

Rapport

Accident survenu le **4 février 2010**
à **Saint-Martin-de-Nigelles (28)**
à l'**avion Piper PA28**
immatriculé **F-BXPQ**
et à l'**ULM Jabiru UL 450**
identifié **28-AGV**

BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

Avertissement

Ce rapport exprime les conclusions du BEA sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation civile internationale, à la Directive 94/56/CE et au Code de l'Aviation civile (Livre VII), l'enquête n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Table des matières

AVERTISSEMENT	1
GLOSSAIRE	4
SYNOPSIS	5
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	5
1.1 Déroulement des vols	5
1.1.1 Jabiru 28-AGV	5
1.1.2 Piper F-BXPQ	5
1.1.3 La collision	5
1.2 Tués et blessés	6
1.3 Dommages aux aéronefs	6
1.4 Renseignements sur les personnels	6
1.4.1 Pilote du Piper F-BXPQ	6
1.4.2 Pilote du Jabiru 28-AGV	7
1.5 Renseignements sur les aéronefs	7
1.5.1 Piper F-BXPQ	7
1.5.2 Jabiru 28-AGV	8
1.6 Conditions météorologiques	8
1.7 Aides à la navigation	8
1.7.1 Piper F-BXPQ	8
1.7.2 Jabiru 28-AGV	8
1.8 Télécommunications	8
1.9 Renseignements sur les épaves et sur le site	9
1.9.1 Examen de l'épave du Piper F-BXPQ	9
1.9.2 Examen de l'épave de l'ULM 28-AGV	9
1.9.3 Localisation et examen des éléments retrouvés entre les deux épaves	10
1.10 Renseignements médicaux et pathologiques	12
1.11 Questions relatives à la survie des occupants	12
1.12 Essais et recherches	13
1.12.1 Enregistrement de données radar relatives à la trajectoire du Piper F-BXPQ	13
1.12.2 Enregistrement de données radar relatives à la trajectoire du Jabiru 28-AGV	13
1.12.3 Estimation de l'angle de la collision	14

1.13 Renseignements supplémentaires	15
1.13.1 Témoignages	15
1.13.2 Règles de l'air	16
1.13.3 Événements antérieurs	17
2 - ANALYSE	18
2.1 Trajectoires des aéronefs	18
2.2 Défaillance de la détection visuelle du conflit	18
3 - CONCLUSION	19
3.1 Faits établis par l'enquête	19
3.2 Cause identifiée	19
4 - RECOMMANDATION	20
4.1 Systèmes embarqués d'aide à la détection de trafic	20
4.2 Rappel de recommandation	20

Glossaire

GPS	Système de positionnement par satellite
PPL(A)	Licence de pilote privé (Avion)
RDA	Règles de l'Air
SIV	Service d'Information de Vol
UL	Licence de pilote privé (ULM)
ULM	Ultra Léger Motorisé
VFR	Règles de vol à vue

Synopsis

Date

4 février 2010 à 12 h 57⁽¹⁾

Lieu

Commune de Saint-Martin-de-Nigelles (28)

Nature des vols

- ☐ F-BXPQ : vol d'instruction (navigation solo)
- ☐ 28-AGV : local

Aéronefs

- ☐ F-BXPQ : Avion PIPER PA 28
- ☐ 28-AGV : ULM JABIRU UL 450

Propriétaires

- ☐ F-BXPQ : Ecole de pilotage Aeropilot
- ☐ 28-AGV : Privé

Exploitants

- ☐ F-BXPQ : Ecole de pilotage Aeropilot
- ☐ 28-AGV : Privé

Personnes à bord

- ☐ F-BXPQ : Elève pilote
- ☐ 28-AGV : Pilote

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter une heure pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement des vols

1.1.1 Jabiru 28-AGV

Le pilote décolle de la plateforme ULM de Pierres (28) pour un vol local. L'enquête n'a pas permis de déterminer l'heure du décollage.

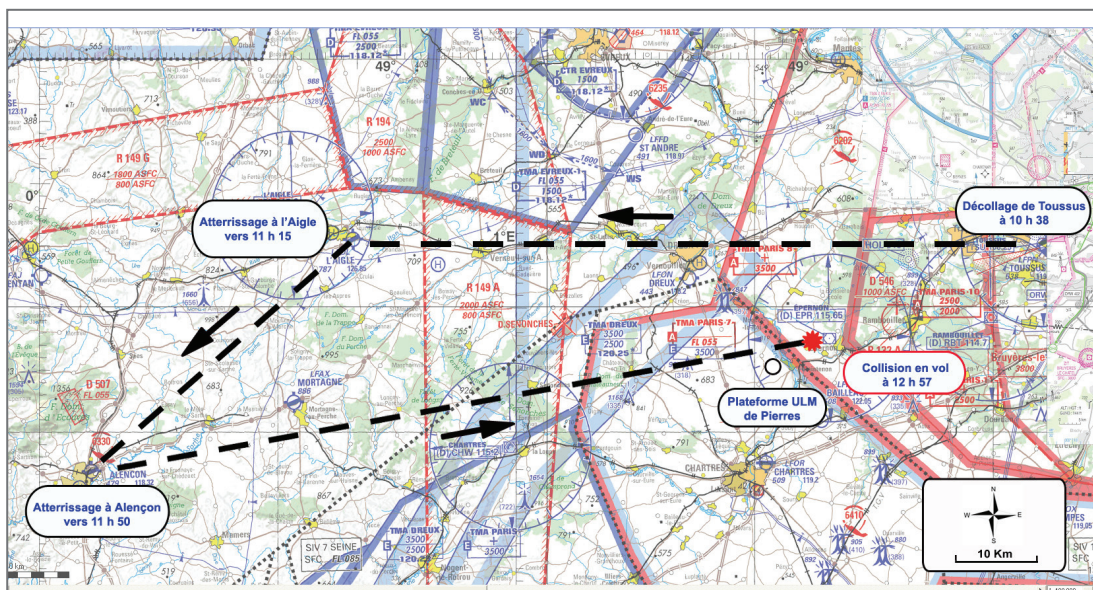
1.1.2 Piper F-BXPQ

L'élève pilote décolle à 10 h 38 de la piste 07 droite de l'aérodrome contrôlé de Toussus-le-Noble (78) pour un vol de navigation solo de 150 NM minimum, tel que prévu dans sa formation en vue de l'obtention du PPL(A).

Le pilote atterrit successivement sur les aérodromes de l'Aigle vers 11 h 15 et d'Alençon vers 11 h 50. Il décolle de l'aérodrome d'Alençon pour un retour sur l'aérodrome de Toussus-le-Noble, dès les formalités administratives accomplies (validation du carnet de vol).

1.1.3 La collision

Les deux aéronefs entrent en collision en vol à 12 h 57 à la verticale du Bois de Saint-Martin, à une distance de 1 NM du VOR d'Epernon et de 20 NM de l'aérodrome de Toussus-le-Noble. La trace radar indique que l'avion Piper F-BXPQ suivait une route au 075°. L'ULM 28-AGV a été aperçu par un témoin en provenance du secteur sud-est.



Déroulement du vol

1.2 Tués et blessés

Les occupants des deux aéronefs sont décédés dans l'accident.

1.3 Dommages aux aéronefs

Les aéronefs sont détruits.

1.4 Renseignements sur les personnels

1.4.1 Pilote du Piper F-BXPQ

Homme, 26 ans

☐ Licences et qualifications :

Le pilote était en cours de formation en vue de l'obtention de la licence de pilote privé avion PPL(A). Il avait obtenu la partie théorique du PPL(A) à l'automne 2009.

☐ Expérience :

- totale : 33 heures de vol, dont 8 en solo ;
- sur le type : 27 heures de vol, dont 6 en solo ;
- dans les 3 derniers mois : 4 heures, toutes sur le type, dont 1 en solo ;
- dans les 30 derniers jours : 2 heures, toutes sur le type, en double.

☐ L'activité aéronautique de l'élève pilote sur les 3 derniers mois se décline ainsi :

- dimanche 29 novembre 2009 : vol de navigation en double commande à destination de l'aérodrome d'Etampes (91) et retour, d'une durée de 58 min ;
- samedi 5 décembre 2009 : vol de navigation solo à destination de l'aérodrome de Dreux (28) et retour d'une durée d'une heure, avec un atterrissage complet à Dreux ;

- samedi 12 décembre 2009 : vol local en double commande d'une durée de 1 h 05 ;
- mardi 5 janvier 2010 : vol de navigation en double commande à destination de l'aérodrome de L'Aigle et retour, d'une durée de 1 h 40 min.

1.4.2 Pilote du Jabiru 28-AGV

Homme, 57 ans

Il était propriétaire de l'ULM.

☐ Licences et qualifications :

UL de classe multiaxe de 2006.

☐ Expérience :

l'enquête n'a pas permis de déterminer l'expérience totale du pilote, cependant ce dernier tenait à jour un livret ULM où est comptabilisé un total de 82 heures de vol sur le type. Le dernier vol inscrit sur le livret date du 10 décembre 2009.

1.5 Renseignements sur les aéronefs

1.5.1 Piper F-BXPQ

Le Piper PA 28 est un avion métallique à 4 places, non pressurisé, monomoteur à piston, ailes basses et train tricycle.

1.5.1.1 Cellule

Constructeur	PIPER
Type	PA 28-151
Numéro de série	287615122
Immatriculation	F-BXPQ
Mise en service	05/05/1976
Certificat de navigabilité	Valide jusqu'au 17 juillet 2010

1.5.1.2 Moteur

Constructeur	Lycoming
Type	O-320-E3D

1.5.2 Jabiru 28-AGV

Le Jabiru UL 450 est un ULM de classe multiaxe en matériaux composites, biplace côte-à-côte, monomoteur à piston, ailes hautes haubanées et train tricycle.

1.5.2.1 Cellule

Constructeur	JABIRU
Type	UL 450
Marque d'identification	28-AGV
Mise en service	05/10/2001
Carte d'identification ULM	Valide jusqu'au 15 juin 2011

1.5.2.2 Moteur

Constructeur	JABIRU
Type	2200cc / 80 cv

1.6 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques estimées sur la zone et à l'heure de l'événement étaient : visibilité supérieure à 10 km, absence de nuage significatif, vent au sol de 6 à 10 kt de secteur sud.

A l'heure de l'accident, la position du soleil était de 193° en azimut pour une hauteur de 24° au-dessus de l'horizon.

1.7 Aides à la navigation

1.7.1 Piper F-BXPQ

L'avion était équipé d'un GPS intégré de type « Garmin GPS 150XL ».

1.7.2 Jabiru 28-AGV

Un GPS « Magellan 315 » a été retrouvé éteint dans une sacoche fermée.

Un GPS « MAP 296 » a été retrouvé dans l'épave, désolidarisé de son support ; le dernier vol enregistré dans sa mémoire est daté de décembre 2009. Aucune donnée relative au vol du jour n'a été enregistrée.

1.8 Télécommunications

L'avion et l'ULM étaient tous deux équipés d'un transpondeur modes A et C avec alticodeur et d'un émetteur/récepteur radio VHF. Les pilotes n'ont pas contacté les organismes d'information de vol, la réglementation ne l'impose pas.

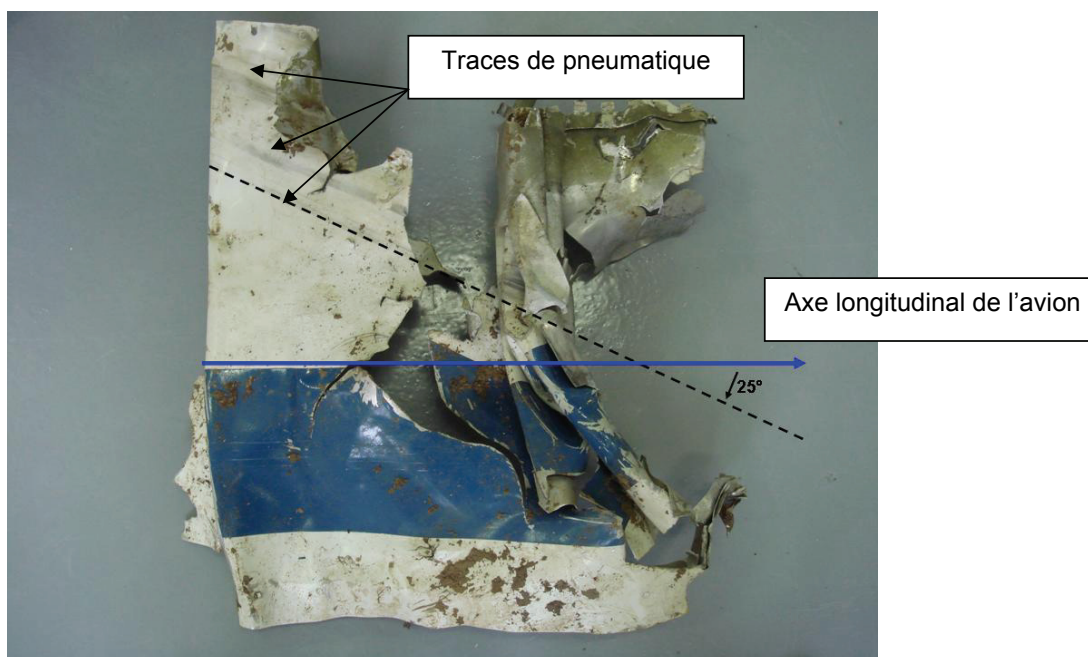
1.9 Renseignements sur les épaves et sur le site

A la suite de la collision en vol, les deux aéronefs sont tombés dans une zone boisée. L'épave de l'ULM a été trouvée sur la commune de Saint-Lucien (28), celle de l'avion sur la commune de Saint-Martin-de-Nigelles (28).

L'examen du site et des épaves a montré que les deux aéronefs ont heurté le sol avec une vitesse importante et une assiette à piquer proche de la verticale. Des éléments appartenant aux deux aéronefs ont été retrouvés entre les deux épaves.

1.9.1 Examen de l'épave du Piper F-BXPQ

Les ailes et l'empennage horizontal présentent des dommages consécutifs aux impacts avec le sol et les arbres. Les ailes étaient entières et attachées à la cellule lors de l'impact avec le sol. Elles ne présentent pas de dommages identifiés comme consécutifs à la collision avec l'ULM. La partie supérieure de la dérive est arrachée. La partie supérieure du fuselage est fortement endommagée. Les dommages constatés sur la dérive et sur la partie supérieure du fuselage sont probablement liés à la collision avec l'ULM.

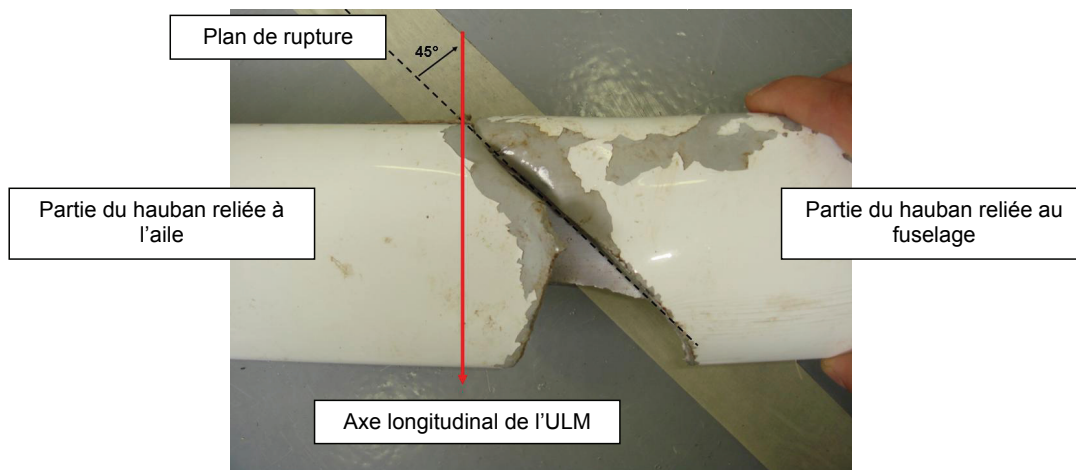


Capot moteur supérieur droit

Le capot moteur supérieur droit, retrouvé sur l'épave, présente des traces de caoutchouc provenant d'un pneumatique de l'ULM. Le pliage de la tôle est consécutif à l'impact avec le sol.

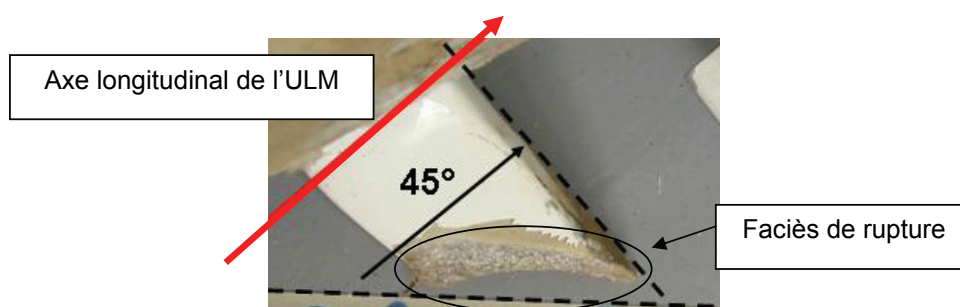
1.9.2 Examen de l'épave de l'ULM 28-AGV

Les empennages vertical et horizontal sont peu endommagés. L'aile droite est restée attachée au fuselage. Le hauban droit, retrouvé sur l'épave, a été partiellement sectionné par un objet tranchant. Des analyses réalisées sur le faciès de rupture mettent en évidence des traces de cuivre, élément chimique présent dans l'alliage d'aluminium constitutif de l'hélice de l'avion mais pas dans celui du hauban. Ces analyses montrent que le hauban droit a été sectionné par une pale d'hélice de l'avion.



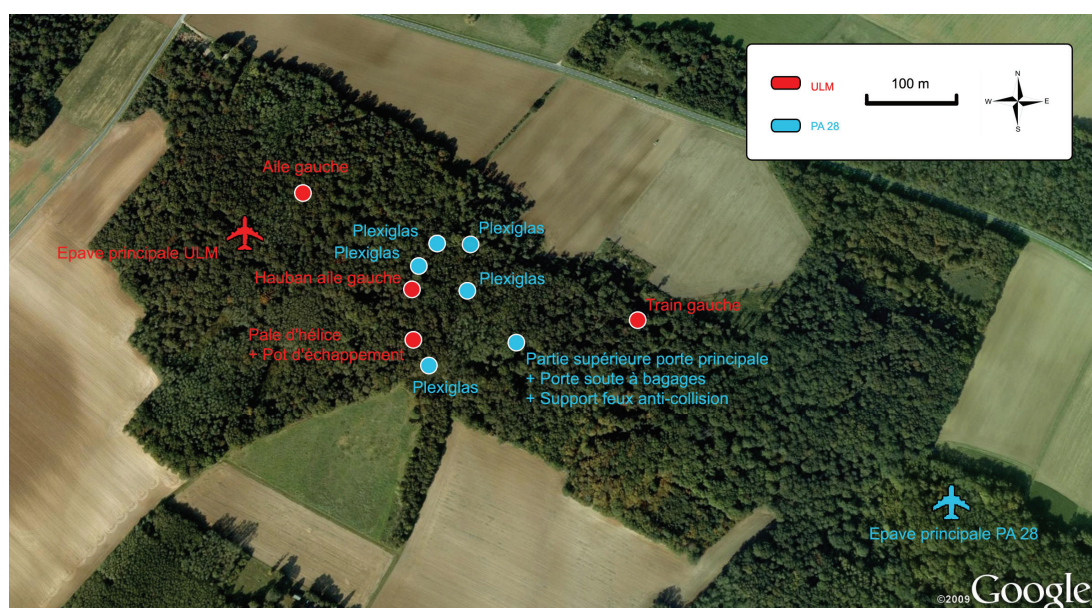
Rupture du hauban droit, vue de dessous

La jambe de train droit, située à côté de l'attache du hauban au fuselage, a également été sectionnée par un objet tranchant suivant un angle semblable, là aussi très probablement une pale d'hélice de l'avion.



Jambe de train droite vue de dessus

1.9.3 Localisation et examen des éléments retrouvés entre les deux épaves

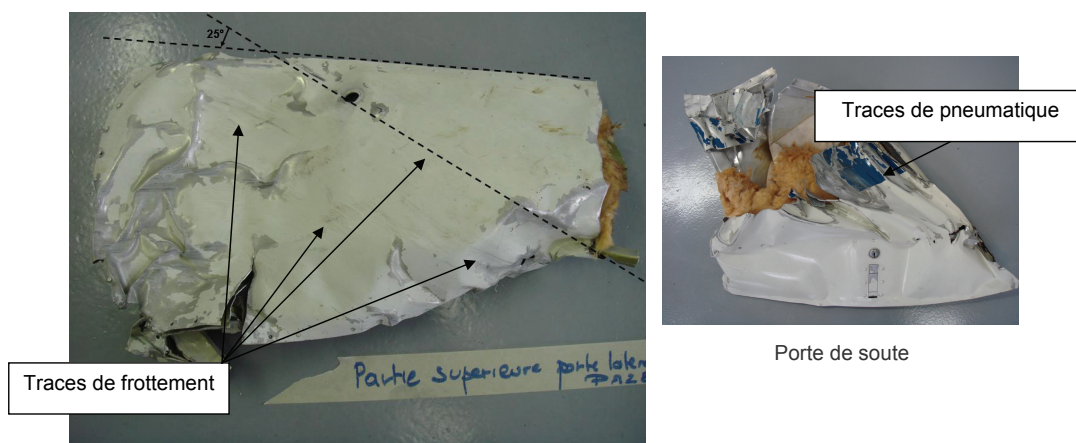


Localisation des épaves et des principaux éléments retrouvés entre les deux épaves

1.9.3.1 Éléments de l'avion retrouvés entre les deux épaves



Éléments de l'avion retrouvés entre les deux épaves

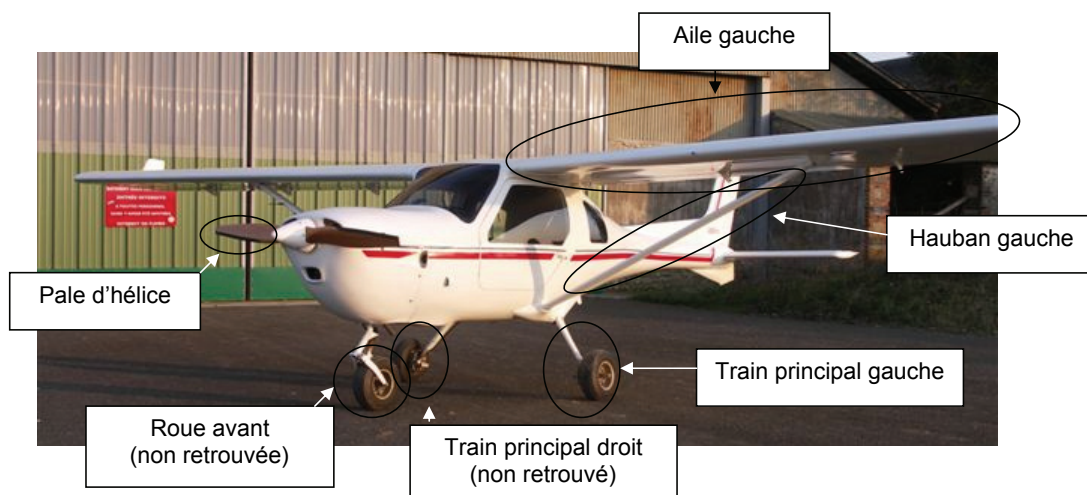


Partie supérieure de la porte principale

La partie supérieure de la porte principale présente des traces de frottement formant un angle de 25° avec l'angle longitudinal de l'avion. La porte de soute présente des traces de pneumatiques provenant d'une roue de l'ULM.

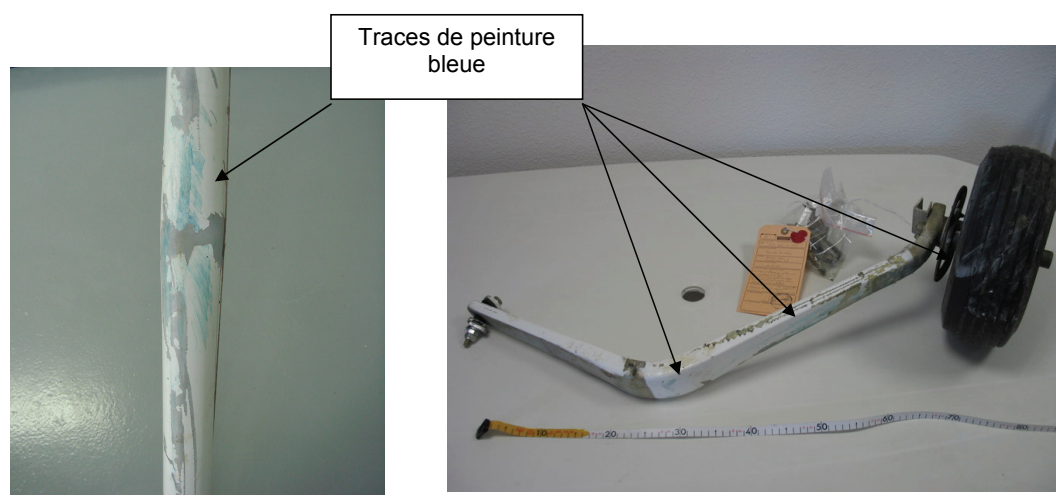
1.9.3.2 Éléments de l'ULM retrouvés entre les deux épaves ou non retrouvés

La roue avant et le train principal droit n'ont pas été retrouvés au cours des recherches menées sur le site. Ils se sont probablement désolidarisés de la cellule à la suite de la collision avec l'avion.



Eléments de l'ULM retrouvés entre les deux épaves ou non retrouvés

L'aile gauche a été retrouvée environ 90 mètres au nord du reste de l'épave et présente peu de dommages.



Hauban gauche

Train principal gauche

Le hauban de l'aile gauche a été arraché de ses fixations à l'aile et au fuselage.

Des traces de peinture provenant de l'avion ont été identifiées sur :

- ☐ le bord d'attaque du hauban ;
- ☐ le pneumatique et la jambe de train principal gauche ;
- ☐ le pot d'échappement, arraché du moteur.

1.10 Renseignements médicaux et pathologiques

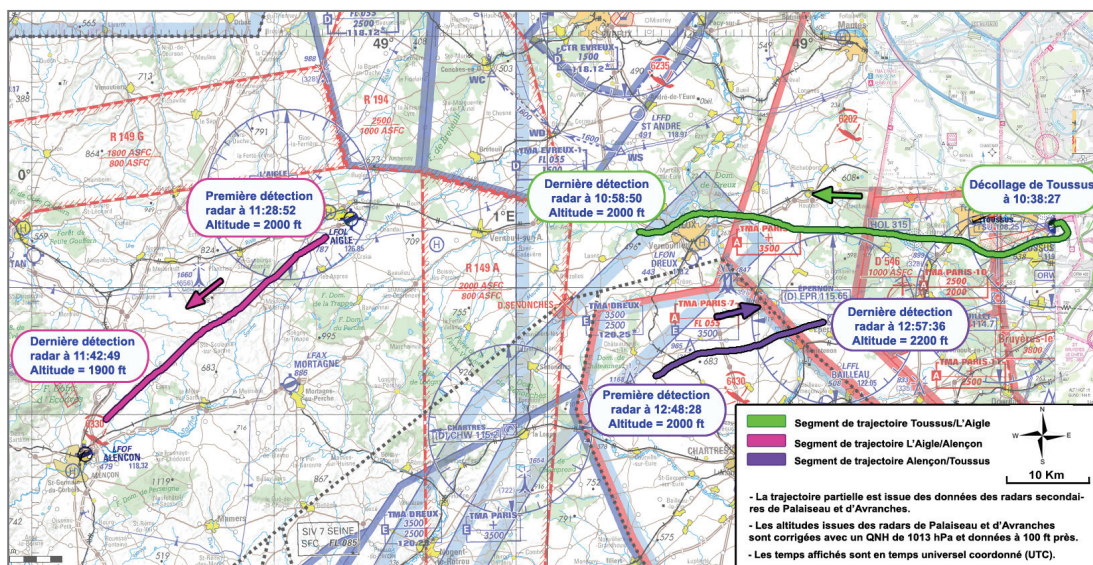
Les autopsies des pilotes n'ont pas révélé de substance toxique ou médicamenteuse susceptible d'avoir altéré leur comportement.

1.11 Questions relatives à la survie des occupants

La violence des impacts avec le sol ne laissait aucune chance de survie aux occupants.

1.12 Essais et recherches

1.12.1 Enregistrement de données radar relatives à la trajectoire du Piper F-BXPQ



Représentation des données radar enregistrées sur la trajectoire

L'analyse de données radar enregistrées par les organismes de la navigation aérienne a permis de restituer une partie de la trajectoire du vol (cf. ci-dessus). Ce sont des données provenant du radar secondaire dit « coopératif » car il requiert l'activation du transpondeur de l'aéronef pour le détecter.

Note : il existe une altitude minimale de détection qui est fonction du relief et de la distance entre la cible et le radar le plus proche. Il n'a pas été déterminé si le caractère incomplet de la trajectoire est lié à une désactivation du transpondeur ou aux limites de détection du radar secondaire considéré.

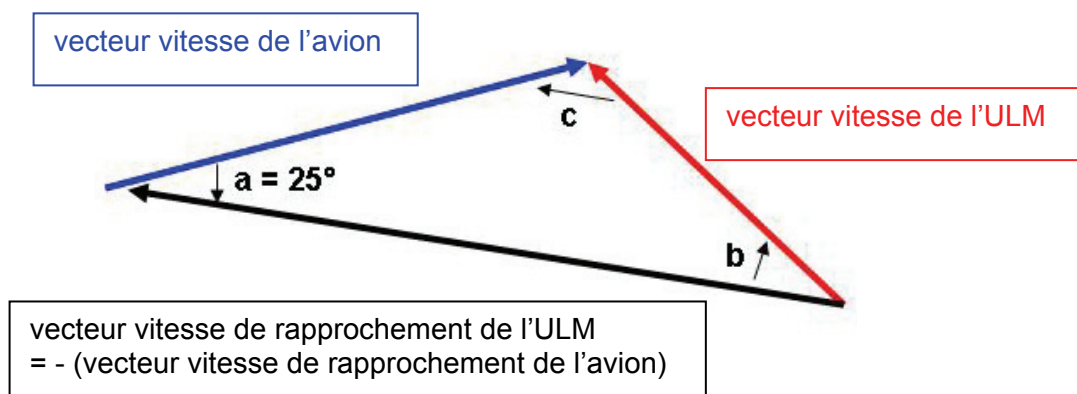
1.12.2 Enregistrement de données radar relatives à la trajectoire du Jabiru 28-AGV

Le pilote n'avait probablement pas activé son transpondeur : aucun radar secondaire n'a détecté l'ULM alors que l'avion l'a été dans la même zone et à la même altitude.

Note : l'ULM évoluait dans un espace de classe G. Dans cette classe d'espace, l'emport d'une radio VHF et d'un transpondeur n'est pas obligatoire. Cependant, lorsque l'aéronef en est équipé, l'activation du transpondeur est obligatoire : l'annexe à l'arrêté du 6 juillet 1992 modifié relatif aux procédures pour les organismes rendant les services de la circulation aérienne aux aéronefs de la circulation aérienne générale (RCA-3) précise dans le paragraphe 10.4.2.1.3.2 que « le pilote d'aéronef équipé d'un transpondeur mode A+C avec alticodeur volant en VFR, affichera, en l'absence d'instructions de l'organisme de contrôle de la circulation aérienne, le code 7000 et activera la fonction « report d'altitude » durant tout le vol ».

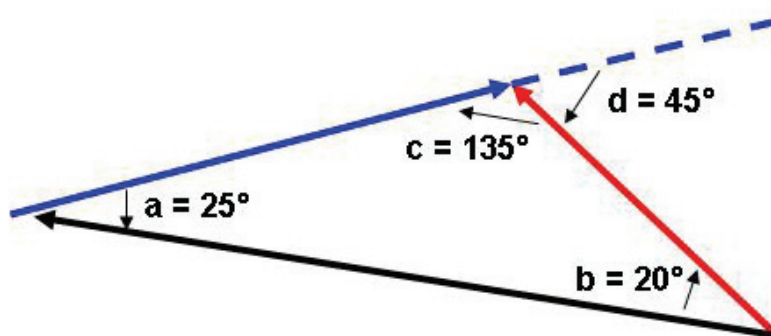
1.12.3 Estimation de l'angle de la collision

L'ensemble des observations effectuées sur les deux aéronefs montrent que l'ULM était à une altitude légèrement supérieure à celle de l'avion lors de la collision. Les traces sur la partie supérieure de la porte principale et sur le capot moteur droit de l'avion forment un angle $a = 25^\circ$ avec l'axe longitudinal. Ces traces de frottement, parallèles au vecteur de rapprochement de l'ULM, indiquent que celui-ci provenait du secteur avant-droit de l'avion.



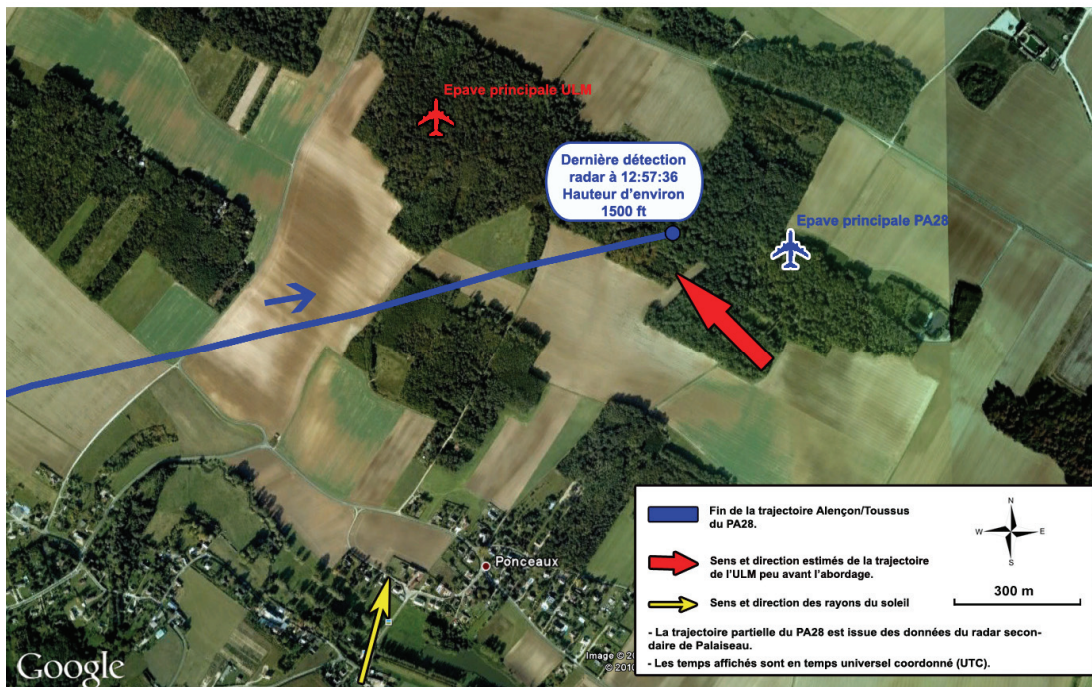
Triangle des vitesses

Les sectionnements du hauban droit et de la jambe de train droite de l'ULM par l'hélice de l'avion forment un angle $d = 45^\circ$ avec l'axe longitudinal de l'ULM et indiquent que l'avion provenait du secteur avant gauche de l'ULM. L'angle de la collision est donc estimé à $c = 180 - 45 = 135^\circ$.



Triangle des vitesses avec estimation des angles

L'estimation de l'angle de la collision a permis de représenter plus précisément la fin de la trajectoire des deux aéronefs sur la figure ci-après.



Représentation de la fin du vol

La représentation de la fin du vol montre que la position du soleil n'a pas ébloui les pilotes.

1.13 Renseignements supplémentaires

1.13.1 Témoignages

1.13.1.1 Témoignages visuels de la collision

Deux personnes résidant à proximité du lieu de l'accident, au lieu-dit Ponceaux sur la commune de Saint-Martin-de-Nigelles, sont témoins de la collision. Le témoin n° 1 observait les aéronefs lorsqu'ils se sont heurtés, le témoin n° 2 a levé les yeux consécutivement au bruit engendré par la collision.

Le témoin n° 1 possède des notions d'aéronautique. Il se trouvait sur un pré où il pratique l'aéromodélisme, à proximité de son lieu d'habitation, lorsqu'il a entendu deux bruits distincts de moteurs, provenant de directions opposées. Il a aperçu l'ULM en vol horizontal stabilisé, se dirigeant approximativement vers le Nord-Ouest, à une hauteur estimée entre 300 et 400 mètres. Il a aperçu ensuite l'avion en vol horizontal stabilisé, se dirigeant approximativement vers l'est, à une hauteur similaire à celle de l'ULM. Il a quitté les aéronefs du regard pour quelques instants puis, les entendant se rapprocher, il les a observés de nouveau. Il précise qu'à cet instant les deux aéronefs étaient les ailes à plat, dans une attitude de vol similaire à un vol de croisière. Quelques secondes après, il a vu la collision. Il a aperçu ensuite une des ailes de l'ULM se replier sur la cellule au niveau de l'emplanture. L'ULM a pris une forte assiette à piquer. L'aile s'est désolidarisée du reste de la cellule environ deux secondes plus tard. L'ULM a continué sa chute pendant quelques secondes avant de disparaître dans les arbres. L'avion a disparu du champ de vision du témoin rapidement après la collision, masqué par des arbres.

Le témoin précise que juste avant la collision, l'ULM était légèrement incliné vers la droite et que l'avion, qui avait gardé les ailes à plat, est passé « dessous ».

Le témoin n° 2 se trouvait devant son domicile. Il a entendu un gros bruit provenant de derrière lui, semblable à du « bois sec qui éclate », tout en entendant le bruit des moteurs. Il a aperçu un avion lui faisant face, se dirigeant vers le sud-ouest (identifié comme l'avion), et un autre avion se dirigeant vers le nord-ouest (identifié comme l'ULM). L'avion a basculé latéralement sur sa gauche et a pris légèrement de l'altitude. Le témoin précise qu'il voyait le dessous de ses ailes, et évalue son degré maximum d'inclinaison à 80°. Peu de temps après, l'avion a pris une forte assiette à piquer en se dirigeant vers le sol. Le témoin a entendu le bruit de l'impact avec le sol. Le témoin a aperçu également une aile de l'ULM se détacher de la cellule, avant que la vue du reste de l'ULM lui soit masquée.

1.13.1.3 Témoignage de l'instructeur principal de l'élève pilote du Piper F-BXPQ

L'instructeur principal de l'élève pilote indique que ce dernier était particulièrement doué et qu'il avait eu une progression très rapide. Il ajoute que c'était quelqu'un de très motivé, qui envisageait de poursuivre sa formation dans la perspective de devenir pilote de ligne.

Le dernier vol de l'élève pilote, daté du 5 janvier, consistait en une navigation en double commande identique à celle prévue le jour de l'accident avec un déroutement vers Toussus-le-Noble avant d'atteindre l'aérodrome d'Alençon. L'élève ayant le niveau requis, l'instructeur avait estimé qu'il pouvait réaliser la navigation des 150 NM.

L'instructeur explique que l'élève pilote était arrivé aux alentours de 10 h 00 dans les locaux de l'aéroclub. Il avait préparé le vol à l'avance. L'instructeur a consulté avec l'élève le dossier météorologique et les NOTAMs sur la route et les terrains de destination, puis a corrigé avec l'élève les estimées des points tournants du log de navigation en tenant compte du vent. L'élève a ensuite effectué le plein de carburant et la visite pré-vol de l'avion, vérifiés par l'instructeur.

1.13.1.4 Témoignage du directeur de la plateforme ULM de Pierres (28)

Le directeur de la plateforme ULM indique que personne n'était présent sur la plateforme lors du décollage de l'ULM. Il n'est ainsi pas possible de déterminer à quelle heure ce dernier a décollé de la plateforme.

1.13.2 Règles de l'air

La prévention des collisions est traitée dans le RDA, applicable le jour de l'évènement. En espace aérien non contrôlé, elle s'appuie sur la règle « voir et éviter ».

L'annexe 1 de l'arrêté du 3 mars 2006 modifié relatif aux règles de l'air et aux services de la circulation aérienne (RDA) précise au paragraphe 3.2 que « *Note. - il importe que la vigilance exercée en vue de déceler les risques de collisions ne soit pas relâchée à bord des aéronefs en vol, quels que soient le type du vol et la classe de l'espace aérien dans lequel l'aéronef évolue, ...* ».

1.13.3 Evénements antérieurs

1.13.3.1 Etude des collisions en vol (BEA)

Le BEA a publié une étude sur les collisions en vol survenues entre le 1^{er} janvier 1989 et le 30 juin 1999, qui recense 17 collisions en vol sur cette période, en excluant les collisions entre planeurs et les collisions lors d'un vol en patrouille ou en présentation. Cette étude met en exergue les phénomènes induisant des difficultés de détection à vue d'un autre aéronef : l'existence d'angles morts, tache aveugle de l'œil, seuil de détection de l'aéronef du fait de sa taille apparente, contraste entre l'aéronef et le fond visuel, vision périphérique peu propice à la perception d'objets sans mouvement apparent et avec peu de contraste, gestion de la charge de travail.

1.13.3.2 Rapport sur la sécurité aérienne 2009

La DGAC a publié un rapport sur la sécurité aérienne 2009 dans lequel figure une analyse du BEA sur les pertes de séparation en vol.

Il ressort de cette analyse que :

- ❑ entre 2000 et 2009, les collisions en vol ont occasionné en moyenne 4 à 7 accidents par an ;
- ❑ entre le 1^{er} janvier 2004 et le 31 décembre 2009, en France, le BEA dénombre 26 accidents, dont 16 mortels, relatifs à des collisions entre aéronefs d'aviation de loisir ;
- ❑ parmi ces 26 accidents, on dénombre 6 collisions survenues lors d'un vol « côte-à-côte » (lorsque les pilotes des deux aéronefs évoluaient volontairement à proximité l'un de l'autre), 10 collisions entre planeurs, et 10 collisions aux abords d'un aéroport ou dans le circuit d'aéroport ;
- ❑ la faillibilité des perceptions en rapprochement et les limites de la règle « voir et éviter » sont des causes récurrentes.

2 - ANALYSE

2.1 Trajectoires des aéronefs

L'avion était en vol de croisière stabilisé sur une route au 075° à une distance de 20 NM de l'aérodrome de Toussus-le-Noble.

Ne disposant d'aucun enregistrement, la trajectoire de l'ULM n'a pu être reconstituée. Un témoin indique néanmoins que l'ULM était en vol stabilisé vers le nord-ouest quelques secondes avant la collision.

Les trajectoires des deux aéronefs étant stabilisées, le rapprochement s'est effectué à gisement constant.

L'enquête n'a pas permis d'établir si les pilotes ont effectué des manœuvres d'évitement.

2.2 Défaillance de la détection visuelle du conflit

La règle « voir et éviter » est appliquée par les pilotes évoluant en conditions de vol à vue dans les espaces aérien où les séparations entre aéronefs ne sont pas assurées par les contrôleurs. Les pilotes sont tenus d'exercer une vigilance extérieure constante, afin de détecter la présence éventuelle d'autres aéronefs à proximité.

En ce qui concerne cet accident, le conflit n'a pas été détecté ou l'a été tardivement.

La détection à vue de l'autre aéronef n'est pas seulement fonction de la qualité de la vigilance extérieure exercée par le pilote. Il convient en effet de rappeler certaines caractéristiques des trajectoires conflictuelles mises en évidence dans l'étude des collisions du BEA :

- ❑ *« Le rapprochement à gisement constant, caractérisant les trajectoires conflictuelles, et le faible contraste entre un appareil et son environnement peuvent prendre en défaut la vision périphérique surtout sensible au mouvement d'objets fortement contrastés.*
- ❑ *L'ergonomie du poste de pilotage et les particularités de l'œil humain peuvent masquer certaines parties d'espace.*
- ❑ *La petite taille de l'autre appareil jusqu'à très peu de temps avant la collision rend difficile la détection. De plus son grossissement soudain crée un effet de surprise important.*
- ❑ *Enfin la manœuvre d'évitement n'est pas instantanée. ».*

La règle « voir et éviter » ne peut à elle seule garantir la séparation des aéronefs. Il est probable que la présence à bord des deux aéronefs de systèmes embarqués de détection de trafic aurait permis d'aider les deux pilotes à appliquer la règle « voir et éviter » en les alertant sur un conflit imminent.

3 - CONCLUSION

3.1 Faits établis par l'enquête

- ❑ La collision s'est produite dans un espace aérien non contrôlé.
- ❑ Les conditions météorologiques étaient favorables à la pratique du vol à vue.
- ❑ La luminosité et la visibilité étaient bonnes et la position du soleil n'a pas ébloui les pilotes.
- ❑ Les deux aéronefs étaient en vol stabilisé sur des trajectoires conflictuelles (rapprochement à gisement constant).
- ❑ Le conflit n'a pas été détecté ou l'a été tardivement (défaillance de la détection visuelle du conflit).

3.2 Cause identifiée

La collision est due à l'absence de détection visuelle de l'autre aéronef par chacun des deux pilotes dans un espace aérien de classe G où l'anti-abordage repose exclusivement sur la vigilance extérieure.

4 - RECOMMANDATION

Rappel : conformément à l'article 10 de la Directive 94/56/CE sur les enquêtes accidents, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident ou un incident. L'article R.731-2 du Code de l'aviation civile stipule que les destinataires des recommandations de sécurité font connaître au BEA, dans un délai de 90 jours après leur réception, les suites qu'ils entendent leur donner et, le cas échéant, le délai nécessaire à leur mise en œuvre.

4.1 Systèmes embarqués d'aide à la détection de trafic

Les limites de la détection visuelle pour l'application de la règle « voir et éviter » ont été maintes fois démontrées. En orientant la recherche visuelle, un système embarqué d'aide à la détection de trafic est un moyen d'amélioration de l'efficacité de la règle « voir et éviter ». La mise en place généralisée de tels systèmes dans le domaine de l'aviation générale pourrait prévenir de nouvelles collisions.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **l'AESA accélère l'évaluation des différents systèmes d'aide à la détection de trafic existants et assure la promotion de leur déploiement dans le domaine de l'aviation générale.**

4.2 Rappel de recommandation

Recommandation émise dans le cadre du rapport d'accident survenu le 30 juillet 2006 sur la commune de Valernes (04) au planeur Duo Discus immatriculé F-CIDG et à l'avion remorqueur MS 235 E immatriculé F-GACP

Recommandation du 25/09/2007, adressée à la DGAC, à l'AESA et aux associations de vol à voile :

- *« Le BEA recommande que la DGAC, en liaison avec l'AESA et les associations de vol à voile, s'attache à favoriser la généralisation de systèmes embarqués de détection de proximité, revoie les conditions techniques et réglementaires d'installation de tels systèmes et développe une doctrine relative à l'emploi de ces systèmes et à la formation des pilotes. »*

Réponse préliminaire de la DGAC du 02/11/2007 :

« Cette recommandation aborde la problématique de l'assistance par un système anti-collision à la posture « voir et éviter ».

Systèmes embarqués de détection de proximité

S'agissant du FLARM, seul système adapté à la détection de proximité des planeurs disponible à ce jour, la DGAC a œuvré afin que l'AESA autorise son installation sur les planeurs. L'AESA a publié une décision en ce sens autorisant l'utilisation de systèmes non certifiés sur les planeurs. Ceci a permis de promouvoir leur emport, grâce aux actions de la FFVV. Afin de lutter efficacement non seulement contre les collisions entre planeurs mais aussi contre les collisions entre planeurs et

remorqueurs, il est nécessaire d'obtenir que l'Agence publie une décision similaire pour les avions remorqueurs. La DGAC s'y emploie. Si cette décision peut être obtenue, après la prise en compte des questions liées à l'ergonomie du système et à son adaptation à l'environnement avion, la DGAC promouvra son installation sur les avions remorqueurs, en association avec la FFVV. Elle poursuivra en parallèle les réflexions sur la compatibilité entre les différents systèmes anti-collision (FLARM, ADSB, transpondeur et TCAS) qui peuvent se trouver sur les différents types d'aéronefs. Cette réflexion sera également proposée au niveau européen par les représentants de la DGAC comme thème de réflexion au sein de l'EGAST (groupe européen sur la sécurité de l'aviation générale).

Doctrine relative à l'emploi

La DGAC a pris contact avec la FFVV, ainsi que le constructeur du système anti-collision, afin de faire un point sur les supports de formation et de sensibilisation existants sur le FLARM. Il s'avère que ces deux organisations possèdent des supports. Il a donc été décidé que la FFVV fera une analyse des différents cours et produira un support générique. Une attention particulière sera portée sur la connaissance des limites du système. Le mode de diffusion de ce support générique sera déterminé une fois la rédaction du document achevée. »

Réponse de la DGAC du 18/02/2010 :

« Cette recommandation aborde la problématique de l'assistance par un système anticollision à la posture «voir et éviter».

S'agissant du FLARM, l'AESA a publié une décision autorisant l'utilisation de systèmes non certifiés sur les planeurs. Cette décision a favorisé la promotion de l'emport de systèmes FLARM sur les planeurs. La FFVV a, à cet égard, décidé en 2009 d'instaurer des règles internes pour favoriser la généralisation de ces systèmes. Ces systèmes internes prévoient qu'aucun planeur appartenant à une structure fédérale ne puisse être exploité sans FLARM dans les Alpes et que les planeurs inscrits aux compétitions fédérales devront être équipés de FLARM. Dans un premier temps les actions menées au niveau européen et au niveau des fédérations paraissent satisfaisantes.

D'autre part, et afin de lutter efficacement non seulement contre les collisions entre planeurs mais aussi contre les collisions entre planeurs et remorqueurs, il serait souhaitable de permettre l'installation du système FLARM sur les avions remorqueurs. La DGAC, en concertation avec l'AESA, va informer les usagers des démarches à engager pour obtenir la certification de ces installations.

Par ailleurs, des travaux à mener dans ce domaine ont été recensés par l'Agence dans son programme de travail 2009-2012. La tâche réglementaire correspondante (MDM.049) s'étend sur tous les domaines de l'aviation générale au-delà du cas plus précis des planeurs et des avions remorqueurs visé par la présente recommandation. »



Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Zone Sud - Bâtiment 153
200 rue de Paris
Aéroport du Bourget
93352 Le Bourget Cedex - France
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03
www.bea.aero

Parution : décembre 2010

