

# BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

## RAPPORT D'ENQUÊTE TECHNIQUE



### BEAD-air-A-2010-007-I

<b>Date de l'événement</b>	28 avril 2010
<b>Lieu</b>	9 Nm au nord du terrain d'Angoulême (Charente)
<b>Type d'appareil</b>	Grob 120A-F
<b>Immatriculation</b>	F-GUKR
<b>Organisme</b>	Armée de l'air
<b>Unité</b>	EPAA 00.315 Cognac

## **AVERTISSEMENT**

### **COMPOSITION DU RAPPORT**

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

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

### **UTILISATION DU RAPPORT**

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

### **CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS**

Page de garde : SIRPA Air.

Pages 14, 17 ; annexe 1 : BEAD-air.

**TABLE DES MATIERES**

<b>AVERTISSEMENT</b>	<b>2</b>
<b>TABLE DES MATIERES</b>	<b>3</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b>	<b>4</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>5</b>
<b>SYNOPSIS</b>	<b>6</b>
<b>1. Renseignements de base</b>	<b>8</b>
1.1. Déroulement du vol	8
1.1.1. Mission	8
1.1.2. Contexte et début du vol	8
1.1.3. Description de la partie significative du vol	8
1.1.4. Localisation	9
1.2. Tués et blessés	9
1.3. Dommages à l'aéronef	9
1.4. Autres dommages	9
1.5. Renseignements sur le personnel	9
1.5.1. Membres d'équipage de conduite	9
1.6. Renseignements sur l'aéronef	10
1.6.1. Description générale du Grob 120A-F	10
1.6.2. Performances en plané figurant au manuel de vol	11
1.6.3. Données relatives au F-GUKR	11
1.7. Conditions météorologiques	12
1.8. Aides à la navigation	12
1.9. Télécommunications	12
1.10. Renseignements sur l'aérodrome	12
1.11. Enregistreurs de bord	13
1.11.1. Système d'enregistrement des paramètres	13
1.11.2. Exploitation des données du vol	13
1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact	13
1.13. Renseignements médicaux et pathologiques	14
1.14. Incendie	15
1.15. Questions relatives à la survie des occupants	15
1.16. Essais et recherches	15
1.17. Renseignements sur les organismes	15
1.17.1. Contexte d'utilisation du Grob 120A-F	15
1.17.2. Renseignements relatifs à l'évacuation et à l'atterrissage en campagne sur G 120A-F	15
1.18. Renseignements supplémentaires	16
1.18.1. Mode opératoire du raccordement de la commande des gaz sur le système d'injection, avant l'incident	16
1.19. Techniques spécifiques d'enquête	18
<b>2. Analyse</b>	<b>19</b>
2.1. Analyse du type d'avarie rencontré et de son traitement	19
2.2. Analyse des causes du desserrage du levier en entrée du système d'injection	20
<b>3. Conclusion</b>	<b>22</b>
3.1. Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	22
3.2. Causes de l'événement	22
<b>4. Recommandations de sécurité</b>	<b>23</b>
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	23
4.1.1. Mesures prises par les industriels	23
4.1.2. Entraînement des moniteurs aux exercices de panne sur Grob	23
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	23
4.2.1. Maintenance du système d'enregistrement des paramètres	23
<b>ANNEXES</b>	<b>24</b>
<b>ANNEXE 1 Trajectoire</b>	<b>25</b>
<b>ANNEXE 2 Chronologie du vol</b>	<b>26</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Photographies

Constatation réalisée sur le système d'injection du F-GUKR après l'incident.....	14
Description du système d'injection.....	17
Trajectoire.....	25

## GLOSSAIRE

AMM	<i>Aircraft maintenance manual</i> - Manuel de maintenance avion
CAG	Circulation aérienne générale
CFIP	Centre de formation des instructeurs pilotes
ECATS	Société EADS Cognac Air Training Services
EIV	Escadron d'instruction en vol
EPAA	École de pilotage de l'armée de l'air
Ft	<i>Feet</i> - Pieds (1 ft=0,3048m)
GMP	Groupe motopropulseur
Kt	<i>Knots</i> - Nœud (1 kt = 1,852 km/h)
Nm	<i>Nautical mile</i> - Mille nautique (1 Nm=1852 m)
SI	Système d'injection GMP
VFR	<i>Visual flight rules</i> - Règles de vol à vue

## SYNOPSIS

Date de l'événement : mercredi 28 avril 2010 vers 15 h 00 locales.

Lieu de l'événement : 9 Nm au nord du terrain d'Angoulême.

Propriétaire de l'appareil : EADS Cognac Aviation Training Services (ECATS).

Organisme utilisateur : armée de l'air.

Commandement organique : direction des ressources humaines de l'armée de l'air (DRHAA).

Unité : école de pilotage de l'armée de l'air (EPAA 00.315) – Base aérienne (BA) 709 Cognac.

Aéronef : Grob 120A-F, immatriculé F-GUKR.

Nature du vol : vol d'instruction en CAG<sup>1</sup> VFR<sup>2</sup>.

Nombre de personnes à bord : 2 (moniteur de l'EPAA, élève-pilote militaire).

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

Alors que l'appareil se trouve vers 3700 ft d'altitude en bonnes conditions météorologiques, le moniteur constate que le moteur ne répond plus aux sollicitations de la manette des gaz et qu'il reste à faible puissance. Il effectue un atterrissage forcé sur le terrain d'Angoulême.

### Composition du groupe d'enquête technique

- Un directeur d'enquête du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un officier pilote moniteur de l'armée de l'air.
- Un sous-officier mécanicien de l'armée de l'air.

### Autres experts consultés

- ECATS, propriétaire de l'appareil, organisme d'entretien agréé.
- DAHER/SOCATA (établissement de Cognac), organisme d'entretien agréé sous-traitant.

### Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air est prévenu de l'événement vers 16 h 30 par le bureau maîtrise des risques de l'armée de l'air (EMAA/BMR).

Le BEAD-air déclenche une enquête technique au titre de la décision du ministère de la défense du 12 mars 2008 parue au journal officiel le 1<sup>er</sup> avril 2008, relative à la classification d'aéronefs<sup>3</sup>.

Le directeur et des personnels de la société ECATS se rendent sur le terrain d'Angoulême vers 18 h 00 et font des constatations après décapotage du moteur, en présence du moniteur.

L'avion est ensuite entreposé dans un hangar sur le terrain.

---

<sup>1</sup> CAG : circulation aérienne générale.

<sup>2</sup> VFR : *visual flight rules*, règles de vol à vue.

<sup>3</sup> Décidant que les aéronefs Grob 120 A-F constituent des aéronefs militaires au sens du décret 2006-1551 du 7 décembre 2006 durant les périodes où, pilotés par un équipage militaire, ils sont utilisés pour effectuer des missions au profit de l'état.

Le groupe d'enquête technique se réunit avec le directeur et des personnels de la société ECATS le lendemain de l'événement vers 14 h 00 sur le terrain d'Angoulême pour procéder aux investigations.

Les investigations sur l'appareil étant terminées, les personnels ECATS effectuent la réparation puis convoient l'appareil vers la base de Cognac en fin d'après-midi.

**Enquête judiciaire**

Néant.

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1. Déroulement du vol

#### 1.1.1. Mission

Indicatif mission : FAF 6544.

Type de vol : instruction en CAG/VFR.

Type de mission : vol pré-CPL (maniabilité puis navigation).

Dernier point de départ : Cognac (LFBG).

Heure de décollage : 14 h 23.

Point d'atterrissage prévu : Angoulême (LFBU).

#### 1.1.2. Contexte et début du vol

Il s'agit d'un vol d'instruction au profit d'un élève pilote en fin de phase de pré-spécialisation transport.

La mission prévoit une première phase de maniabilité de 15 minutes dans le secteur de travail 24X situé au nord-est du terrain d'Angoulême puis une phase de navigation sous plan de vol VFR, débutant par un posé à Angoulême.

L'appareil décolle à 14 h 23 de la piste 23 puis rejoint le secteur de travail en montant au niveau de vol 85.

Arrivé en secteur, l'élève-pilote effectue divers exercices (évolutions en vol lent, décrochages, virage engagé). Le moniteur prend ensuite les commandes, réalise quelques évolutions puis met l'appareil en vol dos en piqué. L'élève-pilote effectue la procédure de sortie de piqué : il réduit les gaz au ralenti, remet les ailes à plat puis effectue la ressource en repoussant partiellement la manette des gaz.

#### 1.1.3. Description de la partie significative du vol

Le moniteur reprend alors les commandes dans le cadre normal de l'exercice puis s'aperçoit que le moteur ne répond plus aux sollicitations de la manette des gaz. L'appareil se trouve alors vers 3700 ft d'altitude et à 9 Nm au nord du terrain d'Angoulême. La pression d'admission est de 12 pouces et la vitesse de 116 kt.

Le vol en palier ne peut être maintenu. Le moniteur décide de se dérouter vers le terrain d'Angoulême. L'équipage le repère grâce à de la fumée provenant d'un champ situé à proximité de ce terrain, aperçue lors de l'arrivée en secteur.

Le moniteur contacte la tour d'Angoulême en signalant un problème moteur. Le contrôleur annonce la piste en service puis il fait confirmer qu'il ne s'agit pas d'un exercice.

Alors que l'altitude est de 1800 ft<sup>4</sup>, le moniteur envisage un posé en campagne.

Le moniteur parvient finalement à effectuer une approche semi-directe sur la piste 10 en sortant en dernier virage le train et les volets sur la position décollage. Le moteur est coupé au-dessus de la piste. L'appareil se pose à 15 h 01 entre le premier tiers et la mi-bande.

La trajectoire est illustrée en annexe 1. L'annexe 2 présente une chronologie du vol qui détaille la phase de descente vers Angoulême.

---

<sup>4</sup> L'altitude de référence du terrain d'Angoulême est de 436 ft.

#### 1.1.4. Localisation

Il s'agit ici de la position estimée de l'appareil lorsque le moniteur constate l'avarie.

- Lieu :
  - département : Charente (16) ;
  - entre les villages de St Angeau et de Valence ;
  - altitude : environ 3700 ft.
- Moment : jour.
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Angoulême Brie Champniers (LFBU) à 9 Nm dans le 200°.

#### 1.2. Tués et blessés

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

#### 1.3. Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
				X

#### 1.4. Autres dommages

Néant.

#### 1.5. Renseignements sur le personnel

##### 1.5.1. Membres d'équipage de conduite

##### 1.5.1.1. Moniteur

- Age : 34 ans.
- Unité d'affectation : EPAA 00.315.
  - fonction dans l'unité : commandant de la 3<sup>ème</sup> escadrille du 2<sup>ème</sup> escadron d'instruction en vol (EIV).
- Formation :
  - qualification : chef moniteur transport ;
  - école de spécialisation : Avord ;
  - année de sortie d'école : 2002.

- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur Grob 120	Sur tous types	Dont sur Grob 120	Sur tous types	Dont sur Grob 120
Total (h)	2750	450	130	110	28	20

- Carte de circulation aérienne :
  - type : carte verte ;
  - date d'expiration : 31 mars 2011.
- Date du dernier vol comme pilote sur Grob 120 : 27 avril 2010.
- Le moniteur assure la formation des élèves pilotes en phase de pilotage de base et de pré-spécialisation transport sur Grob 120 (environ 90 % de ses heures de vol à l'EPAA ont été effectuées sur cet appareil).
- Ses derniers entraînements à la présentation à l'atterrissage en campagne datent de sa phase de formation d'instructeur sur Grob au sein du centre de formation des instructeurs pilotes (CFIP) en début d'année 2008.
- Date du dernier exercice d'abandon de bord, d'évacuation rapide et passage au portique : 19 avril 2010.

#### 1.5.1.2. Élève-pilote

- Age : 22 ans.
- Unité d'affectation : EPAA 00.315.
  - en phase de pré spécialisation transport.
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur Grob 120	Sur tous types	Dont sur Grob 120	Sur tous types	Dont sur Grob 120
Total (h)	145	118	51	51	11	11

- Date du dernier vol comme pilote sur Grob 120 : 27 avril 2010.
- Date du dernier exercice d'abandon de bord, d'évacuation rapide et passage au portique : 19 avril 2010.

## 1.6. Renseignements sur l'aéronef

### 1.6.1. Description générale du Grob 120A-F

Le Grob 120A-F est un avion d'entraînement biplace (côte-à-côte) en structure composite. La place pilote étant à droite, l'élève-pilote et le moniteur sont respectivement à droite et à gauche. Les commandes du groupe motopropulseur (GMP) sont sur la console centrale (gaz, régime, richesse). Les commandes de gaz et de régime sont doublées en place gauche.

- Constructeur : Grob Aircraft AG (Allemagne).
- La désignation commerciale des avions utilisés par l'AA est Grob 120A-F, correspondant au type G 120A certifié initialement en 2001 auquel a été ajouté un équipement optionnel.
- Certification : catégories normale et acrobatique (facteurs de charge limite, volets rentrés : +6/-4g), VFR jour/nuit, IFR.
- Masse maximale au décollage en catégorie acrobatique : 1440 kg.
- GMP Lycoming AEIO-540-D4D5 à injection (puissance 260 CV à 2700 tr/min), système d'injection *Precision Airmotive Corporation* modèle RSA-5AD1.
- Hélice tripale Hartzell à vitesse constante.
- Train tricycle rentrant.

#### 1.6.2. Performances en plané figurant au manuel de vol

La finesse maximum est de 9,7<sup>5</sup>. La vitesse de finesse maximum<sup>6</sup> correspondant à la masse de l'appareil au moment de l'incident est de l'ordre de 90 kt.

#### 1.6.3. Données relatives au F-GUKR

##### 1.6.3.1. Maintenance

- Date de mise en service : 8 novembre 2007.

	Numéro	Heures de vol totales au 28/04	Heures de vol au 28/04 depuis
Cellule	85051	1500h	visite 100 h : 20h
Moteur	L32190-48E	1356h	révision : 175h

D'après la documentation consultée :

- un échange standard du moteur (+ visite 50h) a été réalisé du 27 janvier au 8 février 2010, la tringlerie de commande des gaz a alors été raccordée au système d'injection ;
- aucune intervention sur le montage de cette commande n'a été effectuée lors des investigations menées suite à des variations de pression d'admission rapportées par un pilote le 16 mars ;
- la dernière intervention sur la commande des gaz remonte donc à l'échange moteur.

Les visites suivantes ont ensuite été réalisées :

- 22 et 23 février : visite 25 h (après la fin du rodage moteur) ;
- du 4 au 9 mars : visite 200 h ;
- du 30 mars au 1<sup>er</sup> avril : visite 50 h ;
- 20 et 21 avril : visite 100 h.

Toutes ces interventions ont été réalisées par DAHER-SOCATA dans ses locaux de Cognac.

<sup>5</sup> Hélice en moulinet, volets rentrés, sans vent.

<sup>6</sup> Vitesse à laquelle la distance parcourue en vol plané sera maximale.

#### 1.6.3.2. Masse/carburant

- Masses au départ et au moment de l'événement : respectivement de l'ordre de 1440 et 1400 kg.
- Quantités de carburant Avgas 100LL au départ et restante au moment de l'événement : respectivement de l'ordre de 250 et 200 litres.

Le centrage est à l'intérieur des limites spécifiées pour l'ensemble du vol.

### 1.7. Conditions météorologiques

Les conditions sont favorables au vol à vue depuis le début de la journée du 28 avril dans l'ensemble de la zone concernée.

À Cognac, la visibilité est supérieure ou égale à 8 km et la base des nuages est supérieure ou égale à 2500 ft (terrain bleu).

Les données de la station d'observation automatique d'Angoulême au moment de l'événement sont les suivantes :

- vent 150°/6 kt ; direction du vent variant d'est à sud ;
- visibilité supérieure à 10 km ;
- pas de nuage significatif ;
- température/point de rosée : 26°/4° ;
- pression au niveau de la mer QNH : 1020 hPa.

Lors de l'atterrissage forcé, la piste 10 est en service à Angoulême, et le vent annoncé par le contrôleur est du 130° pour 6 kt.

### 1.8. Aides à la navigation

L'appareil est équipé de 2 ensembles COM/NAV/GPS Garmin GNS 430, d'un ADF et d'un DME. Les moyens de radionavigation sont réglés sur les fréquences du terrain de Cognac au moment de l'événement.

### 1.9. Télécommunications

L'appareil est équipé d'un poste UHF et de 2 postes VHF intégrés aux GNS 430 (fréquences civiles).

Depuis l'arrivée en secteur de travail, l'équipage est en contact sur la fréquence approche UHF correspondant au secteur. Il a d'autre part sélectionné en fréquences actives les fréquences VHF de l'approche et de la tour de Cognac et en attente la fréquence tour d'Angoulême.

Au moment de l'événement, la tour d'Angoulême est armée par un contrôleur.

Les émissions radio et téléphone de bord sont enregistrées sur le système d'enregistrement de paramètres (SEP).

### 1.10. Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome d'Angoulême est ouvert à la circulation aérienne publique et dispose d'une piste revêtue 10/28 d'une longueur de 1860 mètres. Il est situé à 436 ft d'altitude.

## 1.11. Enregistreurs de bord

### 1.11.1. Système d'enregistrement des paramètres

Le Grob 120A-F a été certifié avec le système d'enregistrement de paramètres et de phonie (SEP) de type APIBOX<sup>7</sup>.

55 paramètres sont enregistrés à la fréquence d'1 Hz, dont 29 binaires :

- paramètres « cellule » : tensions de bord, trim profondeur, position train et volets, volume de carburant, alarmes ;
- paramètres « moteur » issus de l'EDM (*Engine data management*) : pression et température d'huile, température cylindres, régime, pression d'admission, débit et pression carburant ;
- paramètres « trajectoire » :
  - pressions dynamique et statique, vitesse indiquée, altitude pression, accélérations 3 axes ;
  - informations issues du boîtier GPS dédié (latitude, longitude, altitude, route, vitesse sol) ;
- état des marqueurs d'événement des 2 postes pilotes (boutons-poussoirs).

Les signaux audio des deux postes pilotes sont également enregistrés.

La capacité d'enregistrement est de 50 heures (enregistrement en boucle).

Les données sont enregistrées sur une carte SD à mémoire statique que le pilote insère dans l'unité de stockage amovible déportée (USA). Le module d'enregistrement durci possède par ailleurs une mémoire interne accessible.

Aucune maintenance préventive n'est réalisée sur ce système.

### 1.11.2. Exploitation des données du vol

Les données enregistrées sur la carte SD du moniteur ont été utilisées. Tous les paramètres sont valides, exceptés ceux issus du GPS lorsque le signal est interrompu. Une panne intermittente a été identifiée, l'antenne GPS a été remplacée après l'incident.

La qualité de l'enregistrement des conversations à bord et des échanges radio est bonne.

Les données ont été exploitées à l'aide du logiciel de restitution *Analyseur APIBOX* version 1.1.1.

## 1.12. Renseignements sur l'épave et sur l'impact

### 1.12.1. Constatations faites sur l'appareil le 29 avril

Suite au témoignage du moniteur, les investigations s'orientent rapidement sur la commande des gaz et les constatations faites après décapotage du moteur sur le terrain d'Angoulême sont les suivantes :

- l'écrou à créneaux de fixation du levier au niveau du système d'injection (SI) est desserré et se trouve au contact du levier ;

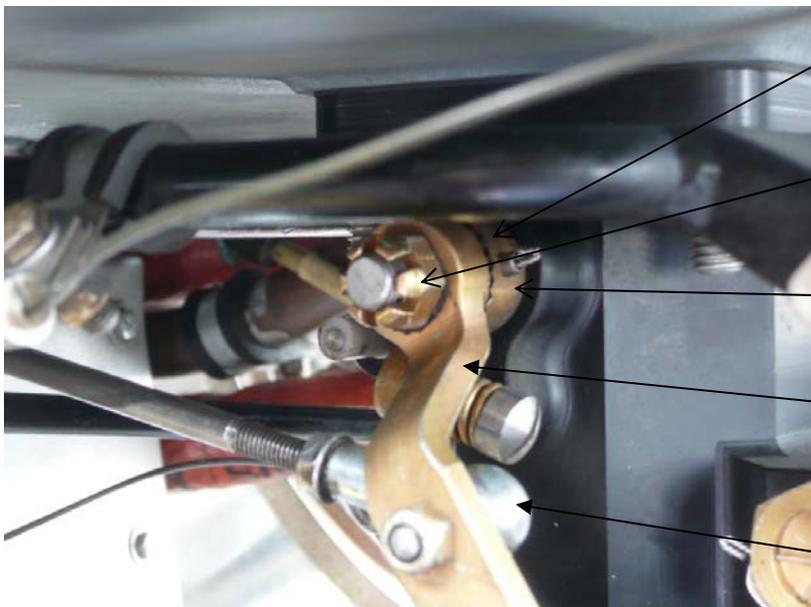
---

<sup>7</sup> Société IAero, Dijon ; équipement optionnel non requis par la réglementation pour ce type d'appareil.

- le levier s'est suffisamment écarté du renvoi solidaire de l'axe du papillon des gaz pour que leurs cannelures respectives ne soient plus engagées, ce qui est à l'origine de l'inefficacité de la commande des gaz ;
- aucune goupille ou morceau de goupille n'est présent sur l'écrou, ou dans le compartiment moteur ;
- aucune autre anomalie n'est constatée.



Vue du SI du F-GUKR après l'incident (l'avant de l'appareil est à droite ; le ressort de rappel du levier de commande de gaz n'est pas présent sur cette prise de vue).



Cannelures désengagées

Écrou à créneaux desserré

Renvoi goupillé sur l'axe du papillon des gaz

Levier

Fixation par rotule de la tringlerie de commande des gaz

Ce système est décrit au paragraphe 1.18.2.1.

### 1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

Sans objet.

#### **1.14. Incendie**

Néant.

#### **1.15. Questions relatives à la survie des occupants**

Sans objet.

#### **1.16. Essais et recherches**

Néant.

#### **1.17. Renseignements sur les organismes**

##### 1.17.1. Contexte d'utilisation du Grob 120A-F

La société ECATS, basée à Cognac depuis avril 2006, filiale d'*EADS Defense&Security*, est titulaire du contrat de mise en œuvre et de maintien en condition opérationnelle des appareils et des simulateurs de vol utilisés par l'EPAA.

La flotte concernée comprend 18 Grob 120, livrés à Cognac en 2007, dont la société est propriétaire et 37 TB30 Epsilon, avion d'état mis en compte d'emploi auprès de la société.

Le site d'ECATS détient l'agrément DGAC Partie 145 (organisme de maintenance) et Partie 147 (organisme de formation à la maintenance pour le type d'appareil).

ECATS effectue notamment les opérations de mise en œuvre des appareils en piste.

L'établissement DAHER-SOCATA de Cognac effectue en sous-traitance d'ECATS les opérations de maintenance en base sur ces appareils, notamment celles concernant le moteur.

Il détient également l'agrément DGAC Partie 145, dans le cadre duquel une formation au facteur humain est dispensée aux mécaniciens (formation initiale puis bisannuelle).

L'EPAA a pour mission notamment la formation de base des élèves-pilotes au sein de deux EIV et la formation des moniteurs au sein du CFIP.

Environ 23000 heures de vol ont été effectuées en 2009 (flottes Grob et TB30).

Concernant la maintenance :

- 550 visites ont été réalisées en 2009 (flottes Grob et TB30) ;
- depuis un an, un peu plus d'un échange moteur est effectué en moyenne par mois sur Grob.

##### 1.17.2. Renseignements relatifs à l'évacuation et à l'atterrissage en campagne sur G 120A-F

Les pilotes sont équipés de parachutes Aérazure 357 UP à mise en œuvre par poignée chronobarométrique<sup>8</sup>. La procédure d'évacuation est décrite dans le manuel de vol et reprise dans la check pilote. Les personnels navigants effectuent des exercices d'évacuation sur maquette Grob (trimestriellement pour les moniteurs, mensuellement pour les élèves pilotes) et de passage au portique pour la phase de descente sous voile (annuellement).

---

<sup>8</sup> Poignée réglée à 0 seconde pour vol sur Grob et Epsilon.

Les procédures figurant au dossier emploi et standardisation de l'EPAA (DES) prévoient qu'en cas de panne moteur grave en vol, hors phases de décollage et d'atterrissage et si un atterrissage sur piste en dur ou sur piste sommaire ne peut être réalisé :

- concernant les moniteurs, l'atterrissage en campagne est privilégié à l'évacuation en vol ;
- concernant les élèves pilotes, l'évacuation en vol est privilégiée à l'atterrissage en campagne.

Les situations nécessitant l'évacuation en vol sont par ailleurs listées.

Avant tout vol solo, les élèves pilotes doivent notamment avoir assimilé les procédures :

- de réaction face à une panne du moteur en transit ;
- d'atterrissage forcé sur piste en dur<sup>9</sup> ;
- d'évacuation en vol.

## **1.18. Renseignements supplémentaires**

### **1.18.1. Mode opératoire du raccordement de la commande des gaz sur le système d'injection, avant l'incident**

#### **1.18.1.1. Description du système**

Le GMP est équipé d'un système d'injection auquel sont connectées les commandes de gaz et de richesse.

La commande de gaz est fixée par un embout à rotule sur un levier qui entraîne en rotation d'une part l'axe du papillon des gaz et d'autre part, via une biellette, l'axe d'entrée de la vanne de mélange.

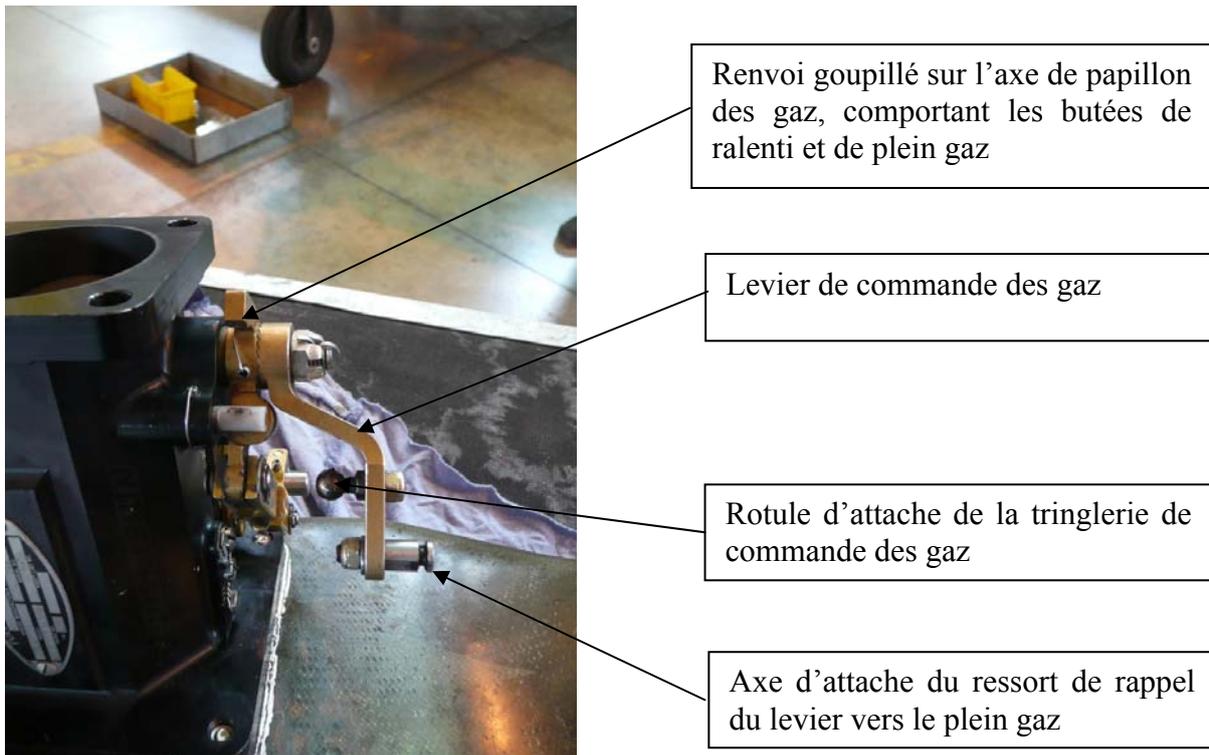
Ce levier prend appui par sa face cannelée sur un renvoi goupillé à l'axe du papillon. Ce renvoi comporte les butées de plein gaz et de ralenti. Le levier est maintenu sur cette bague par un écrou à créneaux freiné par une goupille fendue en acier<sup>10</sup>.

Ce levier possède d'autre part un axe sur lequel s'attache un ressort qui permet d'amener le levier en position plein gaz en cas notamment de rupture de la tringlerie.

---

<sup>9</sup> Cette procédure prévoit notamment que si le point clé ne peut être rejoint à 3000 ft minimum, l'élève-pilote doit évacuer.

<sup>10</sup> Écrou type AN310-5 diamètre nominal 5/16'' ; goupille type MS24665-132 diamètre nominal 1/16''.



#### 1.18.1.2. Documentation utilisée

Le manuel de maintenance Grob<sup>11</sup> décrit les opérations de raccordement et de réglage de la commande des gaz sur le levier (fixation de la gaine, fixation de l'embout à rotule sur le levier, réglage des butées). Il ne décrit pas le montage du levier sur le SI. Le levier, l'écrou, la goupille n'y sont pas référencés.

La documentation de révision du SI émise par son constructeur (*Precision Airmotive*) décrit le montage de différents leviers référencés, correspondant à différents appareils. Les références de l'écrou et de la goupille y sont mentionnées, pas celle du levier Grob 120A. Le couple de serrage de l'écrou est spécifié dans cette documentation (entre 1 et 1.4 m.daN).

Le constructeur du moteur LYCOMING a émis en juin 2007 une instruction<sup>12</sup> listant des opérations de maintenance réclamant une attention particulière lors des visites périodiques. Concernant le SI, cette instruction recommande de vérifier l'état et la fixation des tringleries de commande des gaz et de richesse. Cette instruction a été prise en compte par DAHER-SOCATA dans les protocoles des visites 50 h (et de périodicité supérieure).

Le dossier de visite type « échange standard moteur sans bâti » cite le manuel de maintenance Grob en référence. Dans le protocole d'échange moteur, le montage du levier ne fait pas l'objet d'une mention spécifique, il est implicitement inclus dans l'opération de montage du SI par la mention suivante : « vérifier le montage correct, y compris les valeurs de torquage des équipements suivants : ... système d'injection, AMM 72-20 §2 page 3.... ».

<sup>11</sup> AMM n° 120A-F.MM.002-E, Issue 1, février 2007.

<sup>12</sup> Service instruction SI 1080C, maintenance items for special attention.

Le dossier de visite inclut une fiche de contrôle qualité avant livraison avion, listant différents points à vérifier par un contrôleur ; le goupillage des commandes moteurs est ainsi abordé : « *vérifications des commandes moteur (goupillage, débattement, efficacité, positionnement)* ».

DAHER-SOCATA a rédigé une documentation de support aux opérateurs pour le montage des éléments freinés, repérés ou serrés (standard SD.75.55). Elle indique notamment :

- des consignes pour le freinage par goupille fendue ;
- le mode opératoire permettant l'insertion de la goupille en respectant le couple de serrage préconisé.

#### 1.18.1.3. Description de l'opération de montage du levier<sup>13</sup>

Lors d'un remplacement moteur, le SI est livré démonté du moteur, et équipé d'un levier (freiné et goupillé) différent du levier utilisé sur Grob 120A. L'opérateur procède aux opérations de préparation du SI, et notamment remplace ce levier par le levier déjà avionné, sans serrer ni freiner l'écrou à ce stade. Ne s'agissant pas d'un écrou auto-freiné, le montage d'un écrou neuf n'est pas prévu.

L'écrou est serré et freiné lorsqu'une fois le moteur installé, l'opérateur a raccordé et réglé la tringlerie de commande des gaz. Le couple de serrage n'est pas mesuré.

En janvier 2010, en tant que consommable à usage unique, la goupille est disponible en « self service » pour les opérateurs, qui se la procurent généralement par lot pour alimenter leur poste de travail. Elle n'est pas incluse dans le kit de pièces prévu pour l'échange moteur. Elle est référencée en magasin.

### 1.19. Techniques spécifiques d'enquête

Néant.

---

<sup>13</sup> Cette opération est similaire sur le TB30 Epsilon, équipé du même type de moteur. Le type de fixation du levier est notamment le même.

## 2. ANALYSE

Cette partie comprend 2 chapitres :

- l'analyse du type d'avarie rencontré et de son traitement ;
- l'analyse des causes du desserrage du levier en entrée du SI.

### 2.1. Analyse du type d'avarie rencontré et de son traitement

L'inefficacité de la commande des gaz a pour origine le desserrage du levier de commande des gaz en entrée du SI, ayant entraîné le désengagement de ses cannelures.

Le ressort de rappel vers la position plein gaz du SI étant accroché au levier, le désengagement des cannelures a rendu inefficace ce dispositif de secours qui a principalement été conçu pour couvrir le cas de rupture de la tringlerie.

La panne se produit sans aucun signe précurseur : si un décalage s'était produit entre la position de la manette et le point de fonctionnement du moteur, il aurait été détectable aux butées de ralenti ou de plein gaz : rien n'a été constaté par l'équipage et rien n'est effectivement visible sur l'enregistrement des paramètres. Il apparaît que ce désengagement pouvait survenir à n'importe quel moment du vol ou des vols précédents, il est soudain et irréversible.

La position du levier au moment du désengagement des cannelures n'est pas connue. D'après l'enregistrement SEP, l'axe du papillon des gaz s'est stabilisé à une position d'équilibre correspondant à une pression d'admission de 4 à 5 pouces au-dessus du ralenti dans les conditions de vol du moment<sup>14</sup>, ceci générant une traction résiduelle. La distance parcourue durant la phase de descente en lisse est presque le double de celle correspondant à la finesse théorique hélice en moulinet, malgré un faible vent contraire. Le taux de chute moyen est de l'ordre de 500 ft/min.

Durant la descente, une coordination des actions s'installe entre le moniteur et l'élève-pilote, l'élève-pilote répondant aux demandes du moniteur ou prenant lui-même des initiatives. Le moniteur conserve les commandes de l'appareil et gère la communication avec le contrôle du terrain de déroutement. L'élève-pilote déroule les check-lists en complément des actions réflexes effectuées par le moniteur.

Expérimenté sur Grob, le moniteur parvient à gérer l'énergie disponible et réussit l'atterrissage forcé. L'équipage avait conscience avant l'avarie de son positionnement par rapport au terrain d'Angoulême, ce qui a favorisé une prise de cap rapide vers celui-ci.

**L'origine technique de l'inefficacité de la manette des gaz est le desserrage du levier de commande des gaz en entrée du système d'injection.**

**Le désengagement du levier est soudain et irréversible.**

**Le moniteur parvient à poser l'appareil 6 minutes après l'apparition de la panne, en ayant parcouru en descente environ 2 fois la distance théorique en cas de panne moteur.**

---

<sup>14</sup> Le plein petit pas a été affiché, le régime de rotation moyen lors de la descente est de l'ordre de 2550 tr/min.

## 2.2. Analyse des causes du desserrage du levier en entrée du système d'injection

Les examens des pièces concernées (levier, écrou, SI) n'ont pas révélé d'anomalie. Il a notamment été constaté que :

- la vis et l'écrou ne présentent pas de marques pouvant avoir pour origine la rupture d'une goupille ;
- les cannelures ne sont pas endommagées.

D'après l'historique des opérations de maintenance, la dernière intervention sur ce montage date de fin janvier-début février 2010, lorsque l'échange du moteur, et donc le montage du levier sur le SI, ont été réalisés. L'appareil a volé 175 heures depuis cette date. Il est donc probable que l'écrou a été serré lors de cette intervention, sans que le couple appliqué alors puisse être précisé, car il n'est pas mesuré. L'écrou se serait ensuite desserré, sous l'effet des vibrations générées par le moteur et des chocs du levier contre les butées, en raison d'un freinage non-conforme.

Les témoignages recueillis n'ont pas permis d'identifier le scénario ayant mené à ce freinage non-conforme, parmi ceux estimés les plus probables :

- scénario S1 : la goupille n'a pas été posée (oubli) ; l'absence de la goupille n'aurait alors pas été détectée par le contrôleur en fin de l'opération d'échange moteur fin janvier, puis par les opérateurs et les contrôleurs lors de 3 visites (200, 50, 100h)<sup>15</sup>.
- scénario S2 : pose non-conforme
  - S2.1 : pose d'une goupille non-conforme qui aurait échappé (goupille plus fine par exemple) ; la non-conformité était alors difficilement détectable avant que la goupille n'échappe.
  - S2.2 : pose d'une goupille qui se serait rompue suite à l'introduction d'une contrainte lors de la pose ; l'endommagement de la goupille pouvait alors être indétectable avant qu'elle se rompe.

Remarque concernant le scénario S1 : le mode opératoire du montage du levier (cf. 1.18.1.3) peut contribuer à l'oubli de montage de la goupille car l'installation de celle-ci est différée par rapport au premier serrage de l'écrou. Ce risque est identifié dans le standard DAHER-SOCATA SD.75.55 (documentation de support aux opérateurs pour le montage des éléments freinés, repérés ou serrés) : « *ATTENTION : Tous les axes et vis portant un écrou à créneaux doivent être goupillés dès le serrage de l'écrou ... Un démontage ultérieur ne peut être un prétexte à retarder la mise en place immédiate de la goupille* ».

Les causes de cet incident relèvent donc du domaine des facteurs humains : un oubli ou une erreur s'est produit lors du montage de l'écrou à créneaux.

Le contexte organisationnel dans lequel cet oubli ou cette erreur se sont produits a été abordé durant l'enquête. Aucun lien avec l'événement n'a été identifié en ce qui concerne les aspects :

- formation des opérateurs : le mécanicien ayant effectué le montage et le réglage de la commande des gaz est qualifié et expérimenté ;
- organisation et cadence de travail : l'échange moteur a été réalisé en horaire normal et sans changement d'équipe ; le plan de charge n'était pas particulièrement important dans la période concernée.

---

<sup>15</sup> Le moteur n'est pas décapoté en visite journalière.

Concernant l'aspect procédures, une fragilité a été identifiée, qui a pu intervenir dans le scénario S2.1 : le levier étant une pièce se situant à l'interface avion-moteur, la documentation à disposition des opérateurs relative à la fixation du levier est incomplète en ce qui concerne le référencement des pièces.

**Les causes relèvent du facteur humain : le desserrage du levier de commande des gaz sur le SI est consécutif à l'absence de freinage ou à un freinage non-conforme de l'écrou à créneaux, lors de l'échange moteur réalisé environ 3 mois avant l'incident. Les scénarios probables sont l'oubli de la pose de la goupille, le montage d'une goupille non-conforme ou un montage non-conforme de la goupille. Concernant le contexte organisationnel, la documentation décrivant le processus de montage du levier est incomplète. Ceci a pu contribuer au montage d'une goupille non-conforme.**

### **3. CONCLUSION**

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

Le Grob 120A-F décolle de Cognac pour un vol d'instruction en vol à vue. Les conditions sont favorables. Le moniteur est expérimenté sur Grob.

Le vol débute par une phase de maniabilité en secteur de travail. Alors que l'appareil évolue à 9 Nm au nord d'Angoulême, vers 3700 ft, le moniteur est aux commandes lorsqu'il constate l'inefficacité de la manette des gaz. Le moteur reste à faible puissance. La pression d'admission affichée à cet instant est de l'ordre de 12 pouces, soit 4 à 5 pouces au-dessus de celle correspondant à la position de ralenti.

Le moniteur se dérouté sur le terrain d'Angoulême où il parvient à poser l'appareil 6 minutes après l'apparition de la panne, en ayant parcouru en descente 2 fois la distance théorique en cas de panne moteur.

#### **3.2. Causes de l'événement**

L'origine de l'inefficacité de la manette des gaz est le desserrage du levier de commande des gaz en entrée du système d'injection. La perte de la commande est soudaine et irréversible.

Les causes relèvent du facteur humain : le desserrage du levier de commande des gaz sur le SI est consécutif à l'absence de freinage ou à un freinage non-conforme de l'écrou à créneaux, lors de l'échange moteur réalisé environ 3 mois avant l'incident.

Les scénarios probables sont l'oubli de la pose de la goupille, le montage d'une goupille non-conforme ou un montage non-conforme de la goupille.

Concernant le contexte organisationnel, la documentation décrivant le processus de montage du levier est incomplète. Ceci a pu contribuer au montage d'une goupille non-conforme.

## 4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

#### 4.1.1. Mesures prises par les industriels

Dans les heures suivant l'incident, ECATS a fait procéder au remplacement de la goupille concernée sur sa flotte Grob 120 A-F, et a indiqué n'avoir constaté aucun montage non-conforme lors de cette opération.

ECATS et DAHER-SOCATA ont effectué un retour d'expérience sur cet incident auprès de leurs personnels.

DAHER-SOCATA a pris une série de mesures visant à fiabiliser l'opération de montage du levier sur le SI et les contrôles associés :

- envoi d'un courrier vers le constructeur Grob visant à une mise à jour de l'AMM (inscription de l'opération de montage du levier avec notamment le référencement du levier et des pièces de fixation) ;
- lors de l'installation sur avion d'un SI, ajout au protocole d'une mention spécifique à ce montage, avec double-contrôle de la présence des goupilles (exécutant-contrôleur) ;
- ajout d'un contrôle de la présence des goupilles sur le SI dans la fiche contrôle qualité avant livraison avion ;
- rappel aux opérateurs sur le standard interne SD 75.55 relatif au montage des éléments freinés.

#### 4.1.2. Entraînement des moniteurs aux exercices de panne sur Grob

Les consignes permanentes d'instruction du personnel navigant<sup>16</sup> définissent les exercices de base, auxquels sont associées des périodicités optimales, visant à entraîner les pilotes à réagir dans des situations dégradées (notamment en cas de panne moteur).

Le bureau enquêtes accidents défense air recommande

**à l'armée de l'air, d'actualiser ces consignes et de préciser leur mise en œuvre suite à la mise en service du Grob 120 A-F.**

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

#### 4.2.1. Maintenance du système d'enregistrement des paramètres

Le système d'enregistrement des paramètres du Grob 120 A-F ne fait pas l'objet de maintenance préventive.

Le bureau enquêtes accidents défense air recommande

**à l'armée de l'air, de prendre les mesures nécessaires pour que la validité des paramètres enregistrés par le système SEP des Grob 120 A-F et des TB30 Epsilon soit régulièrement vérifiée.**

---

<sup>16</sup> CPIPN CEAA édition février 2005.

**ANNEXES**

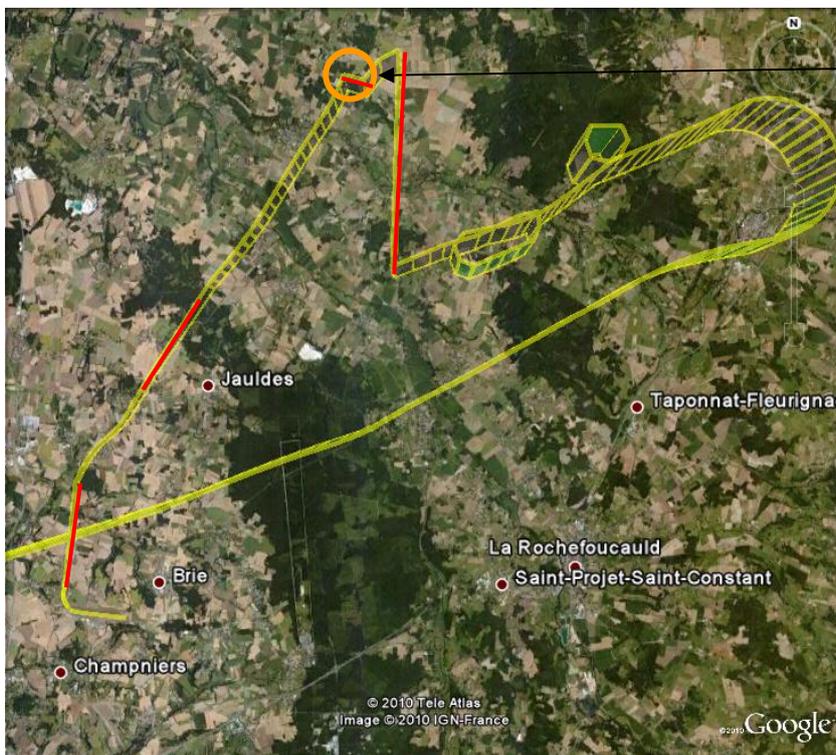
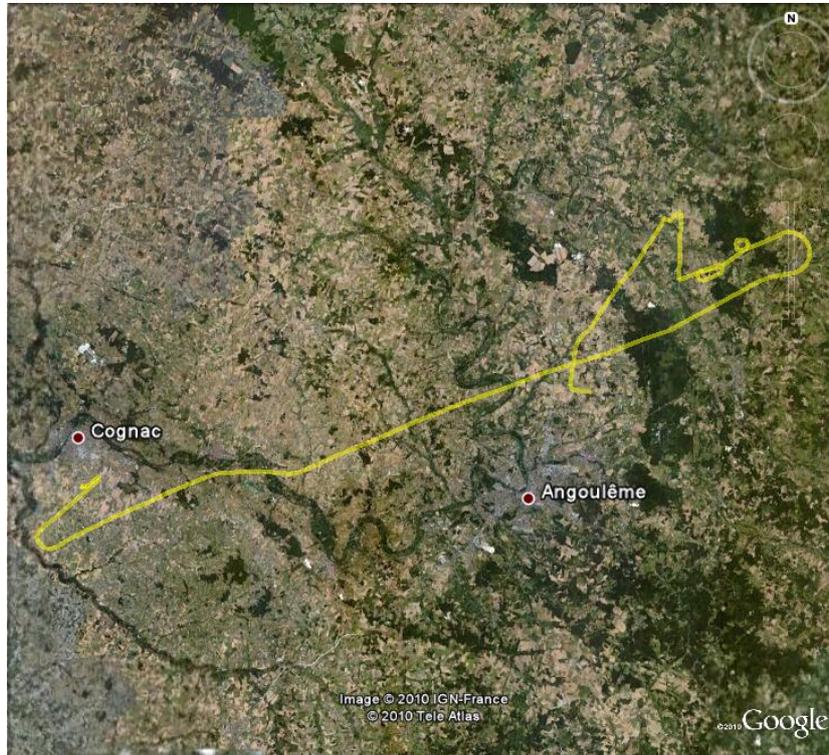
Annexe 1 : Trajectoire \_\_\_\_\_ page 25

Annexe 2 : Chronologie du vol \_\_\_\_\_ page 26

## ANNEXE 1

### Trajectoire

Cette trajectoire est établie à partir des données GPS enregistrées par le système SEP.



Position de l'appareil lors de la perte de la commande des gaz

(Les parties surlignées en rouge correspondent aux interruptions du signal GPS)

## **ANNEXE 2**

### **Chronologie du vol**

Cette chronologie est établie à partir des données enregistrées par le système SEP.

Heure locale		Chronologie	Transcription des échanges sur la fréquence tour d'Angoulême ( <i>M</i> : moniteur ; <i>C</i> : Contrôle)
14h05'		Début d'enregistrement SEP.	
14h 06'		Mise en route	
14h 13'		Roulage	
14h 23'		Décollage piste 23 à Cognac.	
14h 42'		Début du travail en secteur 24X, à 7500 ft	
14h 51'		Le moniteur prend les commandes	
14h 54'31''		L'élève-pilote effectue la sortie de piqué	
14h54'45''		Le moniteur a repris les commandes. Il demande à l'élève-pilote la procédure de sortie de cabré.	
14h 55'10''	T0	Le moniteur constate que le moteur ne répond plus aux sollicitations de la commande des gaz	
	T0 + 7''	Le moniteur annonce qu'il prend le cap vers Angoulême. Il débute la check-list <i>engine failure</i> .	
14h55'34 ''	T0 + 24''	L'équipage acquiert le visuel du terrain en s'aidant de la fumée située à proximité.	
	T0 + 40''	Le moniteur demande à l'élève-pilote d'afficher la fréquence d'Angoulême. L'équipage s'assure qu'il n'y a pas de terrain plus proche.	
14h56'24''	T0+1'14''	L'élève-pilote propose de lire la check-list <i>engine failure</i> . Le moniteur acquiesce et annonce qu'il s'occupe de la radio. Il appelle la tour d'Angoulême.	<p><i>M</i> : Angoulême FAF 6544.  <i>C</i> : FAF 6544 Angoulême bonjour.  <i>M</i> : 6544 j'ai un problème avec mon moteur je suis actuellement au nord des installations à 3000 ft 1013 j'aimerais avoir la piste en service et le fox écho.  <i>C</i> : reçu 6544 le vent 130° pour 6 kt novembre hôtel 1020, unité zéro deux zéro.  <i>M</i> : 1020 et la piste en service s'il vous plaît.  <i>C</i> : unité zéro.  <i>M</i> : piste 10 reçu.</p>

Heure locale		Chronologie	Transcription des échanges sur la fréquence tour d'Angoulême ( <i>M</i> : moniteur ; <i>C</i> : Contrôle)
14h56'47''			
14h56'53''	T0+1'43''		<i>M</i> : 6544 je suis à 3000 1020 je vais essayer de me présenter si possible point clef bas pour la piste 10.
14h57'17''	T0+2'07''		<i>C</i> : reçu 6544 c'est la 10 en service un vent 140° 5 kt novembre hôtel 1020 vous êtes le seul dans le circuit les pompiers sont en alerte. <i>M</i> : c'est bien pris et c'est pas un exercice. <i>C</i> : confirmez ce n'est pas un exercice. <i>M</i> : négatif c'est pas un exercice.
14h57'29''			
14h57'35''			<i>C</i> : j'ai pas reçu excusez-moi confirmez ce n'est pas un exercice <i>M</i> : confirmé on est en <i>mayday mayday mayday</i> 6544.
14h57'45''	T0+2'35''	L'équipage vérifie que la check est terminée.	
14h58'04''			<i>C</i> : reçu 6544 confirmez le type d'appareil Grob ou Epsilon. <i>M</i> : Grob. <i>C</i> : Grob reçu.
14h58'25''	T0+3'15''	Le moniteur commence à envisager un posé dans un champ.	
14h58'44''	T0+3'34''	Le moniteur demande à l'élève-pilote l'altitude du terrain d'Angoulême puis de lui rappeler la procédure pour le posé dans un champ. L'élève-pilote débute la check <i>power off landing</i> .	
	T0+4'	L'élève-pilote affiche 7700 au transpondeur et passe la balise de détresse sur <i>on</i> .	
15h00'04''	T0+4'54''		<i>C</i> : visuel sur vous 6544 vous êtes autorisé atterrissage piste 10 le vent 160° 5 kt. <i>M</i> : autorisé atterrissage 10 6544.
15h00'12''	T0+5'02''	L'élève-pilote débute la check-list avant atterrissage.	

Heure locale		Chronologie	Transcription des échanges sur la fréquence tour d'Angoulême ( <i>M</i> : moniteur ; <i>C</i> : Contrôle)
15h00'18''			<i>C</i> : pour les pompiers l'avion arrive en dernier virage par le nord. <i>Pompiers</i> : bien pris pour les pompiers.
15h00'26''	T0+5'16''	Le moniteur indique qu'il retarde la sortie des éléments et qu'il se posera « plus loin ». Il annonce qu'il débute le dernier virage.	
15h00'47''	T0+5'37''	Début de sortie du train et des volets vers take-off.	
15h00'48''			<i>C</i> : vos trains ne sont pas sortis les trains ne sont pas sortis. <i>M</i> : affirm. <i>C</i> : OK ça descend maintenant.
15h01'04''	T0+5'54''	Coupure moteur au-dessus de la piste.	
15h01'10''	T0+6'	Posé LFBU.	
15h01'21''			<i>C</i> : pompiers vous pouvez rouler jusqu'à l'avion. <i>Pompiers</i> : bien pris nous roulons jusqu'à l'avion.
15h01'42''			<i>M</i> : Angoulême de 6544. <i>C</i> : 6544 j'écoute. <i>M</i> : donc on va rouler tranquillement puis je vais sortir l'avion à droite. <i>C</i> : reçu 6544 vous confirmez donc j'ai les pompiers qui roulent derrière ils vont faire demi tour et ils vont vous suivre. <i>M</i> : oui mais j'ai plus de moteur possible donc je le laisse rouler je ne pourrai pas sortir. <i>C</i> : OK donc vous faites à votre convenance il y a les pompiers qui vous rejoignent et on sortira l'avion à la main.
15h02'09''			
15h02'10''		Fin de l'enregistrement SEP.	