions relatives des différents appareils lors de leur retour révèle une situation confuse concernant la situation aérienne liée à une erreur de représentation mentale de la part du contrôleur et également du moniteur.

Cette erreur de représentation, détaillée en annexe 3, conduit MOLOCH 42 à s'imaginer qu'il se trouve juste derrière le solo MOLOCH 341 alors qu'en réalité il est derrière l'autre solo MOLOCH 345.

Ainsi, à 10h52min.42sec, lorsque MOLOCH 345 s'annonce « à une minute de Hiersac », MOLOCH 42 a des raisons de croire que ce dernier (et peut être également la patrouille RAFIOT HOTEL) se trouve juste derrière lui.

Environ trente secondes plus tard le début de virage est observé sur le radar.

Le moniteur a l'habitude de pratiquer ce type de manœuvre de retardement pour laisser passer les solos qu'il a pour mission d'assister (voir paragraphe 1.1.2.2 - *Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement* - page 11).

Conclusion partielle

**Dans le contexte de l'erreur de représentation, la mise en virage de l'Epsilon dans la minute qui précède l'accident peut s'inscrire, de façon cohérente, dans la volonté de détecter visuellement un ou des appareils que le moniteur avait des raisons d'imaginer trouver juste derrière lui.**

#### **2.2.3.5. Causes possibles pour la situation de proximité du sol**

La perte rapide d'altitude et l'émission du message « *Mayday* » résultent d'une absence de maîtrise du pilotage, par l'équipage, pendant une période de temps significative. Le groupe d'enquête a retenu les hypothèses suivantes, non exclusives les unes des autres, pour tenter de préciser ce phénomène :

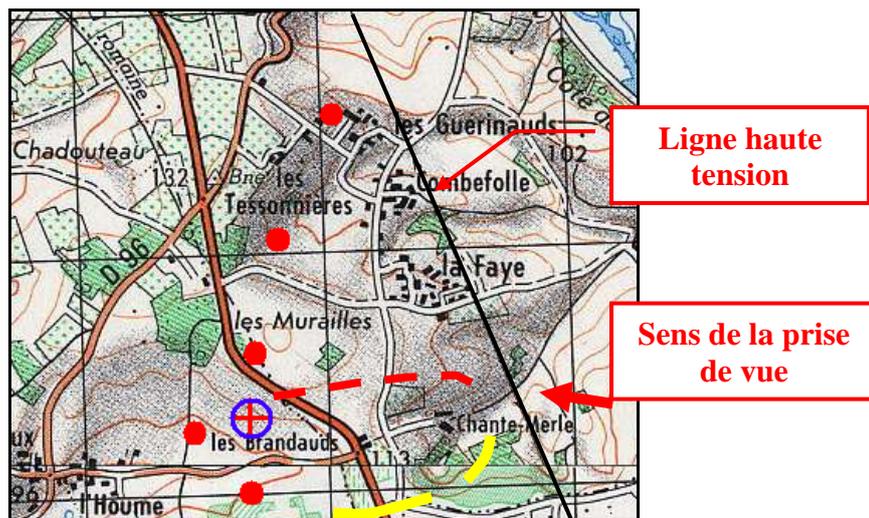
- incapacité physiologique temporaire du moniteur,
- erreur d'inattention du moniteur pendant le virage, focalisé sur la recherche d'un ou plusieurs appareils qui n'existent pas,

- défaut de technicité du pilotage par l'élève<sup>56</sup> détectée trop tardivement par le moniteur,
- déclenché dynamique causé par un pilotage dissymétrique en virage.

Il n'est pas possible de privilégier l'une d'entre elles compte tenu de l'absence d'enregistrement et de témoin direct de cette phase du processus de l'accident. En outre, la ligne électrique haute tension Fléac-Niort, qui passe à proximité immédiate du lieu où l'avion a été observé à très faible hauteur, a pu constituer un obstacle pour le pilote aux commandes et rendre la situation encore plus critique.



*Photo n°18 : vue de la ligne électrique haute tension en direction du Nord-Ouest selon le schéma ci-dessous*



<sup>56</sup> Il est possible que le moniteur ait laissé le pilotage de l'appareil à l'élève, complètement ou partiellement pendant le transit retour, notamment si ce dernier avait particulièrement réussi les exercices sur axe.

### ***2.2.3.6. Mécanismes possibles de la perte de contrôle finale***

Le terme « perte de contrôle » peut recevoir dans le cadre de cette analyse deux interprétations différentes. Correspondant à une prise d'attitude de l'avion irrattrapable, compte tenu de la faible hauteur dans la phase de ressource et de remise de gaz (évoquée pages 34 et 35), cette définition peut traduire :

- soit le résultat d'une action inappropriée sur les commandes de vol,
- soit un décrochage aérodynamique de l'appareil<sup>57</sup>.

Les circonstances ayant pu conduire à ces deux phénomènes sont analysées dans le chapitre qui suit.

### ***2.2.3.7. Perte de contrôle : altération de la synergie de l'équipage***

**Hypothèse : Une altération de la synergie entre le moniteur et l'élève est à l'origine de la perte de contrôle finale.**

Deux cas de figure sont également envisageables lorsque l'appareil aborde la phase correspondant à cette ressource, manœuvre franche, volontaire et rationnelle :

- le moniteur est en possession de (ou a recouvré) l'ensemble de ses capacités<sup>58</sup> et assume le pilotage,
- le moniteur est en situation d'incapacité et l'élève est en train de piloter.

Ainsi, dans le premier cas de figure présenté, il est concevable qu'après la situation de proximité du sol que vient de vivre l'équipage, traduisant un grave écart dans la conduite de la trajectoire, l'élève ait eu une réaction vive, qui a pu se manifester de façon verbale ou par une interaction volontaire ou non sur les commandes de vol. Il a alors pu gêner le moniteur dans son pilotage ou le distraire de la surveillance des paramètres.

Dans le deuxième cas, il est possible que le scénario inverse se soit produit. En effet, si l'élève est aux commandes au moment de la ressource, le moniteur peut avoir tenté de reprendre les commandes, malgré une désorientation rémanente possible.

---

<sup>57</sup> Phénomène de chute d'un avion du à la destruction de la portance des ailes conséquence d'une incidence trop élevée. À faible vitesse (en palier ou en montée) l'incidence, qui est l'angle formé entre le plan des ailes et le vecteur vitesse de l'appareil, atteint une valeur limite au-delà de laquelle l'avion décroche.

<sup>58</sup> Physiques ou cognitives.

Un défaut de technicité de la part de l'élève est également envisageable. Il peut avoir mal dosé la ressource après l'évitement de la ligne électrique. L'hypothèse d'un décrochage est alors envisageable, le moniteur ne plaçant ses mains sur les commandes qu'au dernier moment et ne pouvant pas récupérer l'appareil. Cette thèse est suggérée par les résultats des examens médico-légaux montrant que le moniteur avait très probablement les mains sur les commandes au moment de l'impact.

Dans les deux situations évoquées le membre d'équipage qui n'était pas aux commandes a ainsi pu intervenir et gêner celui qui était en fonction.

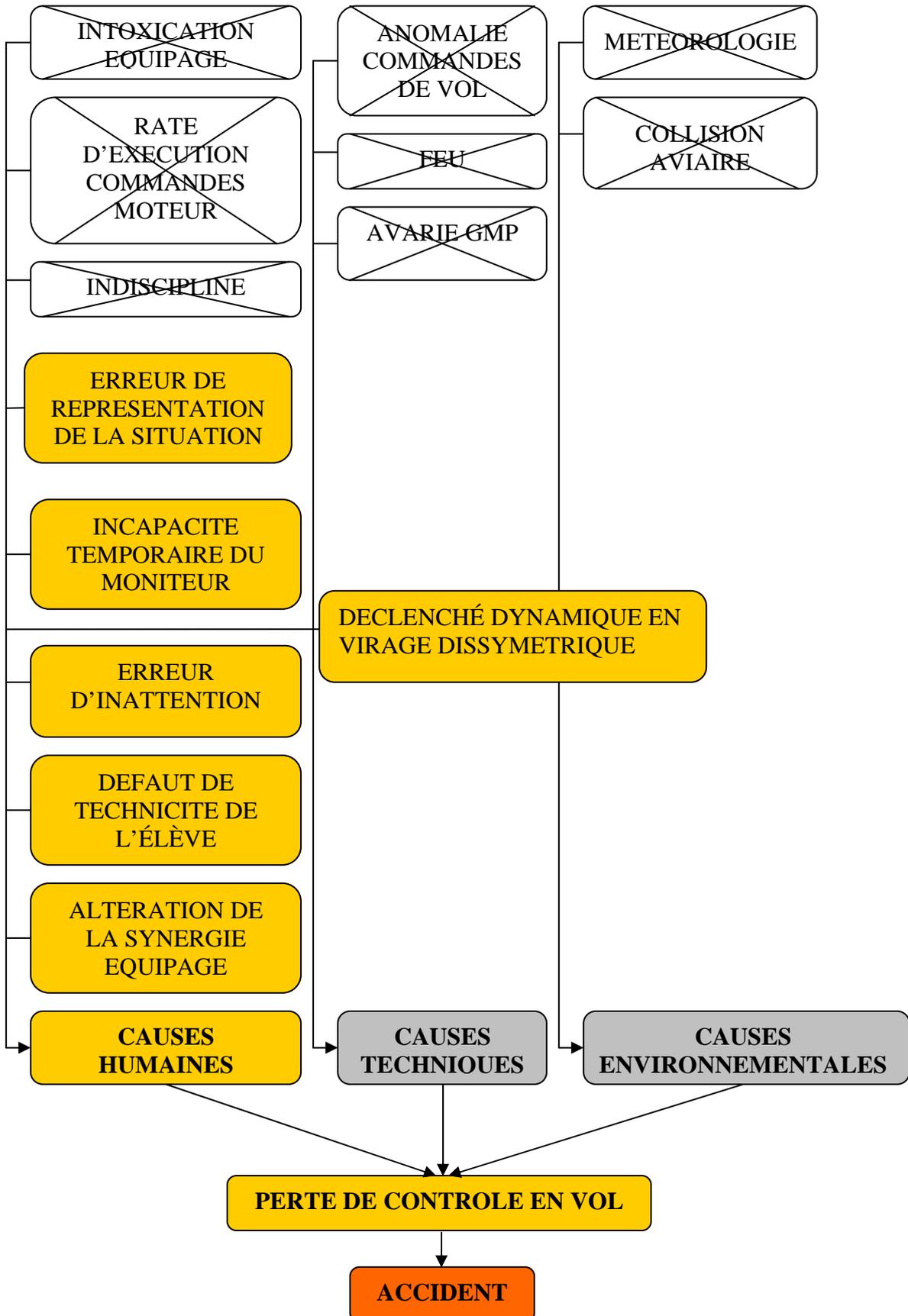
Le fonctionnement du binôme particulier constitué par un élève et son moniteur en école, dans une situation de crise et dans le cadre spécifique de l'aéronef en configuration tandem qui ne permet pas d'observer l'autre pilote, sa gestuelle et les éventuels symptômes d'une défaillance physique, est un domaine encore peu abordé dans la formation des instructeurs. Dans certaines de ces situations, l'élève, bien qu'indispensable pour effectuer certaines procédures de secours sur l'Epsilon, peut devenir une charge importante pour le moniteur et risque de constituer une gêne qu'il faut savoir gérer.

La prise en compte ou non de l'expérience aéronautique civile de l'élève, le juste niveau d'information nécessaire à son égard en situation de détresse, la réaction de ce dernier en cas d'incapacité du moniteur, sont autant de domaines qui sont peu développés.

En conclusion,

**L'hypothèse qu'une altération de la synergie entre le moniteur et l'élève soit à l'origine de la perte de contrôle est POSSIBLE.**

### 2.3. ARBRE DES CAUSES POSSIBLES DE L'ACCIDENT



### 3. CONCLUSION

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

- L'Epsilon n° 23 était entretenu conformément aux règles en vigueur et n'avait pas connu de panne dans la semaine qui a précédé l'accident.
- Des recherches exhaustives tant sur le groupe motopropulseur que sur la cellule n'ont révélé aucune défaillance technique majeure susceptible d'expliquer l'accident.

Le GMP était en état pour fonctionner normalement. Il ne délivrait que peu ou pas de puissance au moment de l'impact. Toutefois, les témoignages attestent d'un régime moteur élevé quelques secondes avant la perte de contrôle.

- L'équipage était apte à effectuer le vol et possédait les qualifications requises pour cette mission.
- L'avion a percuté le sol sur le dos, avec un angle de piqué prononcé et l'aile gauche basse. La configuration de l'appareil était lisse. Il a rebondi pour ensuite retomber à plat à une quinzaine de mètres.
- Les autopsies ont révélé que les deux membres d'équipage étaient conscients au moment de l'impact et que, vraisemblablement, le moniteur était aux commandes.
- Les conditions météorologiques étaient compatibles avec la mission. Aucun élément d'environnement ne peut être à l'origine de l'accident.
- Alors qu'il était établi en très basse altitude (900 pieds/sol), moins d'une minute avant l'accident, l'Epsilon a débuté un virage par la gauche. Au cours de cette manœuvre l'avion s'est retrouvé dans une situation de proximité avec le sol (quelques mètres) et un message de détresse a été émis. Quelques secondes plus tard le contrôle de l'appareil a été perdu.
- La mise en virage trouve son explication dans une situation aérienne mal comprise par le moniteur, entraînant une erreur de représentation et une manœuvre destinée à acquérir le visuel sur un ou plusieurs appareils imaginés à tort sur l'arrière.

## **3.2. CAUSES POSSIBLES DE L'ÉVÉNEMENT**

### **3.2.1. Causes environnementales**

Aucune trace de collision aviaire n'a été retrouvée sur l'épave.

Compte tenu des éléments d'analyse, la survenue d'un événement mineur, une manœuvre d'évitement d'oiseau par exemple, qui a pu constituer une perturbation au cours du virage, ne peut pas être écartée. Toutefois, cela ne suffirait pas pour expliquer l'accident. Car, pour conduire à une situation catastrophique dans un laps de temps aussi court, un incident de cette nature aurait produit des dégâts identifiables sur l'appareil. Dans d'autres cas, des appareils assez endommagés (voir *Photos 12 et 13*, page 38) sont restés contrôlables.

La météorologie, bien qu'elle ait contraint l'équipage à descendre légèrement trois minutes avant l'accident, ne pouvait pas gêner le pilote aux commandes lors du virage.

Aucune cause environnementale ne peut donc être retenue pour expliquer, à elle seule, l'accident.

### **3.2.2. Causes techniques**

De la même manière que dans le paragraphe précédent, l'absence de moyen de restitution et l'état de l'épave ne permettent pas d'exclure qu'une anomalie mineure se soit produite. Mais cette dernière, sans être de nature à compromettre immédiatement la sécurité de l'appareil, n'aurait pu jouer qu'un rôle perturbateur et éventuellement concourir à troubler l'attention du pilote.

Les causes techniques majeures susceptibles d'expliquer cet accident (avarie du groupe motopropulseur, incendie à bord ou problème sur les commandes de vol) ont été écartées.

### **3.2.3. Causes humaines**

Le groupe d'enquête retient donc plusieurs causes liées au facteur humain comme pouvant être à l'origine de l'accident. Elles concernent les trois points clés du processus de l'événement et peuvent être déclinées ainsi :

- mise en virage : elle est cohérente avec le contexte des trois minutes qui précèdent l'accident et peut être expliquée par une représentation mentale erronée de la situation aérienne par le moniteur.

Ce type d'erreur est considéré dans les cours de facteurs humains comme la plus grave et dangereuse car elle résiste même à des informations fortement contradictoires et engendre une réaction qui est bonne mais uniquement par rapport à ce qui a été compris.

- Situation de proximité avec le sol : elle peut être due à trois causes potentielles, non exclusives les unes des autres. Une incapacité physiologique temporaire du moniteur ou une erreur d'inattention de ce dernier pendant le virage. Dans le cas où l'élève est aux commandes pendant cette manœuvre, un défaut de technicité du pilotage de ce dernier est également possible.
- Perte de contrôle : la cause directe de l'accident est une perte de contrôle de l'appareil dont le contexte, précisé par les éléments évoqués supra, permet d'appréhender les origines possibles. Avec un appareil ne présentant aucune avarie majeure et un équipage expérimenté et conscient, seule une altération de la synergie de l'équipage, conséquence des événements vécus dans les secondes précédentes, peut expliquer la perte de contrôle.

## 4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

#### 4.1.1. Altération de la synergie de l'équipage.

La formation des moniteurs de l'EPAA, notamment au CFIP<sup>59</sup>, est axée principalement sur la pédagogie. Les pilotes qui sont affectés dans cette école ont effectivement suivi, pour la plupart, des cours de CRM<sup>60</sup> pendant leur cursus dans l'armée de l'air, mais cette formation ne s'attache qu'à inculquer des connaissances et un savoir faire pour optimiser le fonctionnement d'un cockpit ordinaire en situation normale ou dégradée afin d'améliorer la sécurité des vols.

Compte tenu de la cause retenue pour l'accident, faisant état d'une altération possible de la synergie de l'équipage, le bureau enquêtes accidents défense recommande :

**qu'une formation spécifique, abordant les situations d'urgence et de détresse dans le contexte moniteur/élève en tandem soit mise en place dans les écoles, en partenariat avec les services experts en facteurs humains dans les armées.**

---

<sup>59</sup> CFIP : centre de formation des instructeurs pilotes.

<sup>60</sup> CRM : *cockpit resources management* (gestion des ressources du cockpit) se définit comme l'utilisation effective de toutes les ressources disponibles, c'est-à-dire de l'équipement, des procédures et des personnes, en vue d'assurer la sécurité et l'efficacité des vols. (Définition OACI).

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

### **4.2.1. Difficultés concernant l'établissement de la situation air**

L'enquête a montré, sans que cela soit une cause directe de l'accident, que les difficultés rencontrées, pour appréhender les positions relatives des différents appareils ont été à l'origine d'erreurs de représentation de la part du contrôleur et du moniteur. Cette erreur de représentation a pu engendrer, chez ce dernier, un état de préoccupation important motivant une manœuvre identifiée comme à la genèse du processus de l'accident.

Les CPUT<sup>61</sup> de Cognac prévoient le même code mode 3/A (4677) pour tous les appareils qui transitent en COM V vers ou en retour des secteurs et axes de travail. Une séparation du trafic rentrant et sortant est réalisée par écart d'altitude (1500 QNH à la sortie, 2000 pieds QNH au retour) mais rien ne permet d'assurer l'identification précise de chaque appareil.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense recommande que :

**les procédures (CPUT) de départ et de retour au terrain de Cognac en COM V vers les secteurs et axes de travail soient réétudiés pour permettre un service d'information en vol plus précis.**

En outre, l'étude des communications entre MOLOCH 42 et le contrôleur sur la fréquence commune d'approche a révélé un manque de rigueur dans l'application de la phraséologie par rapport aux règles en vigueur<sup>62</sup>. Cela a pu contribuer, en partie, à maintenir la confusion concernant la situation air (par exemple, non utilisation par MOLOCH 42 de son indicatif lors des premiers contacts sans réaction de la part du contrôleur).

---

<sup>61</sup> CPUT : consignes permanentes d'utilisation du terrain.

<sup>62</sup> Instruction n° 950 DIRCAM (phraséologie de la CAM en temps de paix) et arrêté du 27 juin 2000 relatif aux procédures de radiotéléphonie en CAG

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense recommande :

**de contrôler le respect des règles de phraséologie par tous les utilisateurs des fréquences de contrôle (pilotes, contrôleurs, élèves,) particulièrement en école.**

#### **4.2.2. Déclenchement de l'alerte**

L'étude de la fréquence tour montre que, lors de la retransmission du « *mayday* » par RAFIOT HOTEL, le contrôleur en poste n'a pas de réaction sur la fréquence (interrogation d'autres appareils en vol pour confirmer ou non le message, appel et recensement de tous les appareils en vol pour identifier un éventuel manquant, etc.). Cette absence d'action réflexe sur une alerte ainsi transmise aurait pu, dans d'autres circonstances, être préjudiciable au sauvetage d'un équipage (blessé par exemple).

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense recommande que :

**le commandement de la base aérienne de Cognac s'assure de l'existence de plans réflexes (PAN, MAYDAY, etc.) à portée des personnels de quart dans les organismes de contrôle, de leur connaissance et de leur utilisation par ces derniers.**

#### **4.2.3. Enregistreur de paramètres**

Compte tenu des difficultés rencontrées par le groupe d'enquête pour établir les causes possibles et les circonstances de l'accident, de la nécessité de recourir à de multiples expertises pour s'assurer de l'absence de défaillance majeure sur l'appareil et des délais induits par ces dernières pour la production du rapport d'enquête, le bureau enquêtes accidents défense recommande :

**que l'installation d'un système d'enregistrement de paramètres soit étudiée pour l'aéronef TB 30 Epsilon.**

#### 4.2.4. Système OTARIS

Le groupe d'enquête a exploité les enregistrements issus du système OTARIS<sup>63</sup> pour tenter d'élaborer une reconstitution la plus précise possible de la trajectoire de l'appareil dans les dernières minutes de vol. Toutefois les experts concernés se sont heurtés à des difficultés liées à des imprécisions du système, aussi bien pour le positionnement géographique sur un fond de carte, qui peut être amélioré, que pour le calage de l'échelle de temps.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense recommande :

**d'étudier la faisabilité d'une amélioration du système OTARIS, dans le but de faciliter l'exploitation rapide des enregistrements dans le cadre des enquêtes techniques aéronautiques.**

---

<sup>63</sup> OTARIS : outil de traitement d'acquisition et de restitution des informations du STRIDA (système de traitement et de représentation des informations de la défense aérienne).

# *Bureau enquêtes accidents Défense*

## **RAPPORT FINAL D'ENQUETE TECHNIQUE**

**BEAD-A-2004-008-A**



**ANNEXES**

## ANNEXES

**Erreur ! Source du renvoi introuvable.. Erreur ! Source du renvoi introuvable. page Erreur !**

- 2. Transcription des communications radio \_\_\_\_\_ page 66
  - 2.1. Fréquence commune approche (VHF – 142,45) \_\_\_\_\_ page 66
  - 2.2. Fréquence tour (UHF– 279,225) \_\_\_\_\_ page 67
  
- 3. Mécanisme de l’erreur de représentation \_\_\_\_\_ page 68
  - 3.1. Confusion sur la situation aérienne \_\_\_\_\_ page 68
  - 3.2. Motivation pour la mise en virage \_\_\_\_\_ page 70
  
- 4. Listes de contrôle Epsilon – MCE 122 \_\_\_\_\_ page 72
  
- 5. Rapport d’investigation 42 - DAI - 04 du 23 juin 2004 \_\_\_\_\_ page 73

# 1. PROGRAMME DE LA MISSION PILOTAGE

## ACCOUTUMANCE 3

Durée : 1 heure / Double commandes/sur secteur/1 atterrissage prévu

- Étude du décollage
- Montée vers le secteur
- Vol rectiligne en palier
- Virage moyen
- Étude du S vertical<sup>64</sup> et du virage moyen en montée et descente
- Étude du décrochage lisse et du décrochage tout sorti
- Étude du virage serré (45° et 60° d'inclinaison)
- Descente et retour au terrain
- Étude de l'atterrissage

---

<sup>64</sup> Il s'agit des différents types de montées suivies des différentes descentes.

## 2. TRANSCRIPTION DES COMMUNICATIONS RADIO

### 2.1. FREQUENCE COMMUNE APPROCHE (VHF – 142,45)

**C :** Communication émise par le contrôleur  
**10h49'51"** C : *Moloch 341, Approche.*  
**10h49'52"** **Approche de Moloch 341.**  
**10h49'55"** C : *Oui, pour info dans votre secteur 9 heures pour 2 nautiques, vous avez un appareil qui fait route également sur Saint-Même. Vous avez visuel ?*  
**10h50'04"** **Moloch 341 :** *Non, je n'ai pas visuel, Moloch 341.*  
**10h50'06"** C : *il est en train de passer derrière vous pour 2 nautiques, il va être secteur arrière maintenant.*  
**10h50'11"** **Moloch 341 :** *oui, visuel, c'est une patrouille.*  
**10h50'12"** C : *une patrouille, d'accord, merci.*  
**10h50'16"** **Moloch 42 :** *l'approche, a priori, c'est Moloch 42 qui est derrière Moloch 341 et je n'ai pas visuel non plus.*  
**10h50'21"** C : *reçu.*  
**10h50'27"** **Moloch 42 :** *Est-ce que vous pouvez me donner un relèvement ?*  
**10h50'33"** C : *Et bien, il est plein arrière, 2 nautiques.*  
**10h50'40"** **Moloch 42 :** *Moloch 341 est derrière Moloch 42, c'est ça ?*  
**10h50'44"** **Moloch 341 :** *Je les ai vu passer dans mes 6 heures.*  
**10h50'47"** C : *Moloch 341 doit être devant Moloch 42.*  
**10h50'49"** **Moloch 42 :** *Bien pris.*  
**10h50'53"** **Moloch 42 :** *Moloch 42, je descends à 500 pieds parce qu'avec les nuages à 2000, j'ai du mal à le voir.*  
**10h50'58"** C : *Reçu.*  
**10h50'59"** **Moloch 42 :** *Moloch 42, j'ai visuel.*  
**10h51'01"** C : *"2 coups d'alternat"*  
**10h51'51"** **Moloch 341 :** *Moloch 341, Saint-Même en vue.*  
**10h51'55"** C : *Reçu, Moloch 341, et bien, dès à présent, avec Cognac Tour 14 vert.*  
**10h52'00"** **Moloch 341 :** *Avec Cognac Tour 14 vert, Moloch 341.*  
**10h52'42"** **Moloch 345 :** *Moloch 345, à une minute de Hiersac.*  
**10h52'44"** C : *Reçu, rappelez en vue de Saint-Même, Moloch 345.*  
**10h52'47"** **Moloch 345 :** *Moloch 345.*  
**10h52'49"** C : *Moloch 345, pour info dans vos midi pour 4 nautiques, vous avez 2 Epsilon en route sur Saint-Même.*  
**10h52'59"** **Moloch 345 :** *Moloch 345, je n'ai pas visuel*  
**10h53'02"** C : *Reçu.*  
**10h53'13"** **BRUIT ANORMAL**  
**10h53'42"** **Moloch 345 :** *Moloch 345, Saint-Même en vue*

## 2.2. FREQUENCE TOUR (UHF- 279,225)

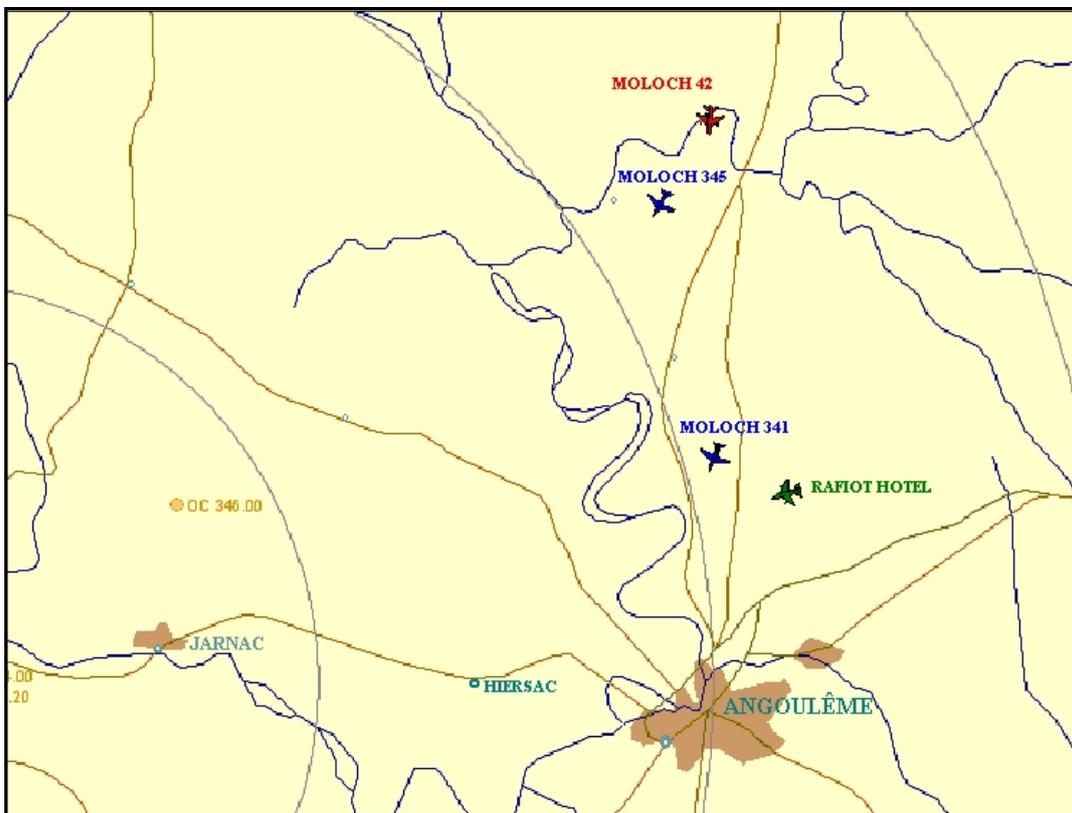
**C :** Communication émise par le contrôleur  
**10h52'40"** CHANGEMENT DE QFU 27 + TRAFIC DENSE.  
**10h53'05"** BROUILLAGE RADIO.  
**10h53'45"** Rafiot Hotel : *L'approche, Rafiot Hotel.*  
**10h53'53"** Rafiot Hotel : *Airport, Rafiot Hotel.*  
**10h53'54"** C : *Rafiot Hotel, j'écoute.*  
**10h54'00"** Rafiot Hotel : *Oui, Hotel leader et Hotel 2, il nous a semblé entendre quelqu'un crier MAYDAY sur la fréquence, a priori sur la fréquence Airport.*  
**10h54'03"** C : *J'ai pas reçu.*  
**10h54'20"** Moloch 341 : *Moloch 341, Saint-Même, 23, 1014.*  
**10h54'37"** C : *Moloch 341, 27 in use, 1015.*  
**10h55'25"** Rafiot Hotel : *Rafiot Hotel, Saint Mêmes, 27.*  
C :  
**10h55'45"** Moloch 345 : *Moloch 345, Saint-Même, 27.*  
C : *1015 QFE.*

### 3. MECANISME DE L'ERREUR DE REPRESENTATION

#### 3.1. CONFUSION SUR LA SITUATION AERIENNE

Dans la zone où se trouvent les appareils vers 10H50, espace aérien non contrôlé, où seul le service d'information de vol est rendu, le contrôleur effectue une information de trafic au profit de MOLOCH 341 à 10h50 :

- 10h49'55" Le Contrôleur : *Oui, pour info dans votre secteur 9 heures pour 2 nautiques, vous avez un appareil qui fait route également sur Saint-Même. Vous avez visuel ?*
- 10h50'04" Moloch 341 : *Non, je n'ai pas visuel, Moloch 341.*
- 10h50'06" Le Contrôleur : *il est en train de passer derrière vous pour 2 nautiques, il va être secteur arrière maintenant.*
- 10h50'11" Moloch 341 : *oui, visuel, c'est une patrouille.*
- 10h50'12" Le Contrôleur : *une patrouille, d'accord, merci.*



Situation des appareils vers 10h50

L'information de la présence d'un seul appareil par le contrôleur s'explique par le fait que, compte tenu de la proximité des deux appareils et des capacités de discrimination du radar il ne visualise qu'un seul écho sur son scope.

Cet échange conduit MOLOCH 42 à réagir immédiatement.

- 10h50'16" Moloch 42 : *l'approche, a priori, c'est Moloch 42 qui est derrière Moloch 341 et je n'ai pas visuel non plus.*
- 10h50'21" Le Contrôleur : *reçu.*
- 10h50'27" Moloch 42 : *Est-ce que vous pouvez me donner un relèvement ?*
- 10h50'33" Le Contrôleur : *Et bien, il est plein arrière, 2 nautiques.*

La communication montre que MOLOCH 42 s'estime être juste derrière MOLOCH 341 alors qu'en réalité il se trouve immédiatement derrière MOLOCH 345.

Cette méprise a vraisemblablement été rendue possible par le fait que MOLOCH 42 était encore au dessus de la couche nuageuse, sur axe, lorsque les deux solos sont descendus à 2000 pieds QNH pour le transit. Il n'a donc probablement pas pris conscience, les deux appareils ayant annoncé leur départ à 30 secondes d'intervalle, qu'il se trouve déjà derrière tout le groupe et pense voir devant lui l'appareil qui se trouvait sur l'axe le plus proche (MOLOCH 341). En outre, la question posée à 10h 50min 16s montre qu'il n'a forcément compris ou entendu que MOLOCH 341 annonçait qu'il s'agissait bien d'une patrouille juste derrière lui.

Le contrôleur ne peut pas faire la discrimination entre les trois MOLOCH et la patrouille RAFFIOT HOTEL, car tous les appareils affichent, dans cette phase de vol, le même code mode 3 sur leur transpondeur. Il fait également une erreur de représentation en imaginant MOLOCH 42 à la place des RAFFIOT HOTEL. L'information qui lui est donnée à 10h 50min 16s et la question qui lui est adressée à 10h 50min 27s, par MOLOCH 42, sont émises sans indicatif d'appel. Il les attribue donc à un des appareils de la patrouille. Il répond donc en pensant donner la position de MOLOCH 42 (qu'il imagine à la place des RAFFIOT HOTEL) par rapport à MOLOCH 341 ; « *Et bien, il est plein arrière, 2 nautiques* ». Cette réponse ne peut qu'entraîner une incompréhension de MOLOCH 42 qui demande à 10h50min40s « *Moloch 341 est derrière Moloch 42, c'est ça ?* »

La réponse donnée par MOLOCH 341 à 10h 50min 44s « *Je les ai vu passer dans mes six heures* », peut être, en réalité, facilement interprétée, compte tenu du bruit de fond et de la qualité moyenne de l'émission comme « je l'ai vu passer dans mes six heures » ou « je vous ai vu passer dans mes six heures ».

A ce moment, tout concourt à ce que MOLOCH 42 se conforte dans l'idée que MOLOCH 341 l'a vu passer derrière lui.

La réponse du contrôleur à 10h 50min 47s finit probablement d'établir cette certitude dans l'esprit de MOLOCH 42 : « *Moloch 341 doit être devant Moloch 42* ».

Compte tenu de cette information MOLOCH 42 demande à descendre pour acquérir le visuel, ce qui est réalisé immédiatement. Ce dernier événement, confirme encore un peu plus, dans l'esprit du moniteur, l'idée qu'il transite juste derrière MOLOCH 341 et en fin de « cortège », plaçant ainsi MOLOCH 345 devant 341. Dans le cas contraire, il aurait déjà effectué un virage de retardement comme il a l'habitude de faire pour se retrouver en fin de groupe. Par ailleurs il n'interviendra plus sur la fréquence jusqu'à l'accident.

### **3.2. MOTIVATION POUR LA MISE EN VIRAGE**

Le moniteur a le visuel d'un appareil devant lui à environ 3 nautiques, en route sur Hiersac, quand MOLOCH 341 annonce « *Saint-Même en vue* » à 10h 51min 51s. Il peut alors :

- encore imaginer que MOLOCH 341 fait ce message par anticipation, car Saint-Même est visible en passant Hiersac,
- ne pas avoir entendu le message car en train de dialoguer avec son élève,
- commencer à douter qu'il suit bien MOLOCH 341, sans toutefois identifier précisément l'appareil<sup>65</sup> devant lui.

---

<sup>65</sup> Dans ce secteur, compte tenu de la classe d'espace (G) le contact n'est pas obligatoire. Le moniteur pouvait penser qu'il s'agissait d'un autre appareil. Ainsi, la patrouille RAFIOT HOTEL ne s'est pas signalée sur la fréquence jusqu'au « mayday ».

Lorsqu'à 10h 52min 42s. MOLOCH 345 annonce « à une minute de Hiersac », MOLOCH 42 est à environ une minute trente de vol de ce point de passage. S'il a écouté les messages, il a dû réaliser que MOLOCH 345 se place nettement derrière 341. Toutefois, en persistant dans son erreur de représentation, il peut toujours imaginer que MOLOCH 345 se trouve derrière lui.

Le contrôleur informe ensuite MOLOCH 345 qu'il a deux appareils devant lui<sup>66</sup>, sans préciser qu'il s'agit de la patrouille. MOLOCH 345 annonce qu'il ne les voit pas.

MOLOCH 42 peut alors penser que ces deux appareils sont :

- soit lui-même et l'avion dont il a le visuel, ce qui le conforte dans cette erreur de représentation, plaçant Moloch 345 derrière lui,
- soit la patrouille, ce qui la place potentiellement juste derrière lui. Cela motive encore plus un virage pour prendre le visuel de trois appareils sur l'arrière.

L'étude du vol par OTARIS, a montré que le moniteur pratique ce type de virage de retardement et d'observation en situation d'assistant solo (voir paragraphe 1.1.2.2 - *Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'événement* - page 11).

En outre la qualité dégradée<sup>67</sup> des trois derniers points obtenus par le radar, révèle probablement une mise en descente de l'appareil avant le virage, ce qui est cohérent avec la motivation de ce dernier, pour ne pas créer une situation conflictuelle avec un appareil suiveur.

---

<sup>66</sup> Alors qu'en fait il en a trois : MOLOCH 341 et les deux appareils de la patrouille RAFIOT HOTEL.

<sup>67</sup> Écho radar mixte, primaire et secondaire sans mode C, puis simplement primaire.

## 4. LISTES DE CONTROLE EPSILON – MCE 122

**ATTENTION DANGER**

L'ATTERRISSAGE FORCE EN CAMPAGNE ET L'AMERRISSAGE S'EFFECTUENT OBLIGATOIREMENT TRAIN RENTRE. ILS SONT INTERDITS DE NUIT.

**NOTA** : Vi de Vz MAX - Volets rentrés : 110 kt  
 - Volets 15° : 100 kt  
 - Volets 25° : 90 kt

Gaz réduits on parcourt  $\approx$  1 Nm par 1 000 ft. Le moteur arrêté et/ou le train sorti dégradent ces performances.

**ATTERRISSAGE FORCE (MOTEUR TOURNANT)**

- Vi : 110 kt
- Harnais : SERRES BLOQUES
- Visières : BAISSÉES
- Drisse parachute : DECROCHÉE

**Terrain assuré**

- Train : RENTRE (SORTI SI ATTERRISSAGE SUR PISTE)
- Volets : 15°
- Vi : 100 kt

**En finale** (si possible, Vt < 20 kt)

- Volets : 25°
- Vi : 90 kt (80 kt mini)

**Après l'impact**

- Procédure "EVACUATION D'URGENCE AU SOL"

**ATTERRISSAGE FORCE (MOTEUR ARRETE)**

**NOTA** : L'arrêt volontaire du moteur en vol ne peut être consécutif qu'à un incendie moteur.

- Pompe carburant : ARRET VERIFIE

2002-12 8  
MCE122

---

MCE122  
2002-12 9

- Robinet coupe-feu : FERME
- Magnétos : COUPEES

Idem MOTEUR TOURNANT.

**ATTENTION**

SUR PISTE EN DUR OU EN HERBE, EFFECTUER L'ATTERRISSAGE TRAIN SORTI. EN CAS DE DOUTE SUR LA QUALITE DU REVETEMENT DE LA PISTE, OU SUR L'ISSUE DE LA SORTIE DU TRAIN, AVION ENDOMMAGE, L'ATTERRISSAGE DE PRECAUTION S'EFFECTUE TRAIN RENTRE.

**ATTERRISSAGE AVION ENDOMMAGE**

Si possible :

- rechercher une hauteur supérieure à 5 000 ft ;
- faire effectuer une inspection visuelle.

Vertical terrain :

- essais de manœuvrabilité ;
- déterminer la configuration et la Vi d'atterrissage ;
- majorer la Vi de 10 %.

**AMERRISSAGE**

- Idem "ATTERRISSAGE FORCE" sauf :

- Cap : PARALLELE A LA HOULE
- Vi en finale : 80 kt

**Avant l'impact**

- Verrières : Découpées dans l'ordre AV puis AR
- Coupe-feu : Fermé
- Contact général : Coupé

ATT FORCE  
AVION ENDOMMAGE  
AMERRISSAGE  
REGUL HELICE

PANNE MANETTES

**EVACUATION EN VOL : ELEVE PUIS MONITEUR**

**Avion contrôlé**

Evacuation en VOL VENTRE impérative :

- Hauteur optimale : ENTRE 3 000 et 5 000 ft
- Hauteur de sauvegarde : 800 ft à vario nul (début d'évacuation)
- Prendre Vi  $\leq$  à 90 kt
- Compensateur prof. : REGLE (en AR si urgence)
- Visières casques : BAISSÉES
- Découpage verrières : AV PUIS AR
- Cordon radio : DECONNECTE
- Harnais : DEBOUCLE
- Evacuation Elève puis Moniteur par basculement sur le flanc gauche de l'avion

**NOTA** : Se donner une forte impulsion :

- vers le bord de fuite de l'aile pour pilote AV ;
- vers le repère peint bas du karman pour pilote AR.

**Evacuation si Vi > 90 kt**

- Prendre Vi  $\leq$  130 kt (170 kt solo)
- Visières casques : BAISSÉES
- Découpage verrières : AV PUIS AR
- Cabrer à 30° et passer sur le dos
- Compensateur prof. : PLEIN AV
- Cordon radio : DECONNECTE
- Harnais : DEBOUCLE (avant passage horizon)

**ATTENTION DANGER**

LE RESPECT DES VITESSES LIMITEES EST VITAL POUR EVITER LE PLAN FIXE HORIZONTAL

2001-05 4  
MCE122

---

MCE122  
2001-05 5

**Avion non contrôlé**

- Hauteur minimale : 5000 ft (décision d'évacuation)
- Visières casques : BAISSÉES
- Découpage verrières : AV PUIS AR
- Cordon radio : DECONNECTE
- Harnais : DEBOUCLE
- Evacuation par-dessus le flanc du fuselage (côté extérieur à la rotation)

**NOTA** : Se donner une impulsion maximale depuis le bord de fuite de l'aile (place AV) ou le bas du karman (place AR).

**VIBRATIONS MOTEUR**

- Rechercher une hauteur minimale de 3000 ft
- Richesse : PLEIN AVANT

**Pas d'amélioration**

- Régler la puissance (Pa et/ou Hélice) pour obtenir les vibrations mini
- Atterrir au plus tôt procédure "ATTERRISSAGE FORCE"

**Très fortes vibrations**

- Décider en fonction des circonstances
- Procédure "ATTERRISSAGE FORCE OU EVACUATION EN VOL"

EVACUATION EN VOL  
VIBRATIONS MOTEUR

PANNE MANETTES

DIS JOINTION

## 5. RAPPORT D'INVESTIGATION 42 - DAI - 04 DU

23 JUIN 2004



E:\Rapport  
d'investigation 42 - D.

*Double clic sur l'icône pour lancer l'application.*