



*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

# BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

## RAPPORT D'ENQUÊTE



### BEAD-air-A-2012-009-A

<b>Date de l'événement</b>	<b>25 mai 2012</b>
<b>Lieu</b>	<b>Clion-sur-Indre</b>
<b>Type d'appareil</b>	<b>Planeur Nimbus II B</b>
<b>Immatriculation</b>	<b>F-UQW - N18 - n°149</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, 14 : BEAD-air

**Illustrations :**

- Page 13 : 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.....	10
1.7. Conditions météorologiques .....	12
1.8. Aides à la navigation.....	12
1.9. Télécommunications .....	12
1.10. Renseignements sur l'aire de poser en campagne.....	13
1.11. Enregistreurs de bord.....	13
1.12. Renseignements sur l'épave et sur la zone d'impact.....	14
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
1.18. Renseignements supplémentaires.....	16
1.19. Techniques spécifiques d'enquête.....	16
2. Analyse _____	17
2.1. Scénario de dégradation de l'appareil.....	17
2.2. Analyse du phénomène météorologique rencontré par les équipages.....	18
2.3. Analyse du vol et reconstitution de la séquence d'événement.....	20
2.4. Recherche des causes des erreurs humaines .....	26
3. Conclusion _____	36
3.1. Eléments établis utiles à la compréhension de l'événement .....	36
3.2. Causes de l'événement.....	37
4. Recommandations de sécurité _____	38
4.1. Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement.....	38
4.2. Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement.....	41
ANNEXES _____	42
ANNEXE 1 PROCEDURE NORMALE – UTILISATION DU PARACHUTE FREIN _____	43
ANNEXE 2 LISTES D' ACTIONS « VACHE » ET « VENT ARRIERE » _____	44
ANNEXE 3 INFLUENCE DE CHACUNE DES DEFAILLANCES SUR LA TRAJECTOIRE FINALE _____	45
ANNEXE 4 PROCEDURE D' ATERRISSAGE EN CAMPAGNE ATTENDUE EN NIMBUS II _____	46

## 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
hPa	hecto Pascal
H <sub>PA</sub>	hauteur de l'appareil par rapport au point d'aboutissement envisagé par le pilote
MHz	mégaHertz
OPJ	officier de police judiciaire
PDA	<i>personal digital assistant</i>
PTL	prise de terrain en L
QFU	direction de l'axe de piste en service
QNH, QFE	pression atmosphérique au niveau de la mer, du terrain
VFR	<i>visual flight rules</i> – règles de vol à vue
V <sub>SO</sub>	vitesse de décrochage de l'aéronef en configuration atterrissage
VOA	vitesse optimale d'approche
WGS84	référentiel géodésique « <i>world geodesic system of 1984</i> »

## SYNOPSIS

Date de l'événement : vendredi 25 mai 2012 à 16h11

Lieu de l'événement : Clion-sur-Indre (Indre)

Organisme : armée de l'air

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

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

Aéronef : Nimbus II B

Nature du vol : circuit 300 km

Nombre de personnes à bord : 1

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

Lors d'un atterrissage en campagne, le planeur entre en collision avec des habitations. Le pilote 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 officier pilote.

### Autres experts consultés

- Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA, site de Brétigny).
- Société Schempp-Hirth (représentant français : société SCAP, site de Bailleau).

### Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air a été informé par téléphone le jour de l'accident vers 17h15 par le bureau d'enquêtes et d'analyse pour la sécurité de l'aviation civile (BEA).

Le directeur d'enquête est arrivé à Romorantin le 26 mai vers 8h00 pour rejoindre l'expert pilote présent sur place.

### Enquête judiciaire

Le parquet du tribunal de grande instance de Tours a ouvert une enquête judiciaire. Un officier de police judiciaire (OPJ) de la brigade de gendarmerie de l'air d'Avord initialement saisi a été assisté par la section de recherches de la gendarmerie de l'air (SRGA) qui a repris la direction de l'enquête judiciaire.

## 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 comptant une dizaine de stagiaires du ministère de la défense. Il se situe au 5<sup>ème</sup> jour du stage. Se préparant pour un stage d'instructeur, le pilote effectue un stage de perfectionnement.

#### 1.1.2. Vol

Indicatif mission : N18

Type de vol : circulation aérienne générale / *visual flight rules* (CAG/VFR)

Type de mission : circuit 300 km

Point de départ : Romorantin

Heure de départ : 13h13

Points de virages prévus : Port-de-Piles, aire d'autoroute du centre de la France

Point d'atterrissage prévu : Romorantin

#### 1.1.3. Déroulement

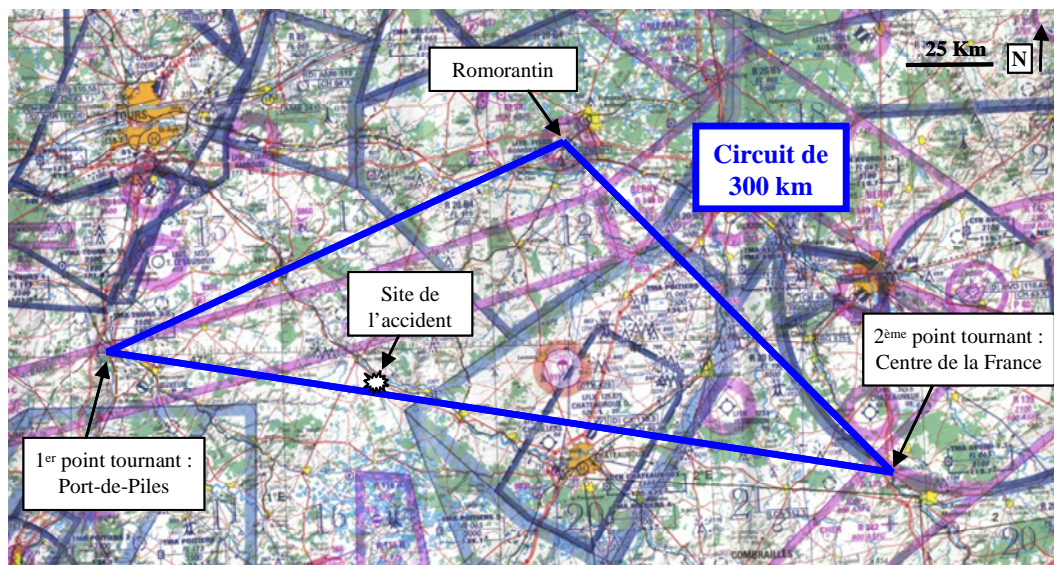
##### 1.1.3.1. Préparation du vol

Le briefing est dirigé par le chef de stage. Sont notamment présentés :

- Les prévisions météorologiques par l'agent météorologue de la base aérienne de Romorantin ;
- le choix du circuit et de ses différents terrains de dégagement.

##### 1.1.3.2. Description du vol

Le pilote ainsi que quatre autres équipages, effectuent un circuit de 300 km localisé au sud du terrain. Après 2 heures 45 minutes de vol environ, dans la deuxième branche orientée au cap 100°, les conditions d'ascendance se dégradent soudainement et le pilote éprouve des difficultés pour reprendre de la hauteur. Il choisit un champ pour envisager un poser en campagne et poursuit ses tentatives de retrouver des ascendances. Il décide finalement de se poser sur le champ initialement choisi.



Circuit envisagé du Nimbus N18

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

Le circuit d'atterrissage est réalisé selon une prise de terrain en « L » main droite pour un atterrissage ouest-nord-ouest. Après avoir annoncé « vent arrière, train sorti verrouillé » sur la fréquence inter-équipes<sup>1</sup>, le pilote positionne les volets en position atterrissage et actionne les aérofreins en « finale ». Le point de poser et l'ensemble du champ sont dépassés. Le pilote rentre alors les aérofreins et tente d'effectuer un demi-tour. Le planeur heurte la cime d'un arbre avant de terminer sa course au pied d'un hangar dans un jardin privatif.

#### 1.1.4. Localisation

- Lieu :
  - pays : France
  - département : Indre
  - commune : Clion-sur-Indre
  - coordonnées géographiques :
    - N 46°56'18,44''
    - E 001°14'05,91''
  - altitude du lieu de l'événement : 109 mètres
- Moment : jour
- Aérodrome le plus proche au moment de l'événement : Loches (terrain d'ultra léger motorisé (ULM))

<sup>1</sup> Cette annonce est immédiatement perçue par les autres équipages présents sur la fréquence et comprise comme un atterrissage en campagne.

## 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
Nimbus n° 149		X		

## 1.4. Autres dommages

Quelques dégâts matériels dans un jardin privatif.

## 1.5. Renseignements sur le personnel

### 1.5.1. Commandant de bord

- Age : 43 ans
- Unité d'affectation : escadron électronique aéroporté 00.054 « Dunkerque » de la base aérienne d'Evreux
  - fonction dans l'unité : chef de la cellule intercepteurs-traducteurs de langue anglaise
- Formation :
  - qualification : détenteur du brevet de pilote planeur et avion (licence PPL (A))
  - écoles de formation au vol à voile : aéroclub de Sologne (Romorantin) et section aérienne de vol à voile d'Ambérieu en Bugey (base aérienne 278)
  - date d'obtention des licences de pilote planeur et avion : 1997
  - qualification vol en campagne : 22 mai 1999<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Concernant le vol à voile, l'armée de l'air applique la réglementation civile. Cette qualification ne fait donc pas l'objet de prorogation ou de renouvellement.



- Heures de vol comme pilote de planeur :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 3 derniers jours	
	sur planeurs	dont sur Nimbus II	sur planeurs	dont sur Nimbus II	sur planeurs	dont sur Nimbus II
Total (h)	576	7h15	9h30	0	9h30	0

- Date du dernier vol comme pilote de planeur : 24 mai 2012
- Date du dernier vol comme pilote avion : 18 mai 2012
- Date du dernier vol planeur avant le stage : 2 septembre 2010

Avant d'être en stage en mai 2012, l'activité planeur du pilote sur les six dernières années est la suivante :

- 1 stage de deux semaines en juin 2006 ;
- 2 vols en outre-mer en 2007 ;
- 1 stage de deux semaines en mai 2010 et 1 stage d'une semaine en septembre 2010.

Les heures de vol effectuées dans les trois derniers jours ont consisté en un vol de 30 minutes en double commande avec instructeur puis trois vols en local de Romorantin.

- Expérience sur Nimbus II :
  - lâcher : 26 août 2002
  - nombre de vols : 5
  - dernier vol : 31 juillet 2003
  - nombre de sortie du parachute frein sur Nimbus II : néant
- Nombre de sortie d'un parachute frein sur planeur : 1, le 27 août 2001 sur Janus biplace
- Date des vols précédents en planeur ayant une performance de finesse similaire :
  - ASW17 (finesse de 48) : 2 septembre 2010
  - Ventus (finesse de 45 environ) : 28 juin 2006
- Date du dernier atterrissage en campagne : 19 mai 2010
- Nombre d'atterrissage en campagne : 4
  - nombre d'atterrissage en campagne sur planeur d'envergure supérieure à 15 mètres : néant

#### 1.5.2. Autres personnels

Dans le secteur et au même moment, sept autres équipages de planeurs ayant des performances différentes effectuent un poser en campagne ou sur un terrain. Cinq d'entre-eux participent au même stage vélivole.

## 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 : Nimbus IIB
  - configuration : *water-ballast* vides
  - envergure : 20,30 mètres

	Type	Numéro	Heures de vol totales	Nombre d'atterrissages	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	Nimbus IIB	n° 149	7 057	2 453	GV <sup>3</sup> : 707	VA <sup>4</sup> : 141

L'appareil est équipé d'aérofreins d'extrados, d'un train rentrant, de volets de courbure ayant un débattement de  $-7$  à  $+17^\circ$  (« *landing* »), une profondeur classique, un parachute frein situé dans la partie inférieure de la gouverne de direction. Une commande permet deux actions possibles sur le parachute frein : son déploiement et son largage. Une cale de sécurisation permet d'éviter le largage intempestif. L'aéronef est équipé d'une balise de détresse JOLLIET de type JE2, émettant un signal modulé sur les fréquences de détresse 121,5 méga Hertz (MHz) et 243 MHz lorsque l'interrupteur accéléromètre est automatiquement activé sous l'action d'un impact de 5 g ou plus suivant l'axe longitudinal du planeur.



Commandes des volets, d'aérofreins et compensateur



Commande du parachute frein

<sup>3</sup> GV = grande visite.

<sup>4</sup> VA = visite annuelle.

### 1.6.1. Maintenance

Sans objet.

### 1.6.2. Performances

Les pilotes disposent de la notice technique du planeur Nimbus II de l'armée de l'air, qui reprend l'essentiel des données de performances issues des manuels de vol de la direction générale de l'aviation civile (DGAC)<sup>5</sup> ou du constructeur<sup>6</sup>. Ces deux documents ne sont pas à la disposition des pilotes au sein de l'unité.

#### Finesse

- Finesse maximale (à 90 km/h) : 49
- Finesse avec des profils contaminés (poussières, insectes...) : 45

#### Vitesses de décrochage

- Vitesse de décrochage en configuration atterrissage à la masse maximale, *water-ballast* vides et aérofreins rentrés selon le manuel de vol<sup>7</sup> : 65 km/h
- Repère minimal de l'arc blanc selon le manuel de vol : 70 km/h
- Repère minimal de l'arc blanc selon la notice technique de l'armée de l'air : 75 km/h (cohérent avec l'arc blanc de l'anémomètre)

#### Vitesses d'atterrissage<sup>8</sup>

- Vitesse d'approche en « finale » recommandé par le CVVAA : 100 km/h
- Vitesse d'approche en « finale » selon les règles d'exploitation définies dans la notice technique du type Nimbus au sein de l'armée de l'air : 97,5 km/h
- Vitesse d'approche en « finale » selon le manuel de vol DGAC :
  - 90 km/h
  - terrain court selon le manuel de vol : 80 km/h
- Vitesse au moment du poser sur terrain court selon le manuel de vol du constructeur Schempp-Hirth : 65 à 75 km/h

#### Aérofreins

Les aérofreins, d'une surface de 0,131 m<sup>2</sup> pour chaque aile, sont considérés moins efficaces que ceux des autres planeurs du centre vélivole de Romorantin.

En raison de ses performances intéressantes<sup>9</sup> et particulières (cf. paragraphe 1.19), le Nimbus II n'est utilisé que par des pilotes confirmés. Ainsi, l'activité annuelle de ce planeur au sein du CVVAA est faible.

### 1.6.3. Masse et centrage

<sup>5</sup> Manuel de vol Nimbus IIB édition 1 validé par la direction générale de l'aviation civile (DGAC) le 29 novembre 1977.

<sup>6</sup> Manuel de vol du constructeur Schempp-Hirth, édition du juillet 1979, amendé en février 1994.

<sup>7</sup> Par la suite le terme manuel ou manuel de vol fait référence au manuel de vol validé par la DGAC.

<sup>8</sup> Vitesses sans vent.

<sup>9</sup> Le handicap d'un planeur est l'ensemble des performances de l'appareil. La fédération française de vol à voile attribue à cet appareil un handicap de 116, le classant parmi les plus performants.

La masse et le centrage sont dans les limites spécifiées au manuel de vol.

## 1.7. Conditions météorologiques

### 1.7.1. Prévisions

Présentées au briefing du matin vers 10h30 par le prévisionniste météorologue de la base aérienne de Romorantin, les prévisions font ressortir les éléments suivants :

- vent : secteur est pour 15 kt ;
- visibilité : supérieure à 10 km ;
- nébulosité : peu de cumulus dont la base se situe vers 1 700, 2 000 mètres au maximum en fin d'après-midi ;
- aérologie : des ascendances sont envisagées de 12h30 à 18h30 environ avec les prévisions de plafond (selon la prévision de radiosondage présentée, cf. paragraphe 2.2) :
  - 600 mètres environ pour une température sol de 27 °C ;
  - 1 200 mètres pour 28 °C ;
- QNH (pression atmosphérique au niveau de la mer) : 1 017 hecto pascal (hPa) en diminution ;
- température extérieure au sol prévue : 30 °C.

### 1.7.2. Observations

Durant la première phase du circuit, les observations sont conformes aux prévisions transmises et prises par les équipages. Après 2 heures et 45 minutes de vol, les conditions aérologiques changent, les cumulus disparaissent et les ascendances semblent passer en thermique pur. Sept équipages dans ce secteur effectuent alors un poser en campagne ou sur un terrain de déroutement.

A partir des différentes sources d'information à sa disposition, le groupe d'enquête estime que le vent au sol dans la zone de l'accident est du secteur est-nord-est pour 15 à 20 km/h.

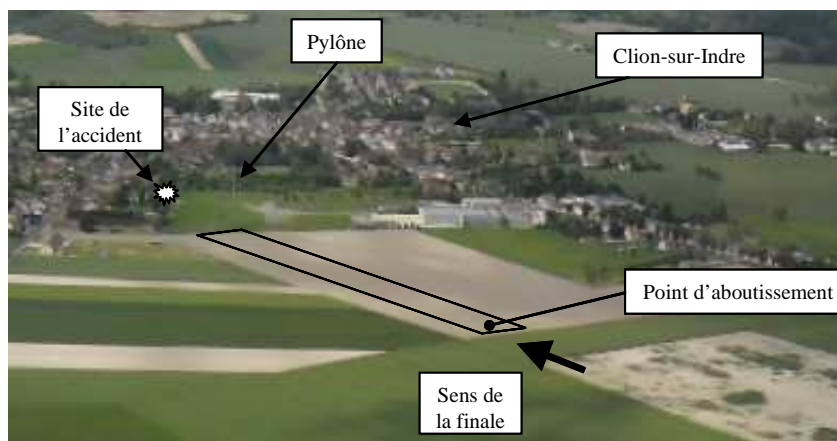
## 1.8. Aides à la navigation

Le pilote effectue une navigation à l'estime (à l'aide d'une carte « institut géographique national » (IGN) à l'échelle 1/500 000 réservée aux usagers militaires) qu'il complète des informations issues de son *personal digital assistant* (PDA), muni d'un récepteur *global positioning system* (GPS). Le calculateur de navigation embarqué L-NAV est exploité à titre indicatif.

## 1.9. Télécommunications

Au moment de l'événement, le pilote est en émission-réception sur la fréquence inter-équipages.

### 1.10. Renseignements sur l'aire de poser en campagne



Aire de poser

L'aire de poser est un champ d'une longueur de 320 m environ selon un axe au 293°, labouré, hersé et présentant une déclivité calculée à -2,5 %<sup>10</sup> sur 75 % de sa longueur. Un pylône d'une hauteur approximative de 20 mètres se dresse à l'extrémité nord-ouest du champ, à droite de l'axe choisi par le pilote.

Parmi les plateformes prédéfinies au briefing pour un atterrissage sur le parcours, les plus proches sont celles de Loches au 320° pour une distance de 30 km et Châteauroux Villers au 120° pour 31 km.

### 1.11. Enregistreurs de bord

Le planeur n'est pas équipé d'enregistreur de paramètres ou de phonie.

L'enregistrement du PDA du pilote, actif pendant toute la durée du vol, a pu être exploité.

Le PDA, GP30 de la marque Takara, comporte un récepteur GPS. Le logiciel « *SeeYou* » permet une exploitation d'aide à la navigation en planeur. Il est essentiellement utilisé pour valider les points de passage d'un circuit. L'ensemble des paramètres du vol est exploitable.

Le PDA ayant été développé pour un objectif initial pédestre ou routier, seuls les points de coordonnées ont été pris en compte. Les vitesses sol ont été reconstituées à partir de ces données (les valeurs de vitesses du logiciel (*indicated air speed* (IAS), sol, ascensionnelle) comportent des incohérences). La fin de la trajectoire a été recalée à partir de la localisation du site de l'épave (coordonnées et hauteur). Le vent, ressenti par le planeur et calculé par le logiciel environ dix minutes avant l'événement, est cohérent avec les autres sources d'informations : du 073° pour 39 km/h.

<sup>10</sup> Altitude du champ passant de 112 mètres au point d'aboutissement à 107 mètres au point le plus bas, 250 mètres plus loin.

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



Epave et zone d'impact

Le site de l'accident se situe à une altitude de 109 mètres. Les branches d'un arbre étêté à environ six mètres de hauteur et les traces d'impact au sommet d'un hangar sont observées à proximité de l'appareil.

Les principaux endommagements du planeur sont :

- aile gauche rompue à la moitié de sa longueur au niveau de la jonction de la rallonge ;
- queue de l'appareil rompue à l'arrière de la voilure ;
- aile droite présentant des traces d'impact ;
- verrière détruite.

Les endommagements structurels de l'appareil n'ont pas permis d'appliquer les procédures normales de démontage de l'appareil.

Les aérofreins sont en positions rentrés, les volets en position « -1 ». Le container du parachute frein est déverrouillé et posé à coté de la gouverne de direction. L'altimètre, réglé au QFE (pression atmosphérique du terrain) de Romorantin, indique 45 mètres. Le cap indiqué sur l'indicateur est de 020°. Les commandes d'ouverture et de largage verrière sont dans leurs positions « non tirées ».

L'intervention sur l'épave permettant son transfert sur la base de Romorantin a été réalisée par les personnels du CVVAA.

## 1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

### 1.13.1. Commandant de bord

- Dernier examen médical :
  - type : classe 2
  - date : avril 2012
  - résultat : apte pilote
  - validité : 30 avril 2014
- Examens biologiques : réalisés. Résultats négatifs.
- Blessures : hématome à la jambe gauche

### 1.14. Incendie

Néant.

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

Le pilote annonce être en bon état de santé au pilote du planeur volant en « patrouille<sup>11</sup> ».

Un pompier, présent sur les lieux, prodigue les premiers soins au pilote et alerte les secours.

Le pilote est évacué à l'hôpital par un hélicoptère du SAMU. Il en ressort à l'issue d'un contrôle par imageries médicales.

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 121,5 MHz à 16h20 par un avion commercial à la verticale du radiophare omnidirectionnel (VOR) d'Amboise au niveau 350.

A la demande du centre de coordination de sauvetage (CCS) Cinq-Mars-La-Pile, la balise a été éteinte par les personnels de Romorantin à leur arrivée sur les lieux.

### 1.16. Essais et recherches

Néant.

### 1.17. Renseignements sur les organismes

Le CVVAA de Romorantin fait partie des unités de l'armée de l'air au sein desquelles le vol à voile militaire est pratiqué. Ses missions sont :

- 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 eux, organisent des séances d'instruction au profit des élèves sous officiers de Rochefort, des 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 des élèves de l'école de l'air de Salon.

---

<sup>11</sup> Les équipages volent en patrouille non rassemblée, restent à vue entre-eux et échangent des informations d'aérologie. Ce dispositif permet de lancer l'alerte.

Les pilotes instructeurs sont des sous-officiers issus de diverses spécialités de l'armée de l'air qui 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 Jodel D140 et un 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 et chef des opérations a également le rôle d'officier sécurité des vols (OSV).

### 1.18. Renseignements supplémentaires

Néant.

### 1.19. Techniques spécifiques d'enquête

#### Détermination des performances des aérofreins du planeur Nimbus II

Les performances des aérofreins et du parachute frein du Nimbus II ne figurent pas dans la notice technique Nimbus du CVVAA. Afin de les définir et de les comparer à ceux d'autres planeurs habituellement utilisés, une mise en situation a permis de déterminer les taux de chute et pente dans différentes configurations. Elle a été effectuée avec un planeur Nimbus IIC dont les performances des aérofreins sont similaires à celle du Nimbus IIB.

Les conditions de relevées ont été à la vitesse optimale d'approche (VOA de 100 km/h et sans vent), en configuration atterrissage.

	Taux de chute approximatif (m.s <sup>-1</sup> )		
	AF non sortis	AF sortis	AF sortis Parachute frein ouvert
<b>Nimbus II</b>	-0,8	-3	-5
<b>Pégase</b>	-0,8	-5	/

	Nimbus II en configuration atterrissage à 100 km/h, sans vent			
	AF non sortis	AF à mi- efficacité	AF sortis	AF sortis Parachute frein ouvert
<b>Pente (%)</b>	3	7	11	18

En planeur, la branche « finale » s'effectue dans une configuration atterrissage et une position des aérofreins à mi-efficacité (et pas forcément à mi-course).



## 2. ANALYSE

L'analyse qui suit s'attache à déterminer les causes de l'impact de l'appareil avec le sol lors de l'atterrissage en campagne. Elle repose essentiellement sur les témoignages et les résultats d'exploitation du PDA du pilote.

Elle est composée :

- du scénario de dégradation de l'appareil ;
- de l'étude du phénomène météorologique rencontré par l'ensemble des équipages les conduisant à se poser en campagne ;
- de la reconstitution de la séquence d'événement ;
- de la détermination des causes de l'événement.

### 2.1. Scénario de dégradation de l'appareil

Le pilote efface l'aire d'atterrissage à quelques mètres de hauteur et, voyant des obstacles sur sa trajectoire, décide de remonter pour effectuer un demi-tour. Le planeur s'élève à environ six mètres de hauteur et heurte le sommet d'un arbre provoquant les traces d'impact sur l'aile droite. L'appareil atteignant alors une vitesse proche du décrochage, l'aile droite, ralentie par le contact avec les branches et le début de virage de l'appareil, décroche probablement.

L'appareil poursuit alors sa trajectoire vers le sol en dérapage à gauche, avec du roulis et du lacet à droite. Le départ en vrille a été contrarié par le contact avec le hangar et le sol.

A l'impact, l'énergie cinétique de l'appareil se dissipe à travers la déformation de la voilure (le démontage des ailes sera impossible) et la rupture de la queue de l'appareil à son emplanture (déplacement de la dérive à l'impact de la droite vers la gauche). La déformation des ailes du bas vers le haut engendre des efforts de compression sur la cellule et la verrière provoquant son éclatement, le cadre de la verrière restant en place.

L'impact final a généré le changement de la position des volets d'atterrissage à « -1 ». Le niveau de décélération a été suffisant pour déclencher la balise de détresse JOLLIET. La commande d'ouverture du parachute frein a été déplacée au sol à l'impact ou par inadvertance lors de l'évacuation de l'appareil par le pilote.

L'énergie cinétique de l'appareil ayant été absorbée au niveau des ailes et de la cellule, le train touche le sol sans endommagement et aucun traumatisme n'est constaté au niveau du rachis du pilote.

L'altitude indiquée par l'altimètre au niveau de l'épave est cohérente<sup>12</sup>.

**L'appareil ne présentait pas d'anomalie technique en lien avec l'événement. Le scénario d'endommagement de l'appareil a pu être déterminé et les positions des différentes commandes expliquées.**

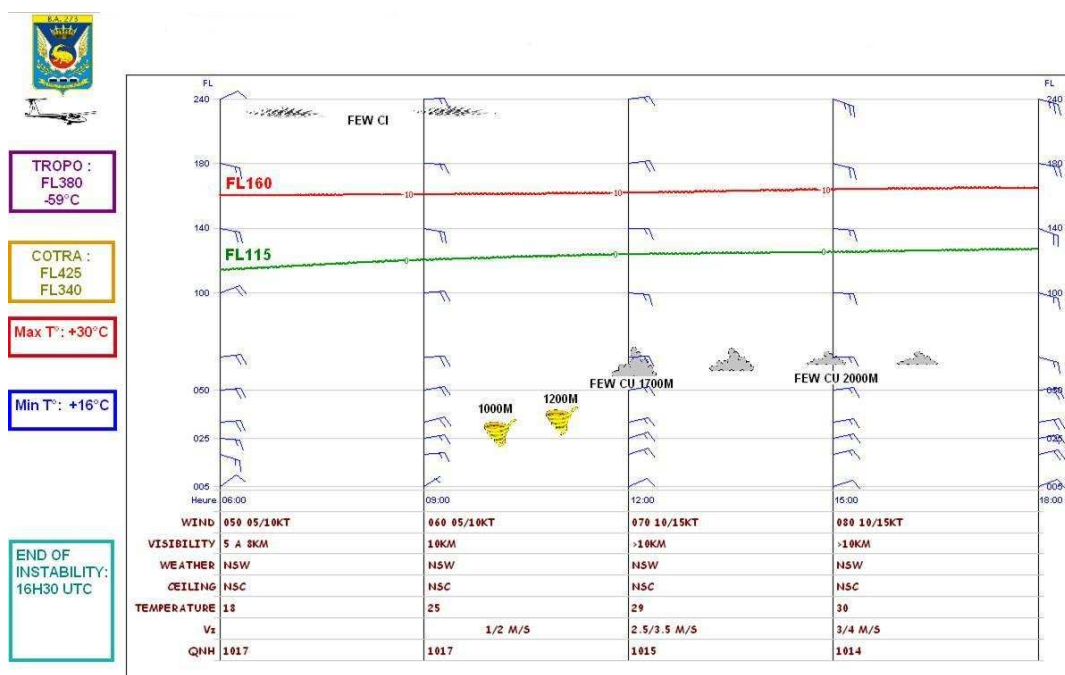
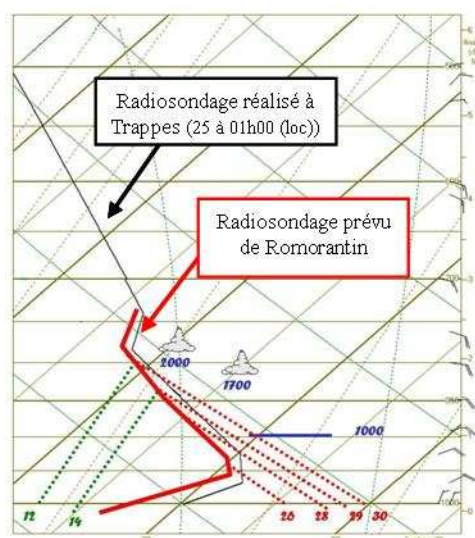
<sup>12</sup> L'altimètre a été calé (mise à zéro) au QFE de Romorantin à une altitude de 85 mètres alors que le QNH était de 1 016 hPa environ. L'altimètre indique 45 mètres sur le site de l'accident situé à une altitude de 109 mètres et un QNH de 1 014 hPa environ.

## 2.2. Analyse du phénomène météorologique rencontré par les équipages

La totalité des équipages du centre de vol à voile de l'armée de l'air ainsi que de l'aéroclub de Sologne également basé à Romorantin n'a pas réussi à poursuivre ses vols ou a dû l'écourter en l'absence d'ascendance dans ce secteur. Ce paragraphe vise à en déterminer l'origine.

### 2.2.1. Prévisions des conditions aérologiques et observations

Sur la base des informations météorologiques à sa disposition, l'agent météorologue de la base aérienne de Romorantin a réalisé les deux principales planches de prévisions suivantes intégrées au briefing du matin :



Radiosondage prévu et cross section de Romorantin pour le 25/05/12

Les principaux éléments présentés sont :

- nébulosité : peu de cumulus dont la base se situe entre 1 700 et 2 000 mètres au maximum en fin d'après-midi ;
- aérologie : ascendances envisagées pour une durée de six heures de 12h30 à 18h30 environ ;
- température extérieure au sol prévue : +30 °C.

Le tracé du circuit décidé par le chef de stage en relation avec l'agent météorologue présentait les meilleures conditions favorisant la formation d'ascendances. En effet, les prévisions dans la région sud des installations prévoyaient :

- des températures de la masse d'air les plus fraîches vers 2 000 mètres d'altitude environ ;
- l'humidité la plus importante (et donc susceptible de former des nuages de type cumulus) ;
- des températures au sol maximales de l'ordre de 30 °C ;
- des ascendances sur une plage horaire de 6 heures qui devaient permettre de réaliser un circuit de 300 km.

Dans la première partie du vol, les équipages témoignent avoir navigué dans les conditions prévues. Vers 16h00, les conditions aérologiques favorables au vol à voile se dégradent soudainement avec la disparition des cumulus et des ascendances diminuant les possibilités de reprise d'altitude.

#### 2.2.2. Analyse de la disparition des ascendances

L'analyse météorologique effectuée montre que l'ensemble des prévisions dans la région a été cohérent (en particulier au niveau de la prévision du radiosondage à Romorantin) et que seul le secteur sud-sud-est de Romorantin semble avoir été concerné par un phénomène de durée limitée. En effet, la température à Romorantin a atteint 29 °C et a ainsi permis d'obtenir des plafonds d'ascendance à environ 1 500 mètres de hauteur. En revanche, la température au sol relevée à Châteauroux (relevé le plus proche situé sous le vent) n'a pas dépassé 27 °C au lieu des 30 °C prévus, pour atteindre 26 °C par endroits dans le secteur nord du terrain.

La forme du radiosondage du jour montre **qu'une diminution de 1 °C de la température au sol amène une baisse de 500 mètres environ du plafond des ascendances.**

Ainsi, de moindres températures au sol liées à un profil de radiosondage particulier ont généré dans le secteur des ascendances limitées avec un plafond inférieur à 500 mètres.

En l'absence de voile nuageux d'altitude ou de passages d'averses, seule l'absence de prise en compte de l'effet du vent du jour peut expliquer la surestimation de la température au sol.

**Les équipages sont probablement passés dans une zone où la température au sol n'a pas dépassé les 26 à 27 °C, soit 3 à 4 °C en-dessous des prévisions météorologiques. En conséquence, la diminution des plafonds d'ascendance voire leur disparition ne permettait plus la poursuite du circuit.**

L'activité planeur est liée à la performance de la prévision météorologique et de ses écarts avec l'observation. Ainsi, est-elle pratiquée avec le risque permanent de poser en campagne, considéré comme une procédure normale par le monde vélivole.

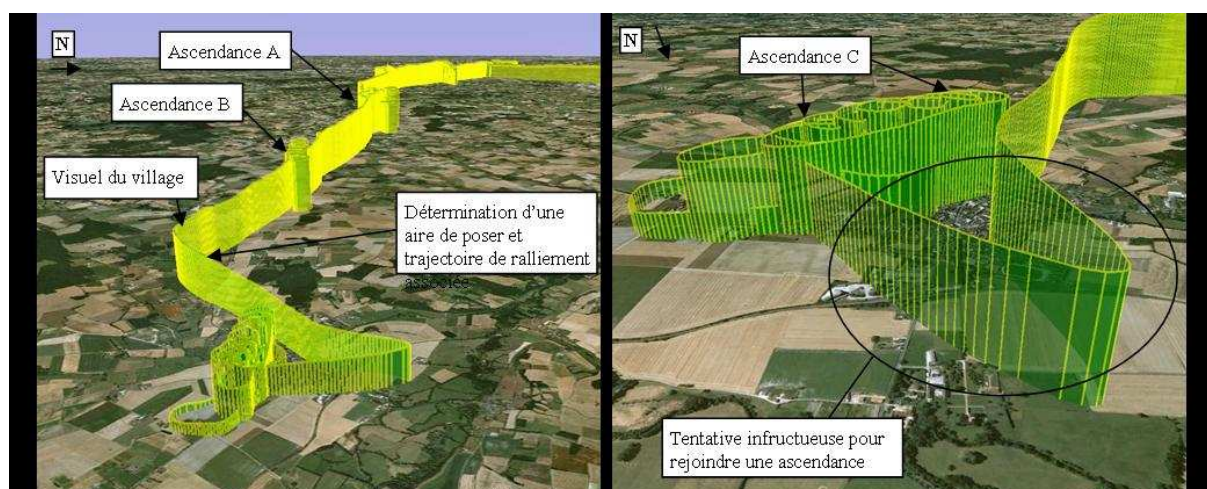
### 2.3. Analyse du vol et reconstitution de la séquence d'événement

L'objectif de ce paragraphe est de définir la séquence des faits comprenant les plans d'actions successifs du pilote. L'analyse du comportement du pilote par rapport aux attendus, lors des phases déterminantes du vol, permet ensuite d'en définir une séquence d'événements.

#### 2.3.1. Trajectographie et plans d'actions du pilote

La trajectoire en 3D, les phases de vol et les repères temporels ont été établis à partir de l'exploitation des données extraites du PDA du pilote et de son témoignage. L'étude de l'altimétrie a permis de déterminer les valeurs de :

- la hauteur indiquée par l'altimètre calé au QFE de Romorantin vers 13h10 ( $H_{QFE}$ ) ;
- la hauteur de l'appareil par rapport au point d'aboutissement envisagée par le pilote ( $H_{PA}$ ).



Trajectoire du Nimbus II n°18<sup>13</sup>

A partir de 15h45, au sortir d'une ascendance modérée ( $\Delta H = +250\text{m}$ , vario :  $+1,1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), les conditions aérologiques d'ascendance se dégradent :

- vitesse verticale de  $-0,75\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  en moyenne avec des pointes à  $-2,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ;
- caractéristiques faibles de l'ascendance « B », durant quatre minutes :  $\Delta H = +30\text{m}$ , vario :  $+0,15\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

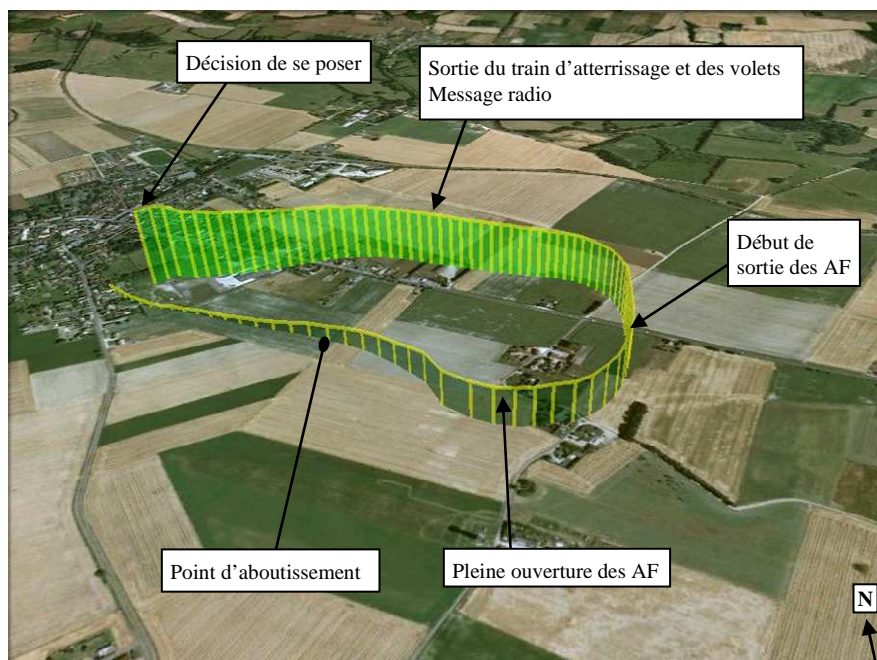
Vers 16h00, le pilote apercevant la commune de Clion-sur-Indre, décide d'une prise de cap sur ce village avec l'espoir d'y trouver une possible ascendance. Evaluant sa hauteur sol vers 700 mètres, le pilote identifie une aire de poser proche du village et décide d'une trajectoire de ralliement de la branche « vent arrière ». Son plan d'action est alors de poursuivre le vol en tentant de « raccrocher » une ascendance à la verticale du village et ce jusqu'à la limite de 200 mètres sol où la décision de se poser sera prise.

Durant 30 secondes environ, le pilote change temporairement de plan d'action en se dirigeant vers une possible ascendance sous un nuage de type cumulus qui sera finalement trop éloigné. Il retourne donc vers Clion-sur-Indre.

<sup>13</sup> L'apparence des champs (type de culture) n'est pas représentative de la réalité au moment de l'événement, les images provenant de *Google Earth* ont été saisies quelques années auparavant. Se référer au paragraphe 1.10.

Arrivé au dessus du village, le pilote retrouve une ascendance (« C ») qui lui permet de gagner environ 130 mètres avec une vitesse ascensionnelle moyenne de  $+0,7 \text{ m. s}^{-1}$  durant deux minutes et trente secondes environ. Le pilote passe ainsi d'une hauteur de 272 mètres à 400 mètres ( $H_{PA}$ ) pour revenir à 333 mètres ( $H_{PA}$ ). Ayant quitté les conditions d'ascendance, le pilote cherche de nouvelles conditions favorables pendant cinq minutes environ à proximité du village tout en gardant l'aire de poser en campagne « sous l'aile ».

A 16h10, le pilote décide de rejoindre la branche « vent arrière » préalablement définie pour se poser en campagne. Il est alors à une hauteur lue à l'altimètre de 197 mètres (information cohérente avec le témoignage) et une hauteur par rapport au point d'aboutissement de 155 mètres.



Trajectoire finale

La branche « vent arrière » se caractérise ainsi :

- longueur de 400 mètres ;
- hauteur moyenne de 150 mètres ( $H_{PA}$ ) ;
- écart avec l'axe de la « finale » : 340 mètres.

Le train d'atterrissage est sorti, les volets mis en position « atterrissage », le compensateur réglé. Le pilote vise une vitesse de  $100 \text{ km/h}^{14}$  et le message radio est envoyé « train sorti, verrouillé ». La sortie des aérofreins s'effectue progressivement du milieu de la branche « étape de base » jusqu'en début de « finale » tout en contournant une bâtisse (*overshoot* de l'axe).

Les caractéristiques du plan de la branche « finale » orienté au cap  $293^\circ$  sont :

- longueur de 350 mètres ;
- pente de 16,5 % environ.

<sup>14</sup> Les vitesses exprimées dans ce paragraphe sont des vitesses air qui ont été corrélées avec les vitesses sol calculées à partir des points GPS et du vent estimé (est-nord-est pour 15 à 20 km/h).

Le pilote se sentant au dessus du plan décide d'augmenter sa vitesse vers 140 km/h durant la « finale » pour effectuer une manœuvre de rattrapage du plan de descente.

La vitesse est finalement résorbée à 120 km/h (vitesse indiquée ( $V_i$ )) au point d'aboutissement survolé à une hauteur d'environ 25 mètres ( $H_{PA}$ ) vers 16 h 11 min 17 s. La branche « finale » aura duré environ dix secondes sur une pente moyenne de 9 % environ. Le pilote efface le champ avec une hauteur et une vitesse en réduction.

A la fin du champ, à quelques mètres de hauteur, le pilote aperçoit les habitations. Il rentre les aérofreins et tente de remonter pour faire un retour sur l'aire de poser. Au début de la ressource, la vitesse de l'appareil approche du décrochage, l'aile droite entre en contact avec les branches de l'arbre entraînant la rotation de l'appareil et son probable décrochage dissymétrique.

### 2.3.2. Analyse des phases déterminantes du vol par rapport aux attendus

Ce paragraphe analyse le comportement et compétence attendues du pilote durant la fin du vol. Il s'agit d'en repérer les actes non sûrs survenus, par rapport aux attentes explicites ou implicites du modèle de sécurité. Concernant l'atterrissage en campagne, le groupe d'enquête a synthétisé une procédure d'atterrissage en campagne sur Nimbus II (cf. annexe 4).

#### **Détermination de l'aire de poser**

Quelques secondes après avoir pris le cap vers le village, alors que les conditions aérologiques défavorables perdurent, le pilote choisit la première aire de poser se présentant à lui, comportant dans l'ordre de priorité, les caractéristiques suivantes :

- à proximité immédiate du village et donc d'une possible ascendance ;
- dont l'axe principal est similaire à celui du vent ;
- labourée et hersée ;
- sans obstacle au niveau de la « finale » ;
- longueur estimée adéquate.

Après analyse, il s'avère que le champ présente les inconvénients suivants :

- une pente descendante relativement importante de l'ordre de -2,5 % ;
- une longueur de 320 mètres laissant peu de marge par rapport aux performances du planeur et inférieure aux 400 mètres recommandés ;
- des obstacles à la fin de bande non détectés.

Même si la déclivité et la longueur d'une aire de poser sont difficilement évaluables en vol (le pilote ne s'interroge pas sur l'éventuelle déclivité du champ et la longueur de ce dernier est estimée à 400 mètres), la décision du choix de l'aire de poser est peu adaptée à la situation.

**L'aire de poser reste « atterrissable » mais caractérisée par une marge faible de rattrapage en cas de gestion de trajectoire inadaptée.**

Cette décision est prise sous la contrainte temporelle. Le pilote subit des conditions aérologiques défavorables depuis quinze minutes. Il précipite son analyse et saisit la première opportunité pour se concentrer sur la poursuite d'une ascendance. Ce mécanisme typique du fonctionnement humain est encore plus accentué en contexte contraignant : plus l'information nécessaire à l'analyse vient facilement à l'esprit plus elle est considérée comme adaptée à la situation perçue.

Quand bien même le pilote a déjà réalisé des atterrissages en campagne, cette situation est contraignante du fait :

- des risques associés au poser dans un champ ;
- du regard des autres pilotes de l'unité dans une activité où le sens de la compétition est prégnant (personnels d'origine différentes, navigants ou non) ;
- des complications générées par la récupération de l'appareil.

La procédure élaborée pour les atterrissages en campagne, *check* « vache » selon les items « VERDO » (cf. annexe 2, paragraphe 2.4.4.3), n'a pas joué son rôle de barrière de sécurité car elle n'a pas été appliquée formellement. En effet, l'item « R » fait référence au relief comprenant la détermination de la pente du terrain. Ce point n'a pas fait l'objet d'exploration de la part du pilote.

### **Détermination de la trajectoire de ralliement de la branche « finale »**

A l'issue de l'identification de l'aire de poser, le pilote effectue une construction mentale de son circuit de ralliement de la branche « finale » avec repérage visuel au sol de la branche « vent arrière » selon une prise de terrain en « L » (PTL) main droite. La procédure « Préparation PTL » n'a pas été explicitement appliquée. Sa représentation du vent est cohérente avec la réalité au niveau de sa direction et sa force. Quelques minutes plus tard, après avoir tenté de raccrocher une ascendance au-dessus du village le pilote décide vers 155 mètres de hauteur ( $H_{PA}$ ) de rejoindre la branche « vent arrière » préalablement définie. Ce circuit est inadéquat puisque le pilote se retrouve en « finale » avec un vent du secteur arrière.

Il n'a pas été possible de comprendre cette erreur de choix de circuit à « contre-QFU » (QFU étant l'axe de piste en service). Des témoignages de pilotes d'aéronefs divers montrent que des erreurs similaires d'intégration à un circuit de tour de piste se produisent occasionnellement sans raison clairement définie<sup>15</sup>. Elles sont généralement récupérées avant le poser final.

Les conditions de survenue de cette erreur de choix de trajectoire de ralliement sont identiques à celle relative au choix de l'aire de poser : non préparation formelle de la « PTL » (cf. annexe 2). De même, une barrière de sécurité n'a de nouveau pas joué son rôle par absence d'application formelle des procédures « vent arrière » selon les items « TVBCR »<sup>16</sup> et « Préparation PTL » (cf. annexe 2).

La lettre « V » correspond, entre autres, à la réactualisation du vent en « finale » qui n'a pas été effectuée. De plus, dans la suite du circuit, le pilote ne détecte pas les indices qui auraient pu l'alerter. Cette représentation mentale erronée dans l'association « trajectoire/direction du vent » n'a jamais été mise à jour, et ce, malgré la présence d'indices qui auraient pu alerter le pilote. En effet, la vitesse de défilement du sol était faible en « vent arrière », le plan de d'approche élevé dès le début de branche « étape de base ». Le pilote ne comprend son erreur d'atterrissage avec vent arrière que quelques heures après l'accident.

<sup>15</sup> Ces témoignages font apparaître que les erreurs se produisent le plus souvent lorsque l'axe de piste est orienté est-ouest à l'instar de l'aire de poser choisie par le pilote.

<sup>16</sup> Moyen mnémotechnique utilisé dans le monde vélicole : « verre d'eau » (VERDO) et « tout va bien continue Raoul » (TVBCR).

### Gestion du circuit de tour de piste

La gestion du circuit de tour de piste par le pilote n'est pas conforme aux approches enseignées par le CVVAA de Romorantin.

Le début de branche « vent arrière » est effectué à 150 mètres au lieu des 200 mètres minimum préconisés. Il estime être à une hauteur cohérente considérant sa hauteur égale à celle indiquée par l'altimètre (un peu moins de 200 mètres). La vue du sol ne lui permet pas de détecter sa surestimation altimétrique. L'erreur altimétrique résulte essentiellement du maintien du calage au QFE de Romorantin, 3 heures auparavant. L'altitude du sol du point de départ est supérieure de 24 mètres de celle du point d'arrivée et le QNH a diminué de 2,5 hPa environ dans le secteur durant le vol.

Concernant la trace au sol du circuit de tour de piste, l'éloignement de la branche « vent arrière » et la longueur de la « finale » sont respectivement d'environ 340 et 350 mètres au lieu des 800 à 1 200 mètres enseignés par le CVVAA de Romorantin<sup>17</sup>. C'est la conséquence :

- d'un repérage spatial sur la base d'angle par rapport au point d'aboutissement, qui suite à la surestimation de la hauteur, le rapproche de l'aire de poser (d'environ 250 mètres) ;
- la volonté d'être proche pour être sûr d'atteindre le point d'aboutissement.

En « vent arrière », le pilote s'est senti proche de l'axe du champ mais n'a pas changé le point de virage en « étape de base » situé à 45° du point d'aboutissement. Il se retrouve ainsi dans une « étape de base » proche du point d'aboutissement et avec un vent qui le rapproche encore.

De plus, le pilote a schématisé mentalement un circuit habituellement effectué sur d'autres planeurs possédant des moindres performances que le Nimbus II. Il n'a jamais envisagé d'augmenter les distances en conséquence.

Ainsi, la gestion de la trajectoire de ralliement de la « finale » est inadaptée et non conforme aux attendus. Le pilote se situe en début de « finale » dans la configuration suivante :

- sur un plan de 16,5 % pour 7 % environ requis pour le Nimbus II ;
- à une distance de 350 mètres pour 1 200 mètres requis ;
- à bord d'un planeur possédant une finesse plus importante et une performance de traînée en configuration atterrissage plus faible que les planeurs récemment utilisés.

Enfin, la trajectoire sol dépasse l'axe de la « finale » (*overshoot*). La volonté du pilote est alors de contourner une bâtisse présente sous la branche « étape de base ».

---

<sup>17</sup> Pour augmenter les marges de sécurité, 1 200 mètres sont requis pour le poser du Nimbus II.



### Gestion de la « finale »

Se sentant au-dessus du plan en « étape de base », le pilote initie la sortie de ses aérofreins pour les sortir complètement dès le début de « finale ». Jugeant sa récupération du plan peu efficace, il décide d'augmenter sa vitesse afin d'accroître sa traînée et réduire ainsi son énergie totale. Mais le peu de distance d'évolution disponible en « finale » rend cette nouvelle action peu efficace et il passe le point d'aboutissement avec une hauteur et une vitesse importantes (25 mètres et 120 km/h au lieu des 100 km/h<sup>18</sup> visés par le pilote et 90 voire 75 à 65 km/h recommandés par le constructeur sur terrain court).

A quelques mètres du sol, le pilote envisage toujours d'atterrir sur l'aire de poser et ne comprend pas pourquoi son planeur ne se rapproche pas d'avantage du sol et ne perd pas plus de vitesse.

Les actions de pilotages ne sont pas conformes aux attendus en raison de :

- une sous-estimation de la finesse de son planeur et une surestimation de l'efficacité de ses aérofreins ;
- une sous-estimation de l'effet de sol généré par la sortie en position « *landing* » sur Nimbus II lié à la vitesse excessive et surestimation de la traînée associée ;
- la non prise en compte de la déclivité importante du champ et du vent en secteur arrière.

La procédure de sortie du parachute frein est applicable dans le contexte vécu par le pilote qui ne l'a jamais envisagée (cf. annexe 1).

Une tentative de poser par action du manche vers l'avant a été envisagée par le pilote mais en raison de la vitesse ressentie importante (vitesse sol résiduelle importante à proximité du sol), il n'a pas voulu prendre le risque d'effectuer un « cheval de bois ».

Détectant tardivement les obstacles finaux, le pilote tente un retour à contre-QFU à basse hauteur et faible vitesse afin d'éviter les habitations. L'énergie disponible n'étant plus suffisante (il est recommandé d'avoir 180 km/h minimum pour réaliser la manœuvre), le planeur a probablement décroché au sommet de la trajectoire.

Les actions de pilotage ne sont donc pas conformes aux attendus en raison :

- de l'absence de prise en compte de la déclivité importante du champ et du vent secteur arrière ;
- d'une vitesse réelle en « courte finale » supérieure de 20 km/h à celle recherchée par le pilote, elle-même supérieure d'une trentaine de km/h à celle recommandée par le constructeur ;
- de la méconnaissance des caractéristiques de son appareil (finesse de 45, performance faible des aérofreins et un effet de sol relativement important par la position des volets en « *landing* » associé à une vitesse excessive) ;
- d'une omission de l'action de sortie du parachute frein dans la situation vécue.

Enfin, il est possible que la pente de la branche « finale » évaluée par le pilote ait été sous-estimée (tout en la considérant déjà importante) du fait de la déclivité de l'aire d'atterrissage. En effet, l'image du terrain évoluant avec sa pente, le pilote peut être amené à adopter une pente inadéquate (plus forte pour un terrain en déclivité).

---

<sup>18</sup> Dans la configuration de l'appareil, il est considéré que 10 km/h de plus correspond à une translation de 100 mètres environ du point d'aboutissement.

### 2.3.3. Séquence d'événements

**La collision avec le sol est la conséquence d'un raté d'exécution lors d'un atterrissage en campagne. Plusieurs erreurs humaines ont participé à la gestion inadaptée de l'énergie du planeur :**

- **une décision peu adaptée à la situation concernant le choix de l'aire de poser (qui reste « atterrissable » mais sans marge de rattrapage) caractérisée par :**
  - . **une déclivité importante de l'ordre de 2,5 % non détectée ;**
  - . **une longueur disponible faible (de l'ordre de 320 mètres pour 400 recommandés pour ce type d'appareil) ;**
- **une présentation en début de « finale » :**
  - . **au-dessus du plan (plan à 16,5 % environ pour 7% requis sur Nimbus II) ;**
  - . **à faible distance du point d'aboutissement (350 mètres pour 1 200 mètres requis sur Nimbus) ;**
  - . **avec un vent de secteur arrière (de l'ordre de 20 km/h), non détecté ;**
- **une vitesse réelle en « courte finale » supérieure de 20 km/h à celle recherchée par le pilote, elle-même supérieure d'une trentaine de km/h à celle recommandée par le constructeur ;**
- **la méconnaissance des performances du Nimbus II et l'omission de la sortie du parachute frein en « finale ».**

Par ailleurs, le comportement du pilote laisse apparaître une forme de focalisation de son attention sur le point d'aboutissement sans prise en compte de signaux qui lui auraient permis de changer de plan d'action.

En synthèse, une représentation graphique des conséquences sur la trajectoire finale de chacune des défaillances constatées a été établie et figure en annexe 3 (en ne faisant varier qu'un seul paramètre à la fois). Les résultats ont été estimés à partir de la mise en situation objet du paragraphe 1.19.

## 2.4. Recherche des causes des erreurs humaines

Le paragraphe précédent a permis de déterminer une séquence d'événements comportant des actes non sûrs et plus précisément des erreurs humaines ou décisions peu adaptées (comportements observés et non attendus) à l'origine du raté d'exécution dans la tentative d'atterrissage en campagne.

Ce paragraphe évalue les causes et facteurs contributifs retenues par le BEAD-air ayant pu intervenir dans le comportement constaté du pilote. Certains facteurs peuvent être spécifiques au pilote mais ils sont généralement cohérents avec une culture et une organisation du travail.

### 2.4.1. Etat d'esprit du pilote

Avant son interruption de vol de vingt mois, le pilote présentait un niveau de compétence reconnu par l'institution lui permettant d'envisager de devenir instructeur. C'est la raison pour laquelle, le 1<sup>er</sup> septembre 2010, le chef pilote de Romorantin valide son projet à l'issue d'un vol de vérification des compétences. En arrivant au stage en mai 2012, sa motivation à poursuivre un cursus de formation d'instructeur est importante et il souhaite démontrer toutes ses capacités de pilotage et son niveau de connaissance du milieu vélivole.

Il est admis dans le domaine du facteur humain que lorsque le niveau d'engagement d'un individu est important, il lui est difficile de renoncer à l'atteinte de l'objectif visé même lorsque ce dernier remet en cause la sécurité des vols. Cela se manifeste la plupart du temps par une difficulté à changer de plan d'action. Ainsi le pilote se remet peu en question au regard de son niveau d'entraînement pour effectuer un circuit de 300 km sur Nimbus II.

### 2.4.2. Niveau d'entraînement pour le vol en campagne

L'activité annuelle d'entraînement des pilotes de planeur dans l'armée de l'air était auparavant plus régulière. En complément des stages de l'armée de l'air, les pilotes volaient en aéroclub. L'enquête a fait apparaître que les cadences d'entraînement ont, les dernières années, fortement évolué pour aboutir à un entraînement discontinu sous forme de stages d'une à deux semaines par an.

Le vol en campagne relève d'une qualification que le pilote a obtenue le 22 mai 1999. Cette qualification est acquise à vie (la réglementation ne définissant pas de critère de prorogation ou renouvellement) et apposée sur la licence de pilote de planeur. L'attribution de cette qualification sanctionne la vérification de l'acquisition des deux savoir-faire principaux : la capacité à exploiter une ascendance en vol et à gérer une trajectoire précise d'atterrissage en campagne pour atteindre un point d'aboutissement déterminé.

L'entraînement du pilote respecte les exigences du maintien de sa licence et il peut ainsi réglementairement exercer les privilèges associés dont le vol en campagne<sup>19</sup>.

Depuis 2005, à l'instar de la population vélivole de l'armée de l'air (à l'exception des pilotes instructeurs), l'entraînement au vol en campagne du pilote s'effectue sous forme de stages d'une ou deux semaines. Ainsi, il effectue un stage de deux semaines en 2006 puis deux stages d'une semaine en 2010. Son entraînement au vol en campagne est donc discontinu. La conséquence est la difficulté à maintenir un savoir-faire qui peut conduire à une diminution de la performance humaine. Ainsi, lors de l'événement, le pilote a eu la sensation de se retrouver en permanence en réaction par rapport aux événements (« derrière l'avion ») Cette absence d'anticipation du pilote s'explique par son entraînement discontinu.

---

<sup>19</sup> Depuis 2009, le maintien d'une licence de pilote de planeur passe d'une logique de critères de renouvellement de licence à des exigences de maintien de compétence. Le pilote a effectué un vol de contrôle des compétences le 17 mai 2010. En début de stage, il compte 25 heures de vol environ comme pilote commandant de bord sur les 24 derniers mois (six requis), incluant 13 décollages (dix requis).

Le premier jour de stage, en l'absence de vol depuis 20 mois, il effectue un vol de trente minutes en double commande avec instructeur<sup>20</sup>. Sans avoir pu effectuer de circuit en campagne durant les trois premiers jours, dès que les conditions aérologiques prévues l'ont permis, il décolle pour un circuit de 300 km. Ainsi, la reprise de l'entraînement au vol en campagne semble manquer de progressivité ne permettant probablement pas de recouvrer le savoir faire nécessaire à l'accomplissement d'un atterrissage en campagne.

**L'entraînement discontinu du pilote et le manque de progressivité dans la reprise du vol en campagne sont des facteurs contributifs au raté d'exécution de l'atterrissage en campagne.**

Enfin, l'atterrissage en campagne ne fait pas l'objet d'entraînement particulier car la procédure est considérée similaire à un atterrissage sur aérodrome.

#### 2.4.3. Niveau d'entraînement du pilote sur Nimbus II

##### **Prise en compte des performances du Nimbus II**

La veille de l'événement, le chef de stage et le pilote s'accordent pour que ce dernier vol soit réalisé sur Nimbus II, considéré comme un planeur plus exigeant par la communauté vélivole. Le Nimbus II affiche des performances particulières par rapport aux performances des planeurs habituellement utilisés par le pilote et nécessite donc un apprentissage adapté.

En comparaison de planeurs habituellement utilisés, il comporte :

- une finesse améliorée ;
- une moindre performance des aérofreins<sup>21</sup> ;
- une configuration atterrissage avec volet générant un effet de sol important lié à la vitesse élevée en « finale » et une traînée relativement faible (particularité la moins critique).

La licence de pilote de planeur permet réglementairement d'exercer les privilèges de pilotage sur n'importe quel planeur. Cependant, le centre vélivole de Romorantin est plus restrictif.

Pour lâcher un pilote sur un planeur comprenant des volets, le pilote doit lire le manuel de vol (ou la notice technique de l'armée de l'air), recevoir un briefing par un pilote lâché sur l'aéronef et faire un vol d'instruction sur un même type de planeur en double commande s'il existe (Janus ou Nimbus 4D). Cette procédure n'est pas réglementairement demandée et n'est pas formalisée dans le référentiel du CVVAA.

Le pilote a été lâché sur Nimbus II le 26 août 2002. Il témoigne avoir exploité la notice technique et avoir reçu un briefing par un instructeur. Il n'a cependant pas effectué de vol en double commande sur un même type de planeur mais un vol en local. Il est donc difficile pour le groupe d'enquête de définir si toutes les particularités du Nimbus II avaient bien été intégrées par le pilote.

<sup>20</sup> La réglementation ne l'exige pas. Le chef pilote souhaitait vérifier la qualité de pilotage du stagiaire après une longue interruption des vols.

<sup>21</sup> Les relevés effectués lors d'une mise en situation (cf. paragraphe 1.19) confirment la sensation des pilotes d'avoir une efficacité des aérofreins moitié moindre sur Nimbus II que sur la plupart des autres planeurs.

Il a, en tout, effectué cinq vols et atterrissages sur Nimbus II. Depuis le dernier vol effectué le 31 juillet 2003, il n'a pas effectué d'approfondissement particulier à part la lecture de la notice technique, la veille au soir de l'événement<sup>22</sup>. La seule lecture de ce document n'est pas suffisante pour appréhender les performances spécifiques à l'aéronef.

Cet entraînement lacunaire a probablement amené le pilote à reproduire un schéma mental non attendu le conduisant à un pilotage inadapté aux caractéristiques de son appareil. Au moment de l'événement, il pilote un appareil aux performances particulières (finesse plus importante et aérofreins moins efficaces que les appareils habituellement utilisés) sans y avoir été confronté depuis neuf années.

**Le faible niveau d'entraînement du pilote sur un appareil fin, aux aérofreins peu efficaces, est un facteur contributif au raté d'exécution de l'atterrissage en campagne.**

### **Entraînement à l'ouverture du parachute frein**

Avant le décollage, le pilote avait connaissance de la présence du parachute frein. L'omission de son ouverture montre que la procédure n'était pas à sa disposition en mémoire à court terme. La stimulation en mémoire des activateurs cognitifs permet de mettre en éveil le savoir-faire nécessaire à une situation à venir. Elle est d'autant plus importante lorsque le pilote est placé sous la contrainte temporelle et doit permettre une action adéquate.

Pour cela, il est d'abord nécessaire que le pilote ait reçu une formation adéquate et ensuite un entraînement adapté afin de maintenir cette procédure active en mémoire.

Le pilote a effectué une sortie du parachute frein lors d'un vol d'instruction sur planeur biplace type Janus, le 27 août 2001.

Depuis, aucun entraînement n'a été effectué et il n'a reçu aucun briefing sur le sujet. L'entraînement à la sortie du parachute frein n'est pas suivi par l'organisme. Une des raisons à l'absence de mise en place d'un entraînement adéquat tient probablement au reconditionnement du système après chaque utilisation.

**Ainsi, l'absence d'entraînement à l'utilisation du parachute frein a contribué à son omission par le pilote lors de la trajectoire finale.**

---

<sup>22</sup> La finesse de l'appareil est précisée. Les particularités liées aux performances des volets et surtout des aérofreins ne sont pas décrites.

## 2.4.4. Référentiel procédural, documentaire ou réglementaire

### 2.4.4.1. Préambule

Ce paragraphe analyse les différentes ressources documentaires dont disposent, au moment des faits, les pilotes de Nimbus II de Romorantin pour un atterrissage en campagne : textes réglementaires, briefing en vol type, annonces standards, procédures (description d'un circuit), listes d'action (*do-list* ou check-list de l'exploitant ou liste d'actions normales et d'urgence du constructeur).

Quatre principaux documents sont à disposition des pilotes :

- la circulaire<sup>23</sup> n° 4856/CEAA/EM/E3/PN du 20 octobre 2005 relative à la pratique et à l'organisation du vol à voile dans l'armée de l'air ;
- les consignes permanentes de sécurité relatives à la pratique du vol à voile dans l'armée de l'air<sup>24</sup> du 12 septembre 1997 dite instruction IV-27 ;
- le manuel du pilote de vol à voile (9<sup>ème</sup> édition de janvier 2009) ;
- la notice technique du planeur Nimbus II (édition décembre 1980 et mise à jour en avril 1996).

### 2.4.4.2. Prise en compte du poser en campagne

Le CVVAA accepte que les vélivoles puissent atterrir en campagne sur une aire de poser qui n'a pas été reconnue préalablement au vol même si cela constitue un écart par rapport à la consigne de l'ordre 1E de l'instruction IV-27, en vigueur au moment des faits.

L'ordre 1E de cette instruction précise, en effet, que les pilotes « devront conduire leurs vols de manière à éviter toute éventualité d'atterrissage en dehors des zones reconnues », « tous les aérodromes et les champs reconnus « atterrissables » doivent figurer sur leurs cartes de navigation », les derniers devant ainsi être reconnus au préalable des vols à effectuer.

Or ce texte ne peut être systématiquement appliqué en dehors des conditions spécifiques d'un vol local. Cet événement illustre les limites d'une telle consigne : le pilote réalise en effet un vol en circuit « longue distance » pour lequel les zones de poser en campagne, pré-identifiées ont été présentées au briefing du matin. Peu de temps avant l'événement les deux zones pré-identifiées les plus proches sont hors d'atteinte.

De surcroît, la même instruction présente le poser en campagne comme une procédure « normale », ce qui pourrait la rendre identique à un poser sur aérodrome dans l'esprit des vélivoles. Or en pratique, les deux procédures sont bien distinctes.

---

<sup>23</sup> Circulaire abrogée depuis le 26 juillet 2012 et remplacée par la circulaire relative à la pratique du vol à voile dans l'armée de l'air (PAA n°07.201

<sup>24</sup> Consignes abrogées et remplacées par les consignes permanentes de sécurité relatives à la pratique du vol à voile dans l'armée de l'air en date du 26 juillet 2012 (PAA n°07.309) ;

### 2.4.4.3. Procédure d'atterrissage en campagne

Décrivant le fonctionnement général de l'activité planeur, la circulaire n° 4856 et l'instruction IV-27 ne détaillent pas le déroulement d'une phase d'atterrissage, notamment en campagne.

Le manuel du pilote de vol à voile rappelle des règles de bon sens et peut faire référence aux règles de la circulation aérienne mais il ne comporte aucune procédure complète et synthétique concernant la phase finale. Ce document, utilisé lors de la formation du pilote de planeur, facilite l'acquisition d'informations pédagogiques.

Moins exhaustive que le manuel de vol<sup>25</sup> validé par la DGAC et la documentation du constructeur Schempp-Hirth, la notice technique du planeur Nimbus II ne comporte que la liste des actions nécessaires à la mise en configuration atterrissage de l'appareil<sup>26</sup> et préconise des vitesses en finale supérieures.

#### **Hauteur de vol : circuit dans le plan vertical**

Les vols doivent être conduits de telle sorte qu'à tout moment, un atterrissage en campagne puisse être effectué sans mettre en danger les personnes et les biens. Dans le milieu vélicole, deux hauteurs particulières permettent de respecter ce principe: la hauteur de sécurité et la hauteur de décision.

En dessous de la hauteur de sécurité, les pilotes devront assurer leur évolution en conservant le visuel du champ choisi pour un atterrissage en campagne. La hauteur de décision doit être suffisante pour permettre d'effectuer un circuit d'atterrissage.

Les hauteurs de sécurité et de décision sont définies dans le manuel du pilote de vol à voile, elles sont respectivement de 400 ou 500 mètres et de 200 mètres.

Le pilote a appliqué cette règle. Or, en conservant l'altimètre calé au QFE de Romorantin sans prendre en compte les variations de pression durant les trois heures de vol, l'information lue n'était pas représentative de la réalité. En conséquence, il surestimait la hauteur d'une cinquantaine de mètres. Ce point participe à la gestion inadaptée de la trajectoire.

Dans le cadre d'un poser en campagne la valeur lue à l'altimètre calé au QFE du terrain de départ n'est pas représentative de la réalité avec des écarts qui vont dépendre des variations :

- d'altitude avec le terrain de départ ;
- de pression de l'atmosphère ambiante depuis le décollage (l'altimètre est un capteur de pression).

En l'absence de connaissance du QFE du terrain d'arrivée (ce qui est toujours le cas lors d'un poser en campagne), seul le calage au QNH d'un altimètre complété par la lecture de l'altitude du secteur sur une carte de navigation permet d'en déduire une **estimation** de la hauteur. Ce point n'est pas réducteur à la réussite du poser.

De plus, dans le cadre d'une navigation VFR, le calage au QNH permet de se positionner par rapport aux différentes zones de vol (sur les cartes, l'information est donnée sous forme d'altitude) et d'avoir la même référence altimétrique que les autres équipages en l'air à condition de le réactualiser régulièrement.

Peu de pilotes de planeurs volent en plaine au QNH réactualisé ou non. Souvent, ils se calent au QFE du terrain de départ sans réactualisation (certains réactualisent dans de rares cas, si

<sup>25</sup> Le CVVAA n'est pas en possession du manuel de vol du Nimbus II B.

<sup>26</sup> *Water-ballast* : vidangé, train d'atterrissage : sorti, aérofreins : à la demande, parachute : si nécessaire, volets de courbure : sur L.

l'information de vol est disponible). La règle régissant le calage altimétrique n'est pas définie dans les textes vélivoles de l'armée de l'air.

### **Circuit dans le plan horizontal**

Les pilotes instructeurs préconisent d'avoir une branche « vent arrière » distante de 800 à 1 200 mètres de l'axe de la « finale » et de virer en « étape de base » sous 45° par rapport au point d'aboutissement. Cette trajectoire permet de disposer d'une branche « finale » de 800 à 1 200 mètres soit 30 à 40 secondes de vol (1 200 mètres ou 40 secondes de vol recommandés pour le Nimbus II). Le respect de cette distance est important pour se ménager des marges nécessaires aux corrections de plan permettant de rejoindre le point d'aboutissement (l'action sur les aérofreins et la variation de vitesse pour faire évoluer la trainée de l'appareil sont les actions basiques). Cette information est transmise oralement par les instructeurs vol, mais aucun document de l'armée de l'air ne le définit.

Le manuel du pilote de vol à voile définit certaines notions en précisant par exemple que la « finale » doit représenter une distance de 500 à 800 mètres soit 20 à 30 secondes de vol en contradiction avec ce qui est enseigné.

### **Vitesse en « finale »**

Le manuel de vol du Nimbus II recommande 90 km/h de vitesse finale et la réduit à 80 km/h sur terrain court<sup>27</sup> (h).

La vitesse de décrochage y est définie à 65 km/h (*water-ballast* vides, aérofreins rentrés).

La vitesse en « finale » recherchée par le pilote est de 100 km/h en cohérence avec la note technique du Nimbus II de l'armée de l'air. En effet, il y est spécifié que la vitesse est 1,3x vitesse de décrochage de l'aéronef en configuration atterrissage ( $V_{S0}$ ) soit 97,5 km/h<sup>28</sup>. Or, l'augmentation de 20 à 30 km/h de la vitesse recherchée en « finale » rallonge de 200 à 300 mètres environ la distance d'atterrissage.

Les arcs de couleur de l'anémomètre sont différents des vitesses définies par le constructeur mais sont cohérents avec la notice technique. En effet, le mécanicien qui pose l'équipement sur planeur appose les repères de couleur sur le cadran (bandelettes) à partir des valeurs de la notice technique.

La vitesse de 100 km/h recherchée en finale par le pilote est celle prise systématiquement par les pilotes du CVVAA sur l'ensemble de leurs planeurs sans distinction. Cette pratique ne respecte pas toujours les recommandations des notices techniques de l'armée de l'air ou du constructeur.

<sup>27</sup> Le manuel constructeur préconise des vitesses encore plus faibles entre 75 et 65 km/h

<sup>28</sup> La  $V_{S0}$  est uniquement donnée par la définition de l'arc blanc dont la valeur basse est de 75 km/h



### **Briefings, *do-list*, check-list et annonces techniques**

Les briefings et guides sont des outils permettant à un équipage de préparer son vol dans chacune de ses phases.

#### **Cas général**

Le briefing, dans le cas d'un vol mono-pilote, permet à ce dernier de se projeter sur une phase à venir<sup>29</sup>. En l'absence de projet d'action construit, la gestion dynamique d'une situation devient réactive voire aléatoire, sans anticipation. Dans le cas d'un atterrissage, un briefing « atterrissage » peut ainsi être formalisé définissant les points clé de la trajectoire, la configuration et vitesse retenues, etc.

L'ensemble des *do-list*, check-list et annonces techniques fait généralement l'objet d'un guide géré par l'exploitant (intégré ou non à un manuel d'exploitation).

L'enchaînement des actions que l'équipage doit accomplir pour une situation donnée est défini dans une liste d'actions précises à réaliser (*do-list*). Elles proviennent généralement des procédures normales et d'urgence du manuel de vol de l'appareil adaptées au cadre d'emploi et au type de mission par l'exploitant et généralement formalisé sous forme d'un document plastifié utilisable par les pilotes en vol appelé *Checks*. Ces actions sont généralement exécutées de mémoire. Certaines de ces actions peuvent faire l'objet d'une vérification, au travers d'une check-list et/ou d'une annonce ou au travers d'une annonce technique répertoriée. Une check-list est généralement déclenchée et terminée par une annonce technique qui peut être lue ou exécutée de mémoire selon l'urgence de la situation.

L'exploitant adapte ces outils à son contexte d'emploi et le type de mission.

#### **Cas particulier de l'activité vélivole au sein de l'armée de l'air**

L'activité vélivole s'effectue sur des appareils considérés simples (peu d'avionique, absence de moteur et peu de configurations différentes) et des phases de vol répétitives reproduites à chaque vol. S'agissant de la phase d'atterrissage en campagne, seules deux listes d'items sont utilisées pour tous les appareils : « *VERDO* » pour le choix de l'aire de poser et « *TVBCR* » pour les actions en « vent arrière » (cf. annexe 2).

Ces listes, appelées *check* dans le monde vélivole, comportent en fait des items du domaine du briefing et de la *do-list*.

Le référentiel documentaire vélivole de l'armée de l'air utilisé ne comporte ni briefings, ni *do-list*, ni check-list ou annonces techniques. Les deux listes d'items pratiquées ne sont pas référencées. Quelques notions sont abordées dans le guide du pilote de vol à voile. L'exemple figurant en annexe est un extrait du carnet de progression type, répertorié par la fédération française de vol à voile. Ce référentiel est à l'image de ce qui est pratiqué dans les aéroclubs vélivoles.

La liste d'items « *VERDO* » n'a pas clairement été appliquée par le pilote et les items exprimés ne correspondent pas à la liste en annexe. Par exemple, l'item relief (R) intègre la détermination de la pente du champ, action qui n'est pas dans le référentiel du pilote.

La liste d'actions « *TVBCR* » s'applique à tous les planeurs mais n'intègre pas la spécificité du parachute frein qui nécessite une préparation au moins mentale du pilote dans la branche « vent arrière » avec un item associé (tel que défini dans la liste d'actions de la notice technique du planeur).

<sup>29</sup> Dans le cadre d'un vol en équipage, ce type d'outil permet de partager un plan d'action commun.

Les pilotes instructeurs du CVVAA de Romorantin ont développé un fichier de présentation des items associés à la liste « VERDO ». Le pilote ne connaît pas ce fichier, pédagogique, développé depuis sa formation initiale. Il ne lui a pas été présenté en début de stage.

**L'approche sécurité aérienne de l'activité véliplane de l'armée de l'air ne bénéficie pas suffisamment du retour d'expérience de l'institution dans ce domaine. Le référentiel procédural, documentaire et réglementaire relatif à cette activité véliplane est moins robuste que celui des unités opérationnelles. Les connaissances nécessaires à l'atterrissage en campagne ne sont pas abordées dans un document unique. Elles sont essentiellement issues d'une culture orale avec ses risques de dérives et son manque de précision. Ce facteur a contribué à la survenue des erreurs humaines apparues dans le raté d'exécution de l'atterrissage en campagne.**

#### 2.4.5. Influence de l'organisation de l'activité véliplane de l'armée de l'air.

Le vol à voile militaire dans l'armée de l'air est une activité aéronautique qui représente un volume d'activité aérienne non négligeable (environ 13 000 heures de vol en 2011 soit 6,5 % de l'activité aérienne de l'armée de l'air). Activité sportive par excellence, le vol à voile est avant tout une discipline aéronautique à part entière. Au niveau organisationnel, les centres véliplanes sont des unités aériennes de tailles restreintes. Les pilotes instructeurs ont une formation civile et l'activité pédagogique des stagiaires est également basée sur le modèle de progression civile. L'autonomie y est importante.

Le responsable du centre de Romorantin est le référent véliplane de l'armée de l'air. Il est également responsable de l'ensemble des centres véliplanes.

La spécificité du pilote de vol à voile de l'armée de l'air réside dans le fait que son activité est principalement organisée autour d'un ou deux stages annuels d'une durée d'une ou deux semaines. Ainsi les règles régissant l'activité véliplane apparaissent moins adaptées à un entraînement discontinu des pilotes. Ces constatations militent pour un renforcement de la surveillance organique.

La gestion de l'activité est perfectible car elle repose essentiellement sur le jugement des pilotes référents de l'unité. Ainsi, le premier jour de stage, le chef pilote de l'unité a effectué un vol en double commande avec le pilote. Constatant son aisance, il l'a autorisé à poursuivre le stage et ainsi évoluer en local de Romorantin sur un aéronef mono-pilote qu'il connaît.

Au 5<sup>ème</sup> jour, le chef de stage lui affecte un Nimbus II pour un circuit de 300 km. Les critères pris en compte ont été :

- le fait qu'il ait été lâché sur Nimbus II ;
- son expérience (600 h de vol) ;
- son statut de futur stagiaire instructeur ;
- sa motivation et son engagement important.

En l'absence d'un référentiel formalisé qui prend en compte le niveau d'entraînement au vol en campagne ainsi que l'expérience et l'entraînement sur un planeur aux performances particulières, l'évaluation du risque repose essentiellement sur le jugement personnel des pilotes référents de l'unité.

**Dans certains cas, la maîtrise des risques inhérente à l'activité véliplane repose essentiellement sur une appréciation individuelle du risque.**

#### 2.4.6. Conclusion concernant la recherche des causes aux erreurs humaines

Même si le niveau d'engagement du pilote est un facteur retenu, l'accumulation d'erreurs humaines et de décisions peu adaptées à l'origine du raté d'exécution dans l'atterrissage en campagne voient une origine d'ordre systémique, culturel et organisationnel.

L'enquête fait apparaître que le rythme d'entraînement a fortement évolué ces dernières années pour atteindre généralement un régime discontinu sous forme de stages annuels d'une à deux semaines.

Cette évolution de l'activité véliplane au sein de l'armée de l'air présente des risques supplémentaires qu'il convient d'évaluer notamment en ce qui concerne la maîtrise des consignes en vigueur.

Le référentiel procédural, documentaire et réglementaire véliplane mérite de voir sa robustesse renforcée pour améliorer la maîtrise des risques liés à ce type d'activité.

La transmission orale des connaissances nécessaires à l'atterrissage en campagne manque de précision et expose l'institution à des dérives..

Dans ce contexte, le pilote a pu initier un circuit de 300 km, sans aire d'atterrissage en campagne préalablement reconnue (selon la définition de l'ordre 1E de l'instruction IV-27), sur planeur Nimbus II, alors que son entraînement :

- est discontinu et manque de progressivité pour le vol en campagne ;
- est inadapté au pilotage d'un planeur possédant des performances particulières ;
- ne comporte aucune séance d'entraînement à l'utilisation du parachute frein présent sur Nimbus II.

### 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 comptant une dizaine de stagiaires de provenances diverses du ministère de la défense. Il se situe au 5<sup>ème</sup> jour du stage. Se préparant pour un stage d'instructeur, le pilote effectue un stage de perfectionnement. Le pilote ainsi que quatre autres équipages, effectuent un circuit de 300 km localisé dans le sud des installations.

Après 2 heures 45 minutes de vol environ, dans la deuxième branche orientée au cap 100°, les conditions d'ascendance se dégradent soudainement et le pilote éprouve des difficultés pour reprendre de la hauteur. Il choisit un champ pour envisager un poser en campagne et poursuit ses tentatives de retrouver des ascendances. Il décide finalement de se poser sur le champ initialement choisi. Le pilote efface le point d'aboutissement et l'aire de poser pour finir sa course dans des habitations. Le pilote est légèrement blessé. L'aéronef est détruit. Les autres équipages présents dans le secteur se posent eux aussi en campagne.

Les équipages sont probablement passés dans une zone où la température au sol était 3 à 4 °C en-dessous des prévisions météorologiques. En conséquence, la diminution voire disparition des ascendances prévues ne permettait plus la poursuite du circuit.

L'appareil ne présentait pas d'anomalie technique en lien avec l'événement et le scénario d'endommagement de l'appareil a pu être déterminé.

La collision avec les habitations est la conséquence d'un raté d'exécution d'un atterrissage en campagne. L'examen du comportement du pilote par rapport aux attendus a permis de définir une séquence d'événements comportant des erreurs humaines :

- une décision peu adaptée à la situation concernant le choix de l'aire de poser (qui reste « atterrissable » mais sans marge de rattrapage) caractérisée par :
  - une déclivité importante non prise en compte de l'ordre de 2,5 % ;
  - une longueur disponible faible non perçue (de l'ordre de 320 mètres pour 400 recommandés pour Nimbus II) ;
  - des obstacles, de type habitation à la fin du champ, non détectés lors de la recherche de l'aire de poser ;
- une gestion inadaptée de la trajectoire amenant le pilote à se présenter en début de « finale » :
  - au-dessus du plan (plan à 16,5 % environ pour 7 % requis sur Nimbus II) ;
  - à faible distance du point d'aboutissement (350 mètres pour 1 200 mètres requis pour ce type d'appareil) ;
  - avec un vent de secteur arrière (de l'ordre de 20 km/h) ;
- une vitesse réelle en « courte finale » supérieure de 20 km/h à celle recherchée par le pilote, elle-même supérieure d'une trentaine de km/h à celle recommandée par le constructeur ;
- une méconnaissance des performances particulières de l'appareil et l'omission de la sortie du parachute frein en « finale ».

L'analyse de la gestion de la trajectoire du pilote a montré que le calage altimétrique adopté a contribué à une surestimation de sa hauteur par le pilote. L'imprécision sur l'estimation de la hauteur lors d'un atterrissage en campagne est inhérente à cette procédure mais n'est pas rédhibitoire quant à sa réussite.

### 3.2. Causes de l'événement

Même si le niveau d'engagement du pilote est un facteur retenu, l'accumulation d'erreurs humaines et de décisions peu adaptées à l'origine du raté d'exécution dans l'atterrissage en campagne ont une origine d'ordre systémique, culturel et organisationnel.

L'enquête fait apparaître que le rythme d'entraînement a fortement évolué ces dernières années pour atteindre un régime discontinu sous forme de stages annuels d'une à deux semaines.

Cette évolution de l'activité véliplane au sein de l'armée de l'air génère des risques supplémentaires sous évalués.

Le référentiel procédural, documentaire et réglementaire de l'activité véliplane est moins robuste que celui des unités opérationnelles.

Enfin, la transmission orale des connaissances nécessaires à l'atterrissage en campagne manque de précision et expose l'institution à des dérives.

Dans ce contexte, le pilote a été autorisé à initier un circuit de 300 km, sans aire d'atterrissage en campagne préalablement reconnue (au sens de l'instruction IV-27), sur planeur Nimbus II, alors que son entraînement :

- est discontinu et manque de progressivité pour le vol en campagne ;
- est inadapté au pilotage d'un planeur fin et aux aérofreins peu efficaces ;
- ne comporte aucune séance d'entraînement à l'utilisation du parachute frein présent sur Nimbus II.

## 4. RECOMMANDATIONS DE SECURITE

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

L'analyse des événements vélivoles connus montre qu'un nombre important d'entre eux se produisent lors des phases de poser en campagne. Si la procédure d'atterrissage en campagne peut-être considéré comme normale, elle ne doit pas occulter les risques associés.

#### 4.1.1. Vol en campagne

##### 4.1.1.1. Qualification de vol en campagne

L'entraînement du pilote est discontinu et manque de progressivité dans la reprise du vol en campagne. Ces facteurs sont contributifs au raté d'exécution de l'atterrissage en campagne. Le pilote n'a pas volé en campagne depuis vingt mois et a vu son niveau de compétence baisser.

La détention de la qualification vol en campagne ne nécessite pas de vérification des compétences nécessaires à la pratique de cette activité.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande

**à l'armée de l'air, d'étudier les conditions de prorogation et de renouvellement de la qualification vol en campagne.**

##### 4.1.1.2. Référentiel documentaire

La pratique du vol à voile est une discipline où le jugement du pilote et la prise de décision sont primordiaux. Chaque vol dépend des conditions météorologiques, de l'environnement de l'activité, de la topographie du terrain, etc. La probabilité de devoir se poser en campagne peut ainsi être élevée. Dans ces conditions, la dispersion du référentiel procédural ne permet pas de garantir le niveau de risque consenti.

Par ailleurs, les connaissances nécessaires à l'atterrissage en campagne sont essentiellement issues d'une culture orale avec les risques de dérives et le manque de précision que ce mode de communication génère. Ce facteur a contribué au raté d'exécution à l'atterrissage en campagne.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air de formaliser une procédure détaillée pour chacune des phases de vol considérées à risques (décollage remorqué ou treuillé, atterrissage sur terrain ou en campagne, etc.).**

S'agissant de la procédure d'atterrissage en campagne il conviendrait de formaliser la procédure issue de la culture orale<sup>30</sup>.

#### 4.1.1.3. Vitesse d'atterrissage en campagne

Concernant l'activité planeur, le CVVAA considère l'atterrissage en campagne comme une procédure « normale » même si les risques associés sont différents d'un poser sur aérodrome. Alors que l'exploitant a toute liberté de diminuer la vitesse en « finale » jusque 1,1 de  $V_{S0}$  pour un atterrissage en campagne, telle que préconisée par le constructeur du Nimbus II, la vitesse retenue en « finale » est à 1,3 de  $V_{S0}$ . En termes de gestion du risque, deux points se confrontent : la diminution de la marge au décrochage et la diminution de la quantité d'énergie à résorber lors de l'atterrissage en campagne. Dans le cadre d'un atterrissage sur un terrain adéquat, l'exploitant ne réduit pas la marge au décrochage alors que cela peut être envisagé sur un terrain court ou sommaire.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air d'étudier la pertinence du maintien de sa consigne de vitesse d'atterrissage en campagne définie pour l'ensemble de la flotte planeurs.**

#### 4.1.2. Vol sur planeurs particuliers

Le niveau d'entraînement du pilote, sur un appareil performant (caractérisé par une finesse importante et une inefficacité des aérofreins), est insuffisant (dernier vol sur Nimbus II en 2003 et dernière sortie du parachute frein en 2001). Ce facteur est contributif au raté d'exécution à l'atterrissage en campagne.

La licence de pilote de planeur permet d'exercer les privilèges de pilotage sur n'importe quel planeur de l'armée de l'air sans vérification des pré-requis nécessaires au pilotage d'appareils dits particuliers.

<sup>30</sup> Il s'agirait de formaliser les *checks* « VERDO », « Préparation PTL » et « TVBCR » en les adaptant aux planeurs présentant des systèmes particuliers (parachute frein, ...)

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air d'étudier le besoin de définir des critères d'attribution, de prorogation et de renouvellement d'une qualification spécifique pour l'emploi de planeurs nécessitant l'acquisition de compétences supplémentaires.**

#### 4.1.3. Retour d'expérience des cas de poser en campagne

Les ratés d'exécution dans le cadre d'un poser en campagne sont, dans la plupart des cas, la conséquence d'une séquence d'événements comportant diverses erreurs humaines de la part de l'équipage. Il apparaît ainsi que l'organisation d'un retour d'expérience détaillé sur chacun des cas de poser en campagne pourrait être extrêmement bénéfique au niveau de l'activité véliplane.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air, de mettre en place les moyens permettant d'effectuer une analyse systématique des vols concernant les atterrissages en campagne.**

L'analyse systématique des vols peut être envisagée à partir des données des PDA personnels des pilotes ou des systèmes *FLARM*<sup>31</sup> prochainement installés sur les appareils de l'armée de l'air.

#### 4.1.4. Organisation de l'activité des centres véliplanes

L'enquête technique du BEAD-air a révélé que les causes ayant participé à l'événement ont une origine d'ordre systémique, culturel et organisationnel et que la gestion du risque est essentiellement individuelle.

L'évolution de l'activité véliplane vers un régime de stages discontinus génère des risques supplémentaires sous évalués.

Le référentiel procédural, documentaire et réglementaire de cette activité est moins robuste que celui des unités opérationnelles.

Enfin, la transmission orale des connaissances nécessaires à l'atterrissage en campagne manque de précision et expose l'institution à des dérives.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air d'examiner la robustesse de l'organisation de l'activité de ses centres véliplanes en matière de maîtrise des risques.**

<sup>31</sup> FLight alARM : ce système permet d'alerter le pilote en cas de risque(s) de collision(s) entre son aéronef et les aéronefs environnants. La trajectoire GPS est enregistrée et devrait permettre une analyse systématique des vols.



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

### 4.2.1. Calage altimétrique

En l'absence de connaissance du QFE du terrain d'arrivée (ce qui est toujours le cas lors d'un poser en campagne), seul le calage au QNH d'un altimètre complété par la lecture de l'altitude du secteur sur une carte de navigation permet d'en déduire une **estimation** de la hauteur. L'imprécision de la détermination de la hauteur par le pilote lors d'une phase d'atterrissage en campagne a peu de conséquence, le pilote adoptant sa trajectoire « à l'œil ».

Cependant, dans le cadre d'une navigation VFR, le calage au QNH permet de se positionner par rapport aux différents secteurs de vol (sur les cartes, l'information est donnée sous forme d'altitude) et d'avoir la même référence altimétrique que les autres équipages en l'air à condition de le réactualiser régulièrement<sup>32</sup>.

Au niveau vélivole, peu de pilotes volent en campagne au QNH réactualisé ou non, les autres au QFE du terrain de départ sans réactualisation en général (ou avec réactualisation dans de rares cas, si l'information de vol est disponible sur le terrain d'arrivée).

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air de rappeler à ses pilotes vélivoles les règles de calages altimétriques s'appliquant à l'activité vélivole.**

### 4.2.2. Cale de sécurisation de la commande de largage du parachute frein

L'ouverture et le largage du parachute frein sont mis en œuvre par une seule commande. Afin d'éviter le risque de largage lors de l'action d'ouverture du parachute, l'armée de l'air a développé une cale, intégré au système, qui empêche la commande de passer en position largage<sup>33</sup>. Sur certains planeurs, il est possible que le système ne comporte pas de détrompeur et que la cale, mal positionnée, empêche totalement l'action d'ouverture du parachute (une autre sécurité permet d'éviter l'action d'ouverture qui est finalement actionnable au-delà d'un certain effort). La commande devant être utilisée dans une situation critique (en « finale », « trop haut, trop rapide »), il est possible que le pilote ne se rende pas compte immédiatement du mauvais positionnement de la cale induisant ainsi des risques sur la réussite du poser en sécurité du planeur.

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à l'armée de l'air de vérifier que les cales de sécurisation des parachutes freins de ses planeurs comportent un détrompeur interdisant un positionnement inadéquat.**

<sup>32</sup> Au-dessus de la surface « S » (le plus élevé des deux niveaux suivants : 3 000 ft AMSL, 1 000 ft ASFC donc 900 mètres AMSL dans le secteur de Romorantin), les règles de la circulation aérienne recommandent de passer en niveau de vol.

<sup>33</sup> Une barrière d'origine est composée d'une lanière à œillette qui ne semble plus suffisamment efficace.

## ANNEXES

ANNEXE 1	Procédure normale – Utilisation du parachute frein .....	43
ANNEXE 2	Listes d'actions « vache » et « vent arrière » .....	44
ANNEXE 3	Influence de chacune des défaillances sur la trajectoire finale .....	45
ANNEXE 4	Procédure d'atterrissage en campagne attendue en Nimbus II .....	46

## ANNEXE 1

**Procédure normale – Utilisation du parachute frein**

(Notice technique du Nimbus II de l'armée de l'air)

Les A.F. sont suffisamment efficaces pour les atterrissages sur les terrains normaux.

Par contre l'utilisation du parachute frein augmente la vitesse de chute et facilite l'atterrissage sur terrain court.

L'utilisation simultanée du parachute frein et des A.F. permet de limiter la vitesse dans un piqué à la verticale à une vitesse inférieure à VNE 240 km/h.

**IMPORTANT**

Les glissades et les dérapages en prise de terrain qui seraient effectués dans le but de se raccourcir sont formellement **INTERDITS**.

Risque de perte d'efficacité de la profondeur pouvant entraîner une abattée longitudinale incontrôlable.

- il est possible de l'utiliser dans tout le domaine de vol.
- il peut être largué par la manœuvre vers l'avant du bouton de commande.
- après utilisation, il doit être replié avec soin (voir manuel d'entretien pour instruction d'entretien et de pliage).
- l'utilisation recommandée est la suivante :
  - effectuer l'approche à 1,3 VS courbure sur (L), soit 90 km/h environ, majorer éventuellement de la moitié du vent effectif en dosant le plan de descente aux A.F.

En passant le seuil du terrain, manœuvrer la commande d'ouverture du parachute, celui-ci se déploie, faisant regresser la vitesse sur la même trajectoire.

Il est également possible d'ouvrir le parachute plus haut ; il est recommandé alors de l'ouvrir à 60 m au moins et dans l'axe afin d'avoir le temps de faire le changement d'assiette nécessaire pour garder une vitesse suffisante.

Diminuer éventuellement la sortie des A.F. et ouvrir à nouveau complètement ceux-ci au ras du sol.

## ANNEXE 2

**Listes d'actions « vache » et « vent arrière »**  
(Livret de progression de la fédération française de vol à voile)

## CHECK LIST VACHE

V  
  
E  
  
R  
  
D  
  
O

**VENT**

- FORCE
- DIRECTION
- RÉGULARITÉ
- DÉRIVE DE PLANEUR
- OMBRES DES NUAGES
- FUMÉES

**ÉTAT DE SURFACE**

- COULEURS MARRON
- MARRON VERT
- VERT
- JAUNE DE CHAUMES

**RELIEF**

- SENS DES SILLONS
- PENTE DU CHAMP

**DIMENSIONS**

- LE PLUS GRAND POSSIBLE DANS L'AXE DU VENT OU DANS LA PENTE MONTANTE

**OBSTACLES**

- APPROCHE DÉGAGÉE
- FILS ENTRE LES POTEAUX
- PIQUETS
- ANIMAUX
- OMBRES AU SOL

## PRÉPARATION PTL

<p><b>RECHERCHE DU VENT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● DIRECTION (OFU)</li> <li>● FORCE (VOA et longueur sol de finale)</li> </ul>	<p><b>RECHERCHE DES POINTS DE REPÈRES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● POINT D'ARRÊT</li> <li>● POINT DE TOUCHER</li> <li>● POINT D'ABOUTISSEMENT</li> <li>● ZONE DE DERNIER VIRAGE</li> </ul>
--	--

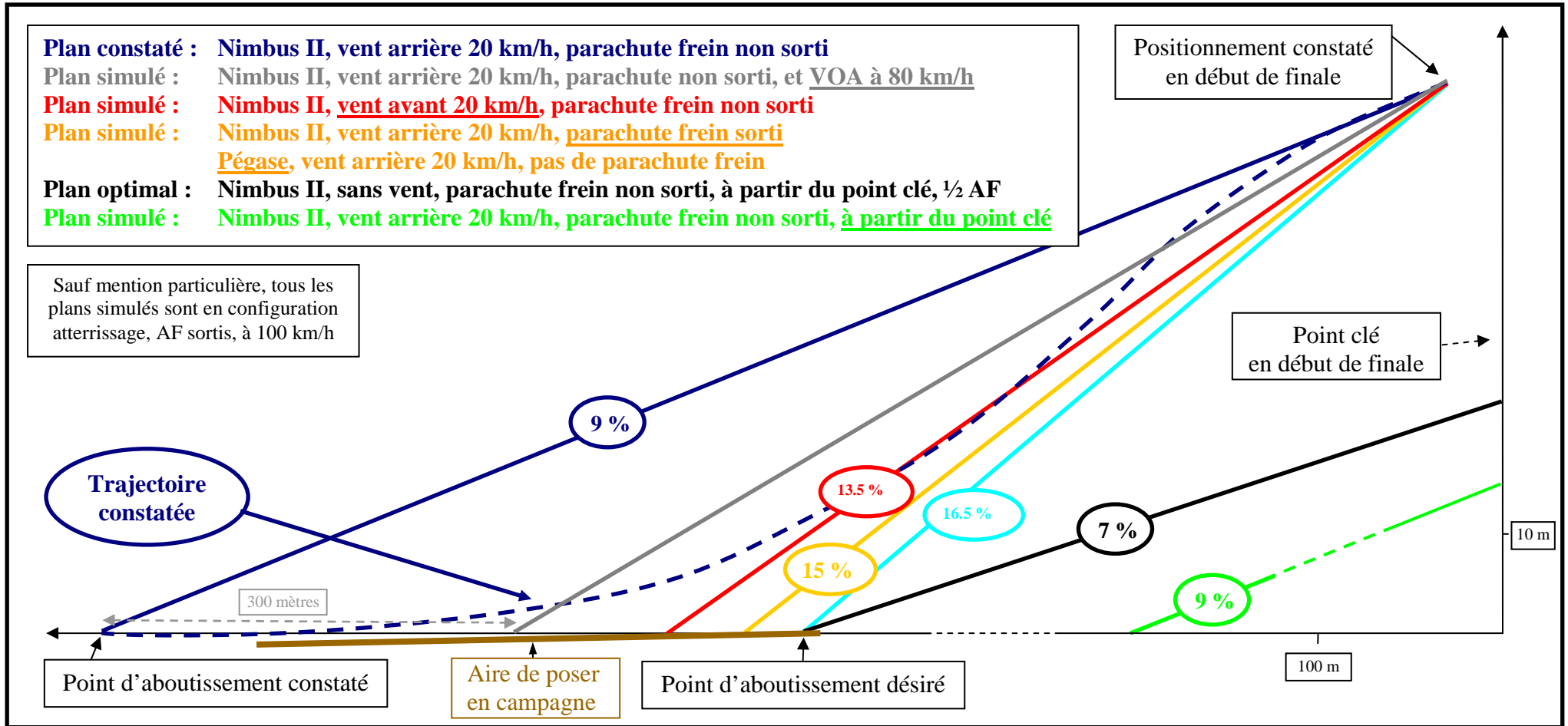
## CHECK LIST VENT ARRIÈRE

"Tout Va Bien Continue Raoul"

- Train .....: sorti, verrouillé sur vert
- Vent .....: force et direction
- Vitesse .....: VOA estimée, adoptée au plus tard en étape de base
- Volets .....: éventuellement, selon consigne
- Ballasts .....: vidés
- Continue .....: compensateur réglé pour la VOA - ceintures serrées
- Radio .....: fréquence vérifiée - message

ANNEXE 3

Influence de chacune des défaillances sur la trajectoire finale



ANNEXE 4

**Procédure d'atterrissage en campagne attendue en Nimbus II**  
 (Procédure établie par le groupe d'enquête à partir des éléments sa disposition)

