



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

# BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

## RAPPORT D'ENQUÊTE



### BEAD-air-A-2012-016-A

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Date de l'événement</b> | <b>9 septembre 2012</b>                           |
| <b>Lieu</b>                | <b>Romorantin (Loir et Cher)</b>                  |
| <b>Type d'appareil</b>     | <b>Planeur PEGASE C101A</b>                       |
| <b>Immatriculation</b>     | <b>F-UQTK - n°619</b>                             |
| <b>Organisme</b>           | <b>Armée de l'air</b>                             |
| <b>Unité</b>               | <b>Centre de vol à voile 21.535 de Romorantin</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.

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 :** armée de l'air

**Photos :**

- Page 10, 13 : BEAD-air

**Illustrations :**

- Page 12 : BEAD-air
- Pages 20, 21 : *Google Earth*

**Schémas :**

- Page 7 : BEAD-air
- Page 18 : armée de l'air

## TABLE DES MATIERES

|  |    |
|--|----|
| AVERTISSEMENT  | 2  |
| CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS   | 2  |
| TABLE DES MATIERES   | 3  |
| GLOSSAIRE  | 4  |
| SYNOPSIS   | 5  |
| 1. Renseignements de base  | 6  |
| 1.1. Déroulement du vol  | 6  |
| 1.2. Tués et blessés   | 8  |
| 1.3. Dommages à l'aéronef  | 8  |
| 1.4. Autres dommages   | 8  |
| 1.5. Renseignements sur le personnel                                   | 8  |
| 1.6. Renseignements sur l'aéronef                                      | 9  |
| 1.7. Conditions météorologiques  | 11 |
| 1.8. Aides à la navigation   | 11 |
| 1.9. Télécommunications  | 11 |
| 1.10. Renseignements sur l'aérodrome                                   | 11 |
| 1.11. Enregistreurs de bord  | 11 |
| 1.12. Renseignements sur l'épave et sur la zone d'impact               | 12 |
| 1.13. Renseignements médicaux et pathologiques                         | 14 |
| 1.14. Incendie   | 14 |
| 1.15. Questions relatives à la survie des occupants                    | 15 |
| 1.16. Essais et recherches   | 16 |
| 1.17. Renseignements sur les organismes                                | 16 |
| 1.18. Renseignements supplémentaires                                   | 17 |
| 1.19. Techniques spécifiques d'enquête                                 | 17 |
| 2. Analyse   | 18 |
| 2.1. Conditions de survenue  | 18 |
| 2.2. Recherche des causes de la sortie du domaine de vol               | 21 |
| 3. Conclusion  | 27 |
| 3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement         | 27 |
| 3.2. Causes de l'événement   | 27 |
| 4. Recommandations de sécurité   | 28 |
| 4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement       | 28 |
| 4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement | 29 |

**GLOSSAIRE**

|          |  |
|----------|--|
| BEAD-air | bureau enquêtes accidents défense air  |
| CAG      | circulation aérienne générale  |
| CVVAA    | centre de vol à voile de l'armée de l'air  |
| DGAC     | direction générale de l'aviation civile  |
| GPS      | <i>global positioning system</i> – système mondial de positionnement par satellite                       |
| MHz      | mégahertz  |
| OPJ      | officier de police judiciaire  |
| PDA      | <i>personal data assistant</i>   |
| QNH, QFE | pression atmosphérique au niveau de la mer, du terrain   |
| SOA      | sangle d'ouverture automatique   |
| VHF, UHF | <i>very high frequency</i> – très haute fréquence<br><i>ultra high frequency</i> – ultra haute fréquence |
| Vi, Vz   | vitesse indiquée, vitesse ascensionnelle   |
| VFR      | <i>visual flight rules</i> – règles de vol à vue   |
| VNE      | <i>velocity never exceed</i> - vitesse maximale  |

## SYNOPSIS

Date de l'événement : dimanche 9 septembre 2012 à 16h40

Lieu de l'événement : Romorantin (Indre)

Organisme : armée de l'air

Commandement organique : direction des ressources humaines de l'armée de l'air/école de formation du personnel navigant

Unité : centre de vol à voile de l'armée de l'air (CVVAA) 21.535 de Romorantin

Aéronef : PEGASE C101A

Nature du vol : vol local finesse 10

Nombre de personnes à bord : 1

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

Pendant une manœuvre à forte inclinaison le planeur se retrouve en fort piqué et dépasse la vitesse maximale autorisée. La queue de l'aéronef se rompt, le pilote est éjecté du cockpit et son parachute s'ouvre automatiquement.

Le pilote contrôle sa descente et se pose sans encombre, il est légèrement blessé. L'aéronef est détruit.

### Composition du groupe d'enquête technique

- Un directeur d'enquête technique du bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un sous-officier technicien du BEAD-air adjoint du directeur d'enquête.
- Un expert pilote.
- Un expert médecin du personnel navigant.
- Un expert officier parachutiste d'essais.

### Autres experts consultés

- Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA, site de Brétigny).

### Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air a été informé par téléphone le jour de l'accident vers 18h00 par le bureau de permanence opérationnelle de l'état-major de l'armée de l'air.

Le directeur d'enquête est arrivé à Romorantin le 10 septembre à 14h00. Il a été rejoint par les experts désignés en fin d'après-midi.

### Enquête judiciaire

La procureure de la république près le parquet du tribunal de grande instance de Blois a ouvert une enquête judiciaire dont la direction est assurée par un officier de police judiciaire (OPJ) de la section de recherches de la gendarmerie de l'air (SRGA).

## 1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

### 1.1. Déroulement du vol

#### 1.1.1. Contexte du vol

Le vol est réalisé dans le cadre d'un stage de vol à voile de deux semaines au profit d'élèves pilotes terminant leur troisième année à l'école de l'air. Ces élèves ont achevé le mois précédent leur formation sur TB 10 et attendent le début du cours théorique de pilote de ligne prévu au cours du mois de novembre. Il intervient au 7<sup>ème</sup> jour du stage pendant un vol solo à proximité immédiate du terrain. Le pilote n'est pas encore breveté pilote de planeur et doit se présenter aux épreuves théoriques et pratiques de ce brevet la semaine suivante.

#### 1.1.2. Vol

Indicatif mission : B 619

Type de vol : CAG/VFR

Type de mission : finesse 10

Point de départ : Romorantin

Heure de départ : 13h50

Point d'atterrissage prévu : Romorantin

#### 1.1.3. Déroulement

##### 1.1.3.1. Préparation du vol

Un briefing traitant des consignes d'utilisation du terrain ainsi que des aspects généraux de sécurité aérienne a été dispensé aux stagiaires par le directeur de stage le jour de leur arrivée.

Un briefing quotidien permet de présenter les conditions météorologiques et de détailler les missions de la journée. Le jour de l'accident un des moniteurs du stage a présenté ce briefing entre 10h30 et 11h00.

Comme le pilote n'est pas encore breveté, une autorisation de vol en solo lui a été délivrée par le directeur de stage.

##### 1.1.3.2. Description du vol

Le décollage a lieu à 13h50. Le pilote largue le câble sur ordre de l'avion remorqueur à une hauteur de 600 mètres dans une ascendance. Il évolue à proximité immédiate du terrain de Romorantin dans une tranche d'altitude comprise entre 900 et 1700 mètres. Après 2h50min de vol alors qu'il vole à 1 400 mètres et 190 km/h à 3 km au nord du terrain le pilote ressent une secousse révélatrice de la présence d'une ascendance.

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

Le pilote tente de réaliser une spirale en cabrant jusqu'à 15° et en inclinant l'aéronef progressivement à gauche. Il regarde alors à l'extérieur pour chercher le terrain et assurer son anticollision. Au moment où il analyse à nouveau ses paramètres de vol, le planeur est incliné à 80°, le nez 15° au dessus de l'horizon et à une vitesse de 120 km/h en diminution. Le pilote continue d'incliner en laissant retomber le nez et passe trois quarts dos. L'aéronef se retrouve en piqué à la verticale, sa vitesse augmentant très rapidement. Le pilote commence alors à tirer progressivement sur le manche pour redresser l'appareil. La vitesse continue de croître et le pilote voit l'aiguille du badin arriver en butée à 350 km/h. Le planeur se met à vibrer de plus en plus violemment. Trois secondes environ après le début des vibrations le pilote est éjecté instantanément en passant à travers la verrière sans avoir initié de procédure d'évacuation. Son parachute dorsal s'ouvre automatiquement grâce à la sangle d'ouverture automatique (SOA).

Il se pose dans un champ conscient et légèrement contusionné. Le planeur s'écrase.

### 1.1.4. Localisation

- Lieu :
  - pays : France
  - département : Loir et Cher
  - commune : Romarantin
  - coordonnées géographiques :
    - N 47°20'11''
    - E 001°42'28''
  - altitude du lieu de l'événement : 89 m
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Romorantin dans le 200/3 km

## 1.2. Tués et blessés

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

## 1.3. Dommages à l'aéronef

| Aéronef                 | Disparu | Détruit | Endommagé | Intègre |
|-------------------------|---------|---------|-----------|---------|
| PEGASE C101A<br>NMR 619 |         | X       |           |         |

## 1.4. Autres dommages

Le jardin privatif où se situe l'épave a subi quelques dégâts matériels.

## 1.5. Renseignements sur le personnel

### 1.5.1. Commandant de bord

- Age : 23 ans
- Unité d'affectation : école de l'air promotion 2009
  - fonction dans l'unité : élève pilote
- Formation :
  - qualification : détenteur du brevet théorique de pilote privé avion (avril 2012)
  - écoles de formation au vol à voile : centre de vol à voile de Salon de Provence (base aérienne 701)

## Heures de vol comme pilote:

|                   | Total | Dans l'année écoulée | Dans les 30 derniers jours |
|-------------------|-------|----------------------|----------------------------|
| Tous types        | 140   | 44                   | 25                         |
| Planeur<br>Pegase | 18    | 18                   | 18                         |

- Date du dernier vol comme pilote de planeur : 8 septembre 2012

Avant le stage de septembre 2012, le pilote de planeur a effectué 21 heures de vol sur planeur en double commande pendant ses trois années de scolarité à l'école de l'air.

Il vient de terminer le 17 août 2012 sa progression de 14 vols sur TB 10 au sein de l'école de l'air. Il doit débiter la formation théorique de pilote de ligne avant de rejoindre l'école de pilotage de Cognac pour poursuivre sa formation en vol.

Depuis le début du stage, le pilote a effectué 17 heures de vols et a été lâché sur PEGASE à train fixe et train rentrant. La veille de l'accident il a effectué un vol de quatre heures sur l'aéronef utilisé le jour de l'accident.

## 1.5.2. Autres personnels

Dans le secteur et au même moment, d'autres planeurs sont en vol ainsi qu'un avion remorqueur. Seul le pilote de l'avion remorqueur a vu le planeur PEGASE tomber la queue arrachée, pendante et solidaire du fuselage.

**1.6. Renseignements sur l'aéronef**

- Organisme : armée de l'air
- Commandement organique d'appartenance : direction des ressources humaines de l'armée de l'air/école de formation du personnel navigant
- Base aérienne de stationnement : base aérienne 273 de Romorantin
- Unité d'affectation : centre de vol à voile de l'armée de l'air de Romorantin

- Type d'aéronef : PEGASE C101A
  - configuration : *water-ballast* de 130 litres vides
  - envergure : 15 mètres
  - finesse : 41

|         | Type            | Numéro | Heures de vol<br>totales | Nombre<br>d'atterrissages | Heures de vol<br>depuis |
|---------|-----------------|--------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Cellule | PEGASE<br>C101A | N° 619 | 4131                     | 1575                      | GV <sup>1</sup> : 163   |

L'appareil est équipé d'aérofreins d'extrados, d'un train rentrant et est dépourvu de volets. Il est pourvu d'une balise de détresse JOLLIET de type JE2, émettant un signal modulé sur les fréquences de détresse 121,500 MHz et 243,000 MHz lorsque l'interrupteur accéléromètre est automatiquement activé sous l'action d'une accélération supérieure ou égale à 5 g selon l'axe longitudinal du planeur.

#### 1.6.1. Maintenance

La documentation technique témoigne d'un entretien conforme aux programmes de maintenance de l'armée de l'air.

#### 1.6.2. Performances

Les informations de performances figurent dans le manuel de vol NCP 117 du planeur PEGASE C101A de l'armée de l'air qui détaille la mise en œuvre et les limitations de l'aéronef. Il reprend les éléments du manuel de vol constructeur approuvé par la DGAC le 13 mars 1991.

Très répandu en France ce planeur est largement apprécié pour sa grande polyvalence, sa simplicité d'utilisation et son comportement très sain.

**Finesse : 41**

#### Vitesses

- Vitesse de décrochage à inclinaison nulle et une masse de 340 kg : 63 km/h
- Vitesse maximale : 250 km/h
- Sur l'anémomètre des arcs de couleurs permettent de visualiser les plages de vitesse :
  - arc vert : de 85 à 170 km/h : plage d'utilisation normale ;
  - arc jaune : de 170 à 250 km/h : plage à utiliser avec prudence et en air calme.

#### Facteur de charge

+5,3 g/-2,65 g à 170 km/h

#### 1.6.3. Masse et centrage

---

<sup>1</sup> GV = grande visite

La masse à vide est de 250 kg. La masse maximale de 455 kg.  
Au moment de l'accident, la masse et le centrage sont dans les limites spécifiées au manuel de vol.

## **1.7. Conditions météorologiques**

### **1.7.1. Prévisions**

Consultées sur le site internet de Météo France le matin même, elles sont présentées et commentées au briefing du matin vers 10h30 par un moniteur de l'unité.

Elles annoncent :

- vent : secteur sud-ouest entre 6 et 10 kt ;
- visibilité : supérieure à 10 km ;
- nébulosité : ciel légèrement voilé par nuages d'altitude ;
- aérologie : le sol étant très sec un régime d'ascendances en thermique pur est prévu ;
- QNH : 1 014 hPa ;
- température extérieure au sol prévue : +31 °C.

Les observations sont conformes aux prévisions.

## **1.8. Aides à la navigation**

Le pilote effectue une navigation à l'estime (à l'aide d'une carte IGN à l'échelle 1/500 000 réservée aux usagers militaires)

Le pilote possède un PDA (*personal data assistant*) avec une fonction GPS. Le planeur n'est équipé d'aucun autre appareil de radionavigation.

## **1.9. Télécommunications**

Au moment de l'événement, le pilote est en émission-réception sur la fréquence VHF du terrain de Romorantin.

## **1.10. Renseignements sur l'aérodrome**

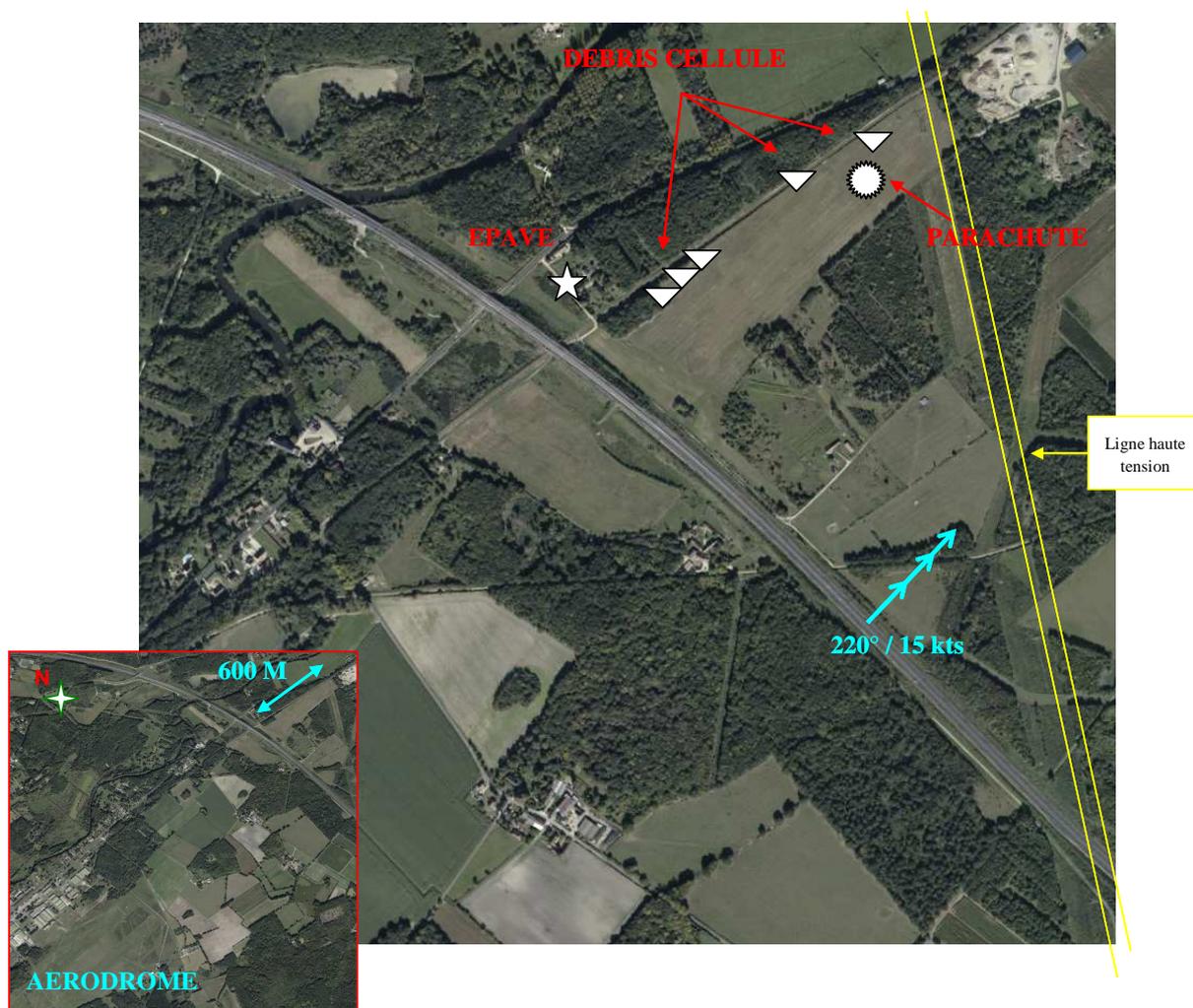
Sans objet.

## **1.11. Enregistreurs de bord**

Le planeur n'est pas équipé d'enregistreur de paramètres ou de phonie. La réglementation ne l'impose pas.

### 1.12. Renseignements sur l'épave et sur la zone d'impact

L'aéronef est tombé dans un jardin, à proximité immédiate d'une habitation. De nombreux débris sont répartis dans le lit du vent. Le pilote s'est posé à proximité d'une ligne à haute tension.



Vue générale de la zone



Epave et zone d'impact

Le site de l'accident se situe à une altitude de 89 mètres. L'appareil est détruit et repose sur le dos dans un jardin, à 20 mètres d'une habitation.



Vue du cockpit

L'extrémité de l'aile droite est intacte, celle de l'aile gauche est rompue et demeure reliée à la voilure.

La queue de l'aéronef est rompue. Le plan de rupture se situe à 1,5 m après l'emplanture des ailes.

La dérive repose à côté du cockpit, reliée à l'aéronef par un des câbles de commande de la gouverne de direction enroulé de plusieurs tours autour du fuselage.

Le plan fixe horizontal est absent et n'a pas été retrouvé.



Vue de la dérive

La verrière a disparu. Son dispositif d'ouverture et de largage ont été retrouvés à plusieurs centaines de mètres du fuselage.

Les deux sangles d'épaule du harnais sont présentes. Les sangles du bas et la boucle de fixation sont absentes.

La commande des aérofreins est en position rentrée.

Le transfert de l'épave sur la base de Romorantin a été réalisé par les personnels du CVVAA.

### **1.13. Renseignements médicaux et pathologiques**

#### 1.13.1. Commandant de bord

- Derniers examens médicaux :
- CEMP (TOULON) le 10/01/2012: aptitude élève pilote 12 mois sans restrictions.
- VSU (CMA ISTRES-SALON) le 30/07/2012 : aptitude élève pilote maintenue ; apte à servir et à faire campagne en tous lieux et sans restrictions ; apte vol à voile militaire.
- Examens biologiques : effectués, résultats négatifs.
- Blessures : le pilote est légèrement blessé.

### **1.14. Incendie**

Néant.

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

Le pilote est éjecté du planeur. Son parachute s'est ouvert automatiquement. Il a pu se diriger grâce aux poignées pour se poser avant une ligne à haute tension.

Après le poser, il s'est relevé légèrement commotionné.

La balise de détresse de l'appareil de type JOLLIET JE 2 s'est activée automatiquement.

Le signal de détresse a été perçu sur la fréquence 121,500 et 243 MHz par un hélicoptère militaire transitant dans la zone qui s'est alors posé à proximité immédiate du pilote. L'équipage lui a prodigué les premiers soins. Quelques minutes plus tard le pilote a été pris en charge par les sapeurs-pompiers. Il a alors été évacué vers à l'hôpital de Romorantin pour y subir des examens médicaux.

Parachute de sauvetage Flexpack.

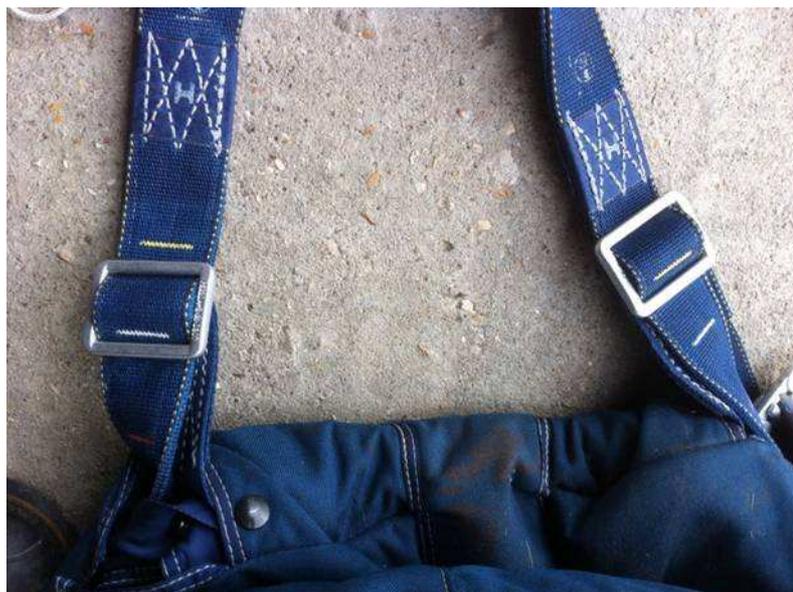
L'examen du parachute permet de constater que :

- 3 manilles sur 4 (éléments en inox reliant les suspentes aux élévateurs) ne sont pas correctement positionnées. En effet, celles-ci sont placées dans le sens transversal au lieu du longitudinal. Cette position n'est pas préconisée, la résistance de la manille étant inférieure au sens de travail normal (longitudinalement).



Vue des manilles

- le réglage des sangles principales du parachute est dissymétrique.



Vue des sangles

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

Néant.

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

Le CVVAA de Romorantin a pour missions:

- l'organisation de stages pour l'entraînement et la sélection des futurs instructeurs de planeurs de l'armée de l'air ;
- l'organisation de stages fédéraux avec les aéroclubs de France pour la formation initiale des pilotes de planeurs ;
- l'entraînement des compétiteurs de l'armée de l'air ;
- l'organisation de séances de vol d'instruction et de perfectionnement au profit des élèves pilotes des écoles de pilotage de l'armée de l'air ;
- le suivi et la gestion des personnels et des matériels des autres centres de planeur de l'armée de l'air qui organisent des séances d'instruction au profit des élèves sous officiers de Rochefort et élèves militaires du rang de Saintes ainsi que la formation aéronautique initiale des élèves de l'école des pupilles de l'air de Grenoble et l'école de l'air de Salon-de-Provence.

Les pilotes instructeurs planeur affectés sont des sous-officiers issus de diverses spécialités de l'armée de l'air. Ils n'ont pas le statut de personnel navigant de l'armée de l'air. Ils ont bénéficié d'une formation d'instructeur au centre national de vol à voile (CNVV) de Saint-Auban. Ce centre relève de la DGAC. La formation des vélivoles, pilotes et instructeurs y est organisée par l'école nationale de l'aviation civile.

Le CVVAA de Romorantin dispose de 28 planeurs, trois avions Jodel D140 et un moto-planeur HK36 Superdimona. Il réalise environ 6 000 à 7 000 heures de vol par an. Il compte six instructeurs (renforcés par trois réservistes). Le commandant en second de l'unité qui est chef des opérations a également le rôle d'officier sécurité des vols (OSV).

#### **1.18. Renseignements supplémentaires**

Néant.

#### **1.19. Techniques spécifiques d'enquête**

Néant.

## 2. ANALYSE

Au cours d'un vol à proximité immédiate du terrain base un pilote de planeur perd le contrôle de son appareil qui se rompt en l'air. Ejecté de la cabine, sans action de sa part, son parachute s'ouvre automatiquement et il se pose sans dommage grave.

L'analyse détaille la phase finale du scénario qui a conduit à l'événement. Elle en détermine ensuite les causes probables.

Elle repose sur les témoignages du pilote et des témoins, s'appuie sur le recueil des éléments environnementaux, organisationnels et humains, et exploite les résultats des investigations menées sur l'appareil accidenté.

### 2.1. Conditions de survenue

#### 2.1.1. Manœuvres et constatations du pilote

Le pilote vole depuis bientôt trois heures aux abords du terrain de Romorantin. Il est au cap sud-est à 1400 mètres d'altitude en descente à une vitesse de 190 km/h. Il ressent une secousse qu'il interprète comme révélatrice de la présence d'une ascendance. Il tente de réaliser une spirale en cabrant d'environ 15° tout en inclinant l'appareil sur la gauche, et regarde alors à l'intérieur du virage pour chercher le terrain et assurer son anticollision. Lorsque son regard revient dans le cockpit il observe à nouveau les instruments et constate que la vitesse passe 120 km/h en rapide diminution et que le nez est franchement haut. Il pousse sur le manche et continue d'incliner passant sur la tranche à 90°. Il perd alors le contrôle de l'appareil, laisse alors retomber le nez et passe ¾ dos. L'aéronef se retrouve en piqué. La vitesse augmente très rapidement.

Par peur de dépasser le facteur de charge limite, le pilote tire modérément sur le manche pour tenter de sortir de piqué. Il ne redresse pas le nez au dessus de l'horizon.

Il constate que l'aiguille de l'anémomètre est en butée à 350 km/h alors que la VNE est de 250 km/h. De fortes vibrations apparaissent et le pilote constate que les ailes battent de plus en plus vite.

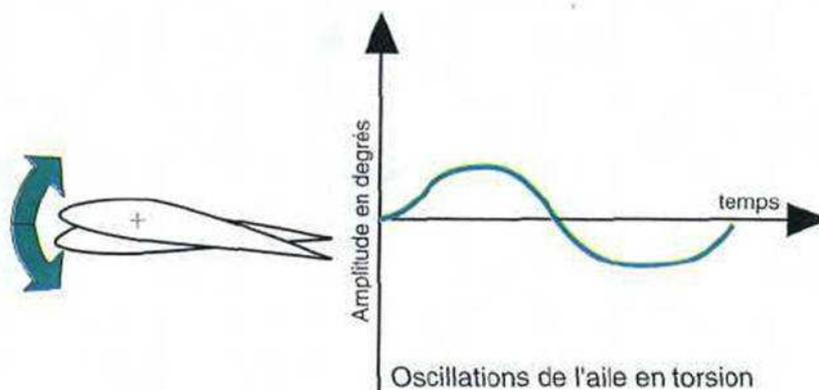
Ces réactions aérodynamiques sont caractéristiques du phénomène de « flutter » (flottement) dû à la survitesse de l'aéronef en vol.

#### 2.1.2. Le phénomène de « flutter »

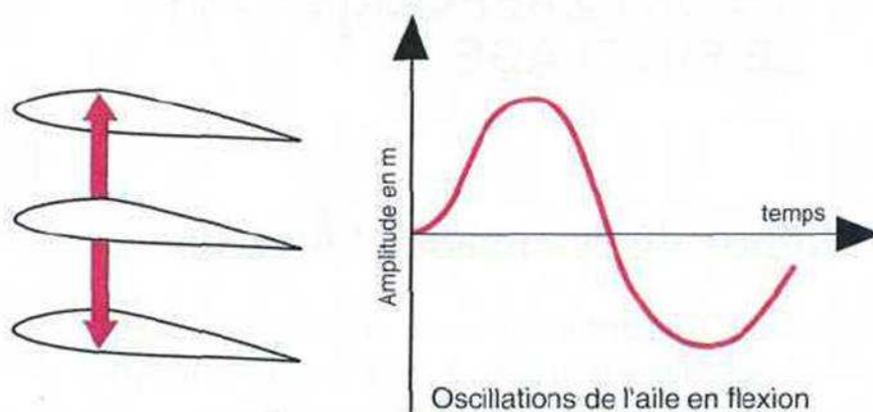
Quelle que soit sa conception, un aéronef subit des contraintes qui, en vol, déforment la voilure. Le flutter est le résultat du couplage de deux modes vibratoires de l'aile en torsion et en flexion, provoqués, entretenus voire amplifiés par les forces aérodynamiques (phénomènes aéro-élastiques).

Les ailes peuvent osciller :

- en torsion ;



- en flexion ;

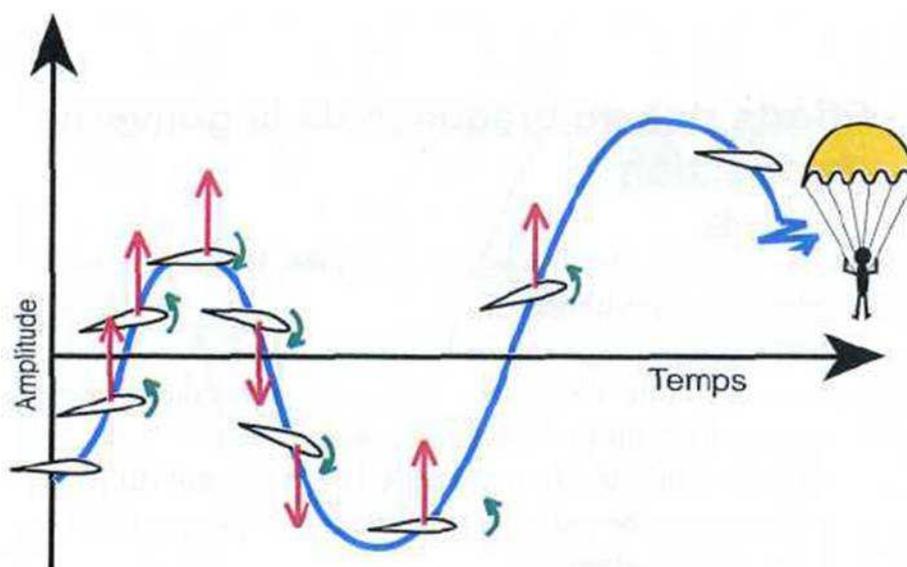


Les oscillations en torsion sont à l'origine de variations d'incidence donc de portance et induisent ainsi des mouvements d'aile.

Lorsque la vitesse de l'écoulement de l'air augmente autour d'une aile ou d'une surface aérodynamique, la fréquence des mouvements de torsion diminue alors que celle des mouvements de flexion augmente.

Il existe une vitesse, appelée vitesse critique, pour laquelle ces deux fréquences sont en phase, les effets de torsion et de flexion pouvant se combiner. Le phénomène est divergent, dès lors il amplifie les mouvements de flexion et de torsion et conduit à un couplage aéro-élastique. Ces phénomènes aéro-élastiques vibratoires peuvent concerner l'aile entière, le couple aile - aileron ou la profondeur, la direction et même le fuselage dans ses parties les plus fragiles comme la queue de l'appareil.

S'ils se prolongent, ils peuvent provoquer l'endommagement de l'aile ou de la surface aérodynamique concernée. La destruction intervient dans un délai variant de quelques secondes à quelques dizaines de secondes.

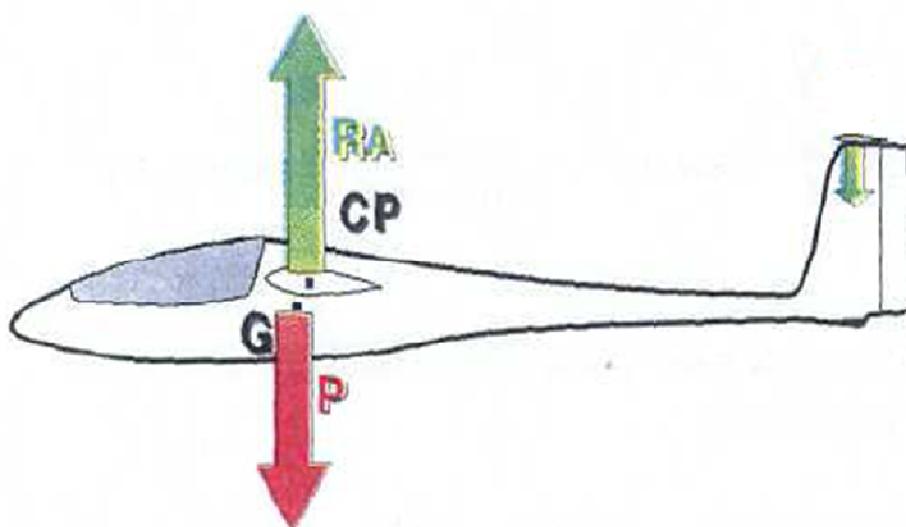


Effet de la combinaison des oscillations

### 2.1.3. Analyse du phénomène dans l'événement

Les ailes du planeur n'ont pas cédé en vol. Elles sont solidaires du fuselage sur l'épave et ne présentent pas de marques d'arrachement. En revanche, le pilote du remorqueur a vu le planeur tomber en vrille à plat avec la queue pendante, brisée à 1,5 mètre derrière l'emplanture des ailes. Les efforts appliqués au fuselage lors du phénomène de « flutter » sont vraisemblablement à l'origine de sa rupture.

Au moment où la queue se brise l'équilibre de l'aéronef assuré par l'empennage horizontal disparaît.



Effet équilibreur de l'empennage horizontal

Avec la disparition de la force d'équilibre et le décalage brutal du centre de gravité vers l'avant l'aéronef subit un couple piqueur d'autant plus fort qu'il est rapide et que la portance est élevée.

La traînée augmente alors brusquement, les ailes faisant office d'aérofreins. Le pilote se retrouve violemment propulsé vers l'avant.

Le harnais pilote est certifié pour résister à une accélération de 9 g vers l'avant et 4,5 g vers le haut (valeurs extrêmes). Les deux sangles du bas de son harnais se sont arrachées, la boucle de verrouillage a cédé et le pilote est passé à travers la verrière. Comme le système de fixation des sangles ne semble pas défailant, l'accélération subie par le pilote a probablement été supérieure à 4,5 g. La sangle d'ouverture automatique du parachute attachée à la sangle haute du harnais s'est délovée et a provoqué l'ouverture automatique de son parachute. Après s'être dirigé grâce aux poignées de manœuvre, il s'est posé dans un champ.

**L'accident est dû à la rupture en vol de la queue de l'aéronef en raison d'un phénomène vibratoire de type « flutter » provoqué par le franchissement de la VNE.**

## 2.2. Recherche des causes de la sortie du domaine de vol

### 2.2.1. Causes environnementales et techniques

Aucun phénomène environnemental particulier ni dysfonctionnement technique avant l'événement n'a été rapporté par le pilote. Les commandes de vol ont répondu correctement jusqu'au moment de l'incident. Au cours de l'examen approfondi de l'épave, aucune anomalie qui aurait pu être à l'origine de la survitesse n'a été constatée sur la structure ni sur la chaîne de commandes de vol. La recherche des causes s'oriente vers les facteurs humains.

**L'hypothèse d'une cause environnementale, d'un problème technique ou de manœuvrabilité à l'origine de l'événement est rejetée.**

### 2.2.2. Causes relevant des facteurs humains et organisationnels

Les paragraphes précédents ont permis de déterminer une séquence d'événements comportant des erreurs humaines à l'origine du dépassement de la VNE.

Ce paragraphe en analyse les causes relevant des facteurs humains et organisationnels en s'appuyant sur le modèle *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) :

- Il identifie tout d'abord les erreurs de technicité, de perception puis de décision qui sont à l'origine de la sortie du domaine de vol.
- Il aborde ensuite les conditions de préparation puis de réalisation du vol ainsi que l'état d'esprit du pilote pendant ce stage qui ont pu contribuer à la survenue de l'incident.
- Il étudie enfin pourquoi le climat organisationnel et de supervision de ce vol ainsi que la formation initiale du pilote ne lui ont pas permis de mieux connaître le phénomène de flutter, de l'anticiper et de récupérer une situation qui se dégradait rapidement.

### 2.2.2.1. Les erreurs

#### Erreurs de technicité

Lorsqu'il débute sa manœuvre, le pilote incline son appareil et cabre jusqu'à 15° d'assiette. Si le but est d'optimiser un courant ascendant, la théorie prévoit d'adapter l'inclinaison à la bulle d'air ascendante dans une moyenne de 30° et de prendre une vitesse de taux de chute minimum voisine de 80 km/h sur cet appareil. Ceci permet de limiter les évolutions, les acrobaties étant proscrites sur cet appareil.

La vitesse initiale de la figure étant de 190 km/h le cabré permet effectivement de réduire la vitesse. Dans le même temps, en débutant sa manœuvre et en inclinant à gauche, le pilote regarde à l'intérieur du virage pour assurer son anti collision et tenter de retrouver le terrain. Il perd alors de vue l'horizon qui aurait pu lui servir de repère pour limiter son inclinaison, ce qui entraîne un défaut de contrôle de l'attitude de son planeur. Sans repère visuel, il accroît encore son inclinaison comme pour exécuter une oreille. Lorsqu'il réalise en regardant dans la cabine que sa vitesse décroît très rapidement il pousse sur le manche mais n'arrête pas d'incliner et se retrouve  $\frac{3}{4}$  dos. Le planeur étant centré avant, le nez retombe sans que le pilote qui perçoit la perte de contrôle de l'appareil n'ait d'action significative aux commandes. Il témoigne avoir appréhendé à cet instant une situation qu'il ne maîtrise pas. L'aéronef se retrouve en piqué à la verticale et commence à accélérer très rapidement.

**Le pilote débute une manœuvre en spirale et ne limite pas l'inclinaison de son appareil par manque de technicité de pilotage en particulier dans le contrôle de ses repères visuels. Il exécute, sans prioriser les tâches, une figure de type oreille l'amenant à une situation imprévue de piqué.**

#### Erreurs de perception et de décision

Quand l'aéronef se retrouve à la verticale, la surcharge cognitive du pilote engendrée par le caractère imprévu de la situation associée à un ressenti de stress lié au danger perturbe sa perception des risques de la situation ainsi que la réalisation d'actions réflexes.

Il ne pense pas en particulier à sortir les aérofreins qui auraient pu contribuer à le ralentir.

Après une brève phase de désorientation spatiale le limitant dans ses actions, il agit de nouveau sur les commandes en commençant une légère ressource qu'il estime bien en deçà de l'accélération maximale de 4g autorisée par le manuel de vol dans les situations d'urgence. A aucun moment le nez ne repassera au dessus de l'horizon.

La vitesse augmente très rapidement et le pilote constate après quelques secondes que l'aiguille du badin est en butée à 350 km/h. Les vibrations apparaissent accompagnées d'un fort bruit aérodynamique. Diminuant la vitalité de la ressource quand l'aéronef commence à vibrer, le pilote accentue sa sortie du domaine de vol.

**Confronté à un fort piqué imprévu, le pilote en situation de stress ne perçoit pas immédiatement les risques liés à la situation. Brièvement désorienté, il ne décide pas d'appliquer rapidement une procédure franche de sortie de piqué. La ressource trop faible et tardive est insuffisante pour empêcher le dépassement de la VNE en accélération.**

#### **Synthèse des erreurs :**

**Le pilote a exécuté, sans l'anticiper ni la contrôler, une manœuvre à grande inclinaison qui l'a désorienté et mené à un fort piqué dont il n'a pas su sortir avant de dépasser la VNE.**

#### 2.2.2.2. Conditions de survenue des erreurs

Les défaillances précédemment décrites surviennent dans un contexte particulier. Son étude a pour but de caractériser son influence sur la survenue de l'accident.

#### Eventualité d'une incapacité physique

Le pilote a rejoint Romorantin en début de semaine. Depuis 6 jours il a une activité aérienne quotidienne de l'ordre de trois heures de vol par jour, dense mais équilibrée. La qualité du sommeil et de l'alimentation sont correctes. Le pilote se sent en excellente forme physique et psychique.

L'ensemble des examens médicaux réalisés après l'accident ne révèle aucune anomalie.

**L'hypothèse qu'une incapacité physique du pilote ait pu avoir un lien avec l'accident est rejetée.**

#### Motivation et confiance en soi du pilote dans le contexte du stage

La motivation aéronautique militaire du pilote est forte et affirmée depuis longtemps. Il se projette depuis son entrée à l'école de l'air dans un métier actif de pilote de combat où se conjuguent maîtrise des risques et technologie.

Il vient juste de terminer une formation académique de 3 ans avant d'entamer le cursus de pilotage.

Dans le cadre du stage toutes les évaluations des moniteurs sur ses prestations en vol sont très positives. De l'avis général des instructeurs, il s'agit d'un élève pilote très à l'aise qui maîtrise bien les divers aspects de pilotage abordés et qui assimile rapidement. Ceci l'a probablement mis en confiance dans le contexte d'une activité de vol à voile, moins intense en termes de sensations physiques.

**L'hypothèse selon laquelle cet élève pilote, sitôt la première impression de maîtrise et d'assurance aéronautique venue, ait cherché à explorer rapidement les limites de**

**l'aéronef, en excès de confiance et sans réelle conscience des limites de sa technicité est possible.**

### Monotonie du vol

Les conditions météorologiques lors de l'événement étaient les mêmes que la veille notamment en thermique pur et le pilote volait sur le même planeur que la veille. La mission consistait en un vol local, comme tous les autres vols solo effectués depuis le début du stage. Hormis l'exposé météorologique, aucun autre point de sécurité particulier n'a été soulevé lors du briefing. La gestion des vols longs et ses difficultés n'ont pas été abordées au cours de ce stage et ne sont pas connues du pilote.

Comme cela se pratique en vol à voile, aucune heure de poser n'est prévue. Avant ce vol, le pilote a déjà réalisé 14 heures dans la semaine autour du terrain sans épreuves particulières de navigation ou gain d'altitude à effectuer.

Après trois nouvelles heures de vol, le pilote reconnaît une certaine lassitude qui l'entraîne à prendre des vitesses plus rapides pour transiter. La volonté de rompre avec la monotonie de ce vol associée à son excès de confiance ne lui a pas permis d'évaluer justement le risque de réaliser une telle manœuvre. Cette combinaison a confronté le pilote à une situation à risque imprévue.

**Il est possible que confronté à un vol long qui ne lui est pas encore familier et après une semaine de vols locaux le pilote ait voulu tenter une manœuvre nouvelle pour rompre la monotonie ressentie au cours de cette mission, dans un contexte d'excès de confiance.**

#### 2.2.2.3. Conditions de non récupération

Ce paragraphe étudie les différentes causes qui ont pu contribuer à ce qu'il ne maîtrise plus la situation de piqué dans laquelle il se retrouve et ne soit pas capable d'en sortir avant de franchir la VNE.

### Connaissances et expérience sur l'aéronef

A son arrivée au CVVAA de Romorantin, le pilote a reçu un briefing sur l'organisation du stage et sur les consignes générales. Il a volé sur plusieurs types de planeurs biplaces et monoplaces. En particulier, il totalise 13 heures de vol sur le PEGASE C101. Il n'a néanmoins pas lu le manuel de vol de cet aéronef comme cela est prévu dans les consignes du centre. Il a pris connaissance des différentes vitesses de manœuvre et des limitations en lisant la plaquette affichée à l'intérieur de la cabine. Les limitations de facteurs de charge n'apparaissent pas sur cette plaquette.

Le pilote possède au moment de l'accident une connaissance très incomplète des caractéristiques de ce planeur.

**Il est donc probable que la faible expérience du pilote sur ce type d'aéronef, ainsi que sa connaissance incomplète des capacités de la machine aient limité son champ d'actions lorsqu'il a été confronté à une situation délicate de fort piqué.**

#### Formation initiale relative à la gestion de situations critiques

L'expérience aéronautique totale du pilote est de 140 heures de vol réparties au cours des trois années de sa formation à l'école de l'air. L'enseignement aéronautique pratique à l'école de l'air est dispensé sur planeur et sur TB 10 dans le but d'apprendre les bases de la maniabilité et du pilotage. Le brevet de pilote privé peut éventuellement être obtenu en fin de progression. Les appareils utilisés pendant la formation de cet élève pilote, planeurs ou TB 10, ne permettent pas de manœuvres acrobatiques.

Son apprentissage n'a donc pas compris de pratique de la voltige ni de manœuvres particulières de vrille<sup>2</sup> ou de sortie de piqué qui auraient pu le familiariser avec les manœuvres à forte variations d'assiette ou d'inclinaison ou sous facteur de charge. Cet apprentissage aurait pu l'aider à consolider des automatismes utiles en cas de surcharges cognitives.

Ce pilote ne possède qu'une connaissance partielle et pas de pratique aux commandes des évolutions serrées ou sous facteur de charge. Il n'a abordé ce domaine particulier qu'à l'occasion de trois vols en trois ans. L'un sur Mirage 2000 en 2009, l'autre sur CAP 10 en septembre 2010 et le dernier sur ALPHAJET en juillet 2011.

**La formation initiale de ce pilote ne lui a pas permis d'acquérir la connaissance, la technique de pilotage et les réflexes qui lui auraient permis de maîtriser une manœuvre à forte inclinaison et de réagir efficacement dans une situation critique de fort piqué.**

#### Cadre de l'activité vélivole

L'activité vélivole dans l'armée de l'air a un statut particulier. Elle permet d'entretenir une activité aéronautique à moindre frais et sert à développer le sens de l'air ainsi que la finesse de pilotage. Elle s'adresse à toutes les spécialités et comprend une large part de personnel non navigant. Elle s'apparente à une activité sportive de loisir et les procédures n'y sont pas aussi détaillées que dans les unités navigantes de l'armée de l'air.

<sup>2</sup> Au cours de la formation vol à voile au sein de l'armée de l'air tous les décrochages sont étudiés ainsi que les conditions de départ en vrille. Les vrilles ne sont effectuées que sur le DG 505 dont l'armée de l'air ne possède qu'un exemplaire sur lequel le pilote n'a pas volé.

L'essentiel des règles du vol à voile pratiqué dans l'armée de l'air sont directement transposées des pratiques civiles et du manuel du pilote de vol à voile. Les moniteurs militaires sont formés et qualifiés dans les écoles de pilotage civiles. Ils n'ont pas le statut de personnel navigant au sein de l'armée de l'air.

La circulaire relative à la pratique du vol à voile dans l'armée de l'air (PAA 07 201) ainsi que les consignes permanentes de sécurité relatives à la pratique du vol à voile dans l'armée de l'air (PAA-309) ont été actualisées en juillet 2012. Clair et concis, ce corpus ne détaille pas chaque action élémentaire et s'adapte à la diversité des utilisateurs dont les niveaux aéronautiques sont très variés. Il facilite également la ré-assimilation par des pilotes ne pratiquant cette activité que très sporadiquement et pendant un temps limité. Cette souplesse permet d'adapter les briefings aux objectifs recherchés et aux différents stagiaires et de ne pas inscrire l'activité dans un cadre trop contraignant ou coercitif propre à décourager certains volontaires.

Il stipule néanmoins que le vol à voile, activité sportive par excellence, est avant tout une discipline aéronautique à part entière qui, à ce titre, requiert les mêmes exigences que toutes les autres activités aériennes.

Dans le cadre de l'accident traité le pilote n'a pas lu le manuel de vol ni les consignes de sécurité et ne les a donc pas signées comme il l'est prévu. Sa connaissance générale du planeur et des consignes est donc incomplète. Enfin, son lâcher au cours de ce stage n'a pas fait l'objet d'un briefing particulier attirant l'attention sur certains points de sécurité notamment concernant l'importance du respect des vitesses d'évolution ou la gestion d'un vol long.

Aussi, l'organisation mise en place au niveau de l'unité n'a-t-elle pas permis de déceler ces points. Elle a implicitement autorisé l'élève pilote à évoluer dans un cadre qu'il ne maîtrisait pas totalement.

**Il est probable que le cadre particulier propre à l'activité véliplane et le déficit de contrôle ou de briefings spécifiques de la part de l'unité aient contribué à créer au cours de cette mission un climat propice à l'excès de confiance. Ce dernier s'est traduit par la réalisation d'une manœuvre inconnue du pilote.**

**L'incapacité du pilote à sortir d'une situation qu'il a rendue critique peut s'expliquer par la conjonction des éléments suivants :**

- le pilote a peu d'expérience sur la machine qu'il connaît mal,**
- il n'a pas appris pendant sa formation à sortir des positions inusuelles ou à doser un facteur de charge,**
- la structure dans laquelle il évolue n'a pas permis de détecter et de palier ces insuffisances.**

### 3. CONCLUSION

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

Le vol est réalisé dans le cadre d'un stage de vol à voile de deux semaines au profit d'élèves pilotes en fin de scolarité de troisième année à l'école de l'air. Se préparant aux épreuves du brevet planeur, le pilote effectue un vol solo aux abords immédiats du terrain de Romorantin. Après 2h50 minutes de vol alors qu'il évolue à 1 400 mètres d'altitude et à 190 km/h, voulant profiter d'une ascendance, le pilote entreprend en cabrant un virage par la gauche. Il perd rapidement de la vitesse et accroît son inclinaison réalisant alors une manœuvre proche du huit paresseux. Il laisse retomber le nez, se retrouve trois quart dos, puis en piqué à la verticale. La vitesse augmente alors très rapidement. Le pilote débute une ressource qui s'avère insuffisante pour arrêter le piqué et empêcher la vitesse de dépasser largement la VNE. L'aéronef se met alors à vibrer. Après environ trois secondes de très fortes vibrations, la queue de l'aéronef se brise et le pilote est brusquement éjecté du planeur au travers de la verrière. Son parachute s'ouvre automatiquement grâce à sa SOA et il se pose, légèrement blessé, dans un champ après avoir contrôlé sa descente. L'aéronef s'écrase, non loin, dans un jardin.

L'aéronef a été entretenu conformément à la réglementation en vigueur.

Aucun problème technique n'est rapporté par le pilote et les expertises menées sur les commandes de vol ne signalent aucun dysfonctionnement.

#### 3.2. Causes de l'événement

Le franchissement de la VNE a provoqué un phénomène vibratoire de type « flutter » qui a entraîné la rupture du fuselage en vol.

Aucun facteur technique ou environnemental n'est à l'origine de l'accident dont les causes relèvent uniquement des facteurs humains et organisationnels.

L'élève pilote, motivé, en confiance après une semaine de vols et cherchant peut-être à rompre la monotonie d'un long vol a réalisé une manœuvre à forte inclinaison qu'il n'a pas maîtrisée. En sortie de figure, l'aéronef s'est retrouvé en fort piqué.

Quand il a réalisé la situation et constaté la rapidité de l'accroissement de la vitesse, il a tenté en vain de sortir de ce piqué et l'aéronef a franchi sa VNE provoquant le phénomène de « flutter ».

Plusieurs éléments ont contribué au fait qu'il ne parvienne pas à anticiper et à réaliser avec succès la sortie de piqué :

- le pilote avait peu d'expérience sur ce planeur qu'il connaissait mal ;
- il n'a pas appris au cours de sa formation à sortir des positions inusuelles et à doser un facteur de charge ;
- la structure véliplane dans laquelle il évoluait n'a pas permis de détecter et de palier ces manques ni de l'alerter sur les particularités des vols solo, encourageant l'excès de confiance.

## 4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

#### 4.1.1. Positions inusuelles

L'analyse de cet événement a montré que le pilote qui avait volé plus d'une centaine d'heures au cours de sa formation durant les trois années précédentes, n'avait pas pratiqué ni acquis un certain nombre de manœuvres de pilotage de base en particulier pour la sortie des positions inusuelles. La connaissance de ces manœuvres lui aurait peut-être permis de reconnaître plus rapidement la criticité de la situation dans laquelle il s'était mis et d'y réagir avec plus de réussite.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air, d'étudier la possibilité d'ajouter dans le cursus de formation des élèves pilotes l'acquisition des réflexes de base en cas de positions inusuelles.**

#### 4.1.2. Planeur

L'analyse de cet événement a montré que le pilote n'avait jamais pratiqué de manœuvre à forte inclinaison ou assiette importante ni de vrille sur planeur. Certains planeurs peuvent effectuer ces manœuvres dans le cadre d'une utilisation normale. Les décrochages avec abatée peuvent être réalisés par les planeurs biplaces de type C201, ou Janus. L'armée de l'air possède également à Romorantin un DG 505 permettant de faire des vrilles.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air d'étudier, à l'image de ce qui est pratiqué dans les clubs de vol à voile civils, la possibilité de systématiser dans le cursus de formation des pilotes de planeurs et de préférence avant leur lâcher, l'étude des décrochages avec abatée et la réalisation d'une vrille.**

#### Encadrement de l'activité vélivole

L'analyse de cet événement a montré que le pilote avait une connaissance incomplète de son planeur et de ses limitations. Il n'avait en particulier pas lu le manuel de vol de son appareil.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air d'étudier, au niveau des unités vélivoles la formalisation d'une procédure permettant de s'assurer que les pilotes ont lu et acquis les connaissances minimales de leur machine avant de débiter les vols en solo.**

Il est probable que le pilote ait agi avec excès de confiance et que l'organisation n'a pas mis en place les barrières qui auraient permis de lui éviter de se retrouver en situation critique. L'activité vélivole dont les procédures sont moins précises que dans le cadre des vols militaires et pour laquelle les progressions vers le lâcher sont plus rapides concourt au développement de ce sentiment de confiance en soi.

Le pilote ne connaissait pas le phénomène de flutter et n'avait pas été spécialement informé sur les particularités des vols solos, la gestion des vols longs, ou les travers le plus souvent rencontrés.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air de formaliser la tenue d'un briefing spécifique au vol solo au cours duquel seraient abordés les points particuliers de mécanique et de domaine de vol, la gestion et les pièges des vols longs ainsi que les dangers de l'excès de confiance.**

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

Pliage et réglage des parachutes

Après expertise du parachute, il a été constaté que :

- le positionnement d'une des manilles sur lesquelles viennent se fixer les suspentes n'étaient pas correct ;
- le réglage des sangles principales du parachute était dissymétrique.

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

**à l'armée de l'air, de renforcer au sein des unités vélivoles les consignes relatives aux opérations de pliage des parachutes et à leur contrôle avant vol.**