



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

RAPPORT

D'ENQUÊTE DE SÉCURITÉ



BEAD-air-X-2013-016-A

Date de l'événement 14 novembre 2013

Lieu Salon Eyguières

Type d'appareil Silence Twister

Immatriculation F-WTVI

Organisme Privé

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 de sécurité 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

Photos :

- Internet
- BEAD-air

Illustrations :

- BEAD-air

SYNOPSIS

Date et heure de l'événement : 14 novembre 2013 à 16h15

Lieu de l'événement : Salon Eyguières (département des Bouches du Rhône – 13)

Organisme : propriétaire et opérateur privé

Aéronef : Silence Twister, sous laisser-passer temporaire Direction générale de l'aviation civile (DGAC)

Nature du vol : vol technique (adaptation et réglage d'hélice)

Nombre de personnes à bord : 01

Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis

Peu après le décollage, le pilote est confronté à une avarie mécanique et à un incendie qui le contraignent à un atterrissage d'urgence en campagne.

Composition du groupe d'enquête de sécurité

- Un directeur d'enquête de sécurité du Bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air).
- Un Enquêteur de première information (EPI).

Autres experts consultés

Néant.

Déclenchement de l'enquête de sécurité

Le BEAD-air a été prévenu téléphoniquement par la permanence du Bureau enquêtes et analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA) le 15 novembre 2013 à 15h00.

Un EPI a été dépêché sur le site de l'événement afin de procéder aux premières constatations.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1. Déroulement du vol

1.1.1. Contexte

Le Silence Twister décolle à 16h10 pour un vol privé d'essai en circuit à vue de l'aérodrome de Salon-Eyguières (Bouches-du-Rhône) dans le cadre d'une série de vols dont le but est de trouver le meilleur réglage de cette hélice à pas fixe et pré-réglable au sol.

1.1.2. Déroulement

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

Après deux vols d'adaptation du pas de l'hélice pour la voltige, aucune anomalie n'est détectée. Un troisième vol est programmé le même jour après avoir affiné le réglage du pas au sol.

La visite pré-vol est effectuée normalement. Aucune anomalie n'est détectée lors de la mise en route, le roulage et le point fixe avant le décollage.

Le décollage est effectué en piste 33, plein gaz avec un régime moteur de 2 500 t/mn. Le pilote monte dans l'axe vers 1 500 pieds en plein gaz avec un régime de 2 600 t/mn et une vitesse de 80 nœuds. Il effectue un virage à gauche vers la branche « vent arrière » du circuit de piste et continue à accélérer en palier.

Le régime de 3 300 t/mn est atteint sans être dépassé. Le pilote se présente vers la verticale du terrain avec ces éléments.

1.1.2.2. Description de la partie significative du vol

A la verticale de la piste 33, le pilote ressent de fortes vibrations rendant impossible la lecture des instruments de la planche de bord. Il réduit immédiatement les gaz sans effet notable sur les vibrations. Le moteur s'arrête après quelques secondes.

De la fumée blanche et des petites flammes sortent du capot moteur.

Le pilote décide de tenter un atterrissage d'urgence moteur coupé. Il sort les pleins volets pour augmenter le taux de descente et vire à gauche vers la branche « vent arrière ».

Le dégagement de fumée s'intensifie. Lorsque l'avion parvient en vent arrière, la cabine est brusquement envahie par une fumée de couleur gris-blanc très épaisse rendant la visibilité presque nulle et ne permettant plus de contrôler la trajectoire de l'appareil.

Le pilote décide de tenter une évacuation en parachute.

Il actionne la languette d'ouverture avec difficulté. La verrière s'entrebâille. Le pilote actionne la commande de largage secours de la verrière et parvient à la faire basculer sur le côté.

Lorsque le pilote retrouve les références extérieures, il juge sa hauteur trop basse pour tenter une évacuation en vol. Il estime ne pas être en mesure de rejoindre la piste et décide de se poser dans un champ à proximité.

Afin de prendre l'axe du champ et d'éviter une haie d'arbres, le pilote serre le virage et augmente le taux de chute. L'appareil heurte le sol sensiblement à plat puis s'immobilise après quelques mètres de glissade.

Le pilote évacue aussitôt l'appareil qui s'enflamme.

1.2. Tués et blessés

Le pilote est légèrement blessé.

1.3. Dommages à l'aéronef

L'appareil est détruit.

1.4. Autres dommages

Le terrain privé sur lequel s'est posé l'appareil est pollué en surface par des débris de matériaux composites sur une superficie d'environ 50 x 50 m. Un curage de la zone avec apport de terre végétale est envisagé.

1.5. Renseignements sur le pilote commandant de bord

Le pilote âgé de 59 ans est un ancien pilote d'essai retraité de la Direction générale de l'armement / Essais en vol (DGA/EV) depuis environ un an. En activité, il assurait la certification des avions au profit de la DGAC puis de l'Agence européenne de la sécurité aérienne (EASA), notamment pour les avions civils et d'affaires.

Sa licence est valide jusqu'en mai 2014. Il est qualifié ATPL (*Airline Transport Pilot Licence*) avec SEP (*Single Engine Piston*) et totalise 12 200 heures de vol dont 30 sur le type d'avion. Il pratique assidûment la voltige sur type Extra et Cap.

Il a dans le passé déjà été confronté à des avaries en vol dont une perte d'hélice prototype sur Rallye en essais à Istres.

1.6. Renseignements sur l'aéronef

Le Silence Twister est un avion monomoteur en kit¹, monoplace de sport à aile basse cantilever et atterrisseur fixe. Sa structure est constituée d'éléments en matériaux composites et le cockpit comporte une coque moulée en fibre de verre et Kevlar assurant la protection du pilote.

L'avion accidenté est immatriculé temporairement FW-TVI² afin de réaliser des épreuves en vol en vue d'obtenir un titre de navigabilité après l'adaptation d'une hélice SENSENICH³ de type 2A0J5 R64ZN-1.

Totalisant environ 25 heures de fonctionnement au moment de l'événement, il est équipé d'un moteur UL POWER 260 iSA qui développe une puissance maximum continue de 68,4 KW à 2 800 t/min (pour une puissance maximale au décollage de 79,8 KW à 3 300 t/mn).

Le niveau d'huile moteur constaté lors de la visite pré-vol est de 2,6 litres et la quantité de carburant au décollage est d'environ 30 litres⁴ d'essence automobile (indice d'octane > 95).

¹ Constructeur de nationalité allemande. Une fiche d'éligibilité n° 2A-0016 a été délivrée par la DGAC en date du 2 janvier 2010.

² Immatriculation temporaire par laisser passer provisoire de la DGAC n° 0368/13/NO/NAV/REV1 du 5 septembre 2013.

³ Procédure d'applicabilité du constructeur en date du 28 juin 2011.

⁴ L'avion dispose de 2 réservoirs d'aile en matériaux composites, dont la capacité totale est de 80 litres pour 72 utilisables.

1.7. Conditions météorologiques

Les conditions observées font état d'une visibilité supérieure à 10 km, d'un QNH 1 015 hpa, d'une température extérieure de 11 °C et d'un vent du secteur 330° pour 25 nœuds avec des rafales à 35 nœuds.

1.8. Aides à la navigation

Sans objet.

1.9. Télécommunications

Sans objet.

1.10. Renseignements sur l'aérodrome

Salon - Eyguières est un aérodrome situé à 246 pieds d'altitude et disposant de 2 pistes croisées non revêtues.

Il ne dispose pas de services de la DGAC. Il est rattaché au Bureau régional d'information aéronautique (BRIA) de l'aéroport de Marseille Provence pour l'information aéronautique, la préparation des vols et le dépôt des plans de vol.

1.11. Enregistreurs de bord

Le Silence Twister n'est pas équipé d'enregistreur d'accident.

Les données du calculateur moteur n'ont pu être extraites en raison de l'état de dégradation de l'organe.

Les données issues du GPS du pilote ont pu être exploitées et ont permis de reconstituer la trajectoire de l'avion.

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

1.12.1. Examen de la zone

Le site est localisé dans un champ à 800 mètres environ au sud du seuil de la piste 33 d'Eyguières.

Le champ, plat et herbeux, est bordé d'une rangée d'arbres d'une vingtaine de mètres de hauteur dans sa partie nord.

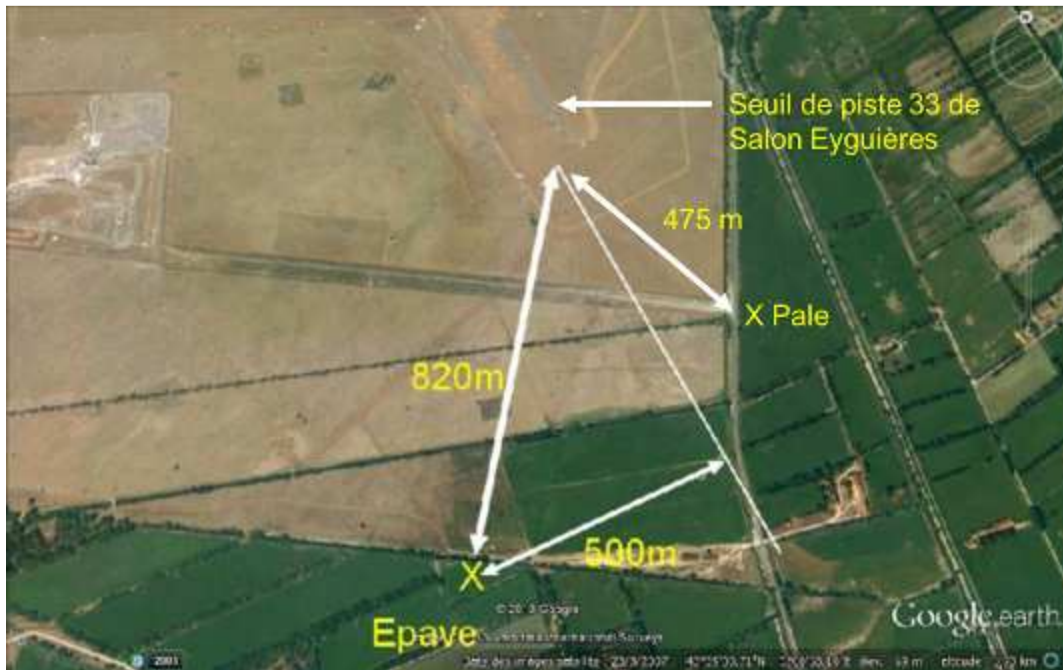
L'appareil a heurté le sol selon un cap 360° puis s'est immobilisé quelques mètres plus loin au cap 250°.

Des éclats de composite sont retrouvés à l'endroit du premier impact, les trains principaux au niveau du deuxième impact (voir croquis).

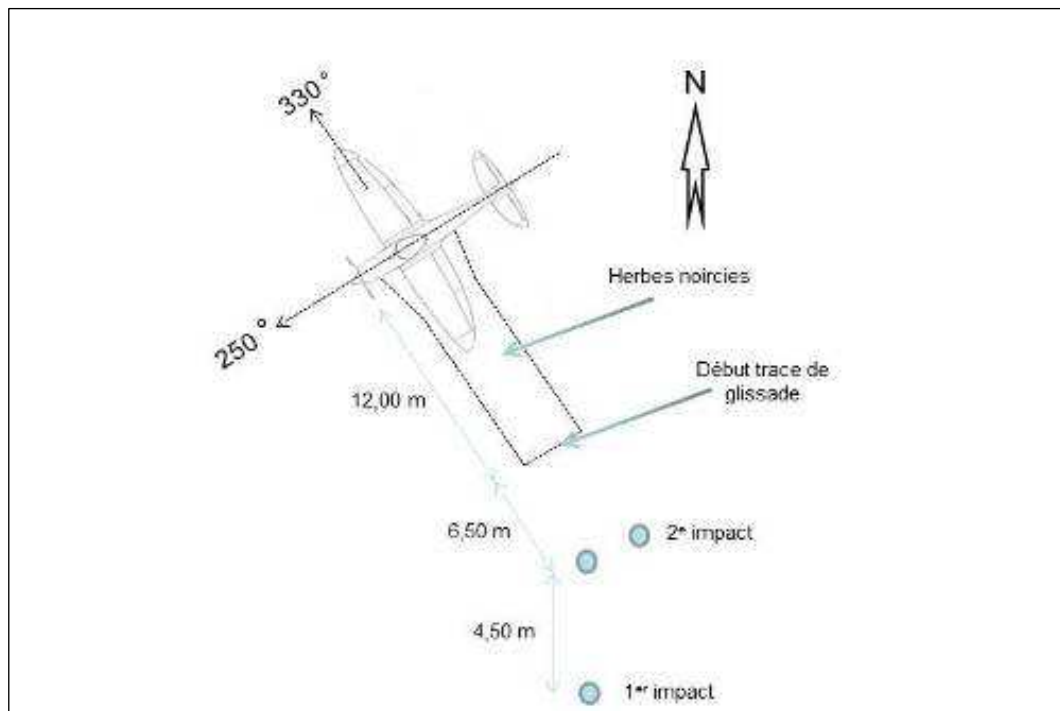
Le sol présente une trace noirâtre de 12 mètres de long dans le sillage de l'épave. Des petits débris provenant du moteur sont retrouvés le long de cette trace.

Une pale de l'hélice a été retrouvée plusieurs jours plus tard à près de 500 mètres du seuil de piste 33, à droite de l'axe.

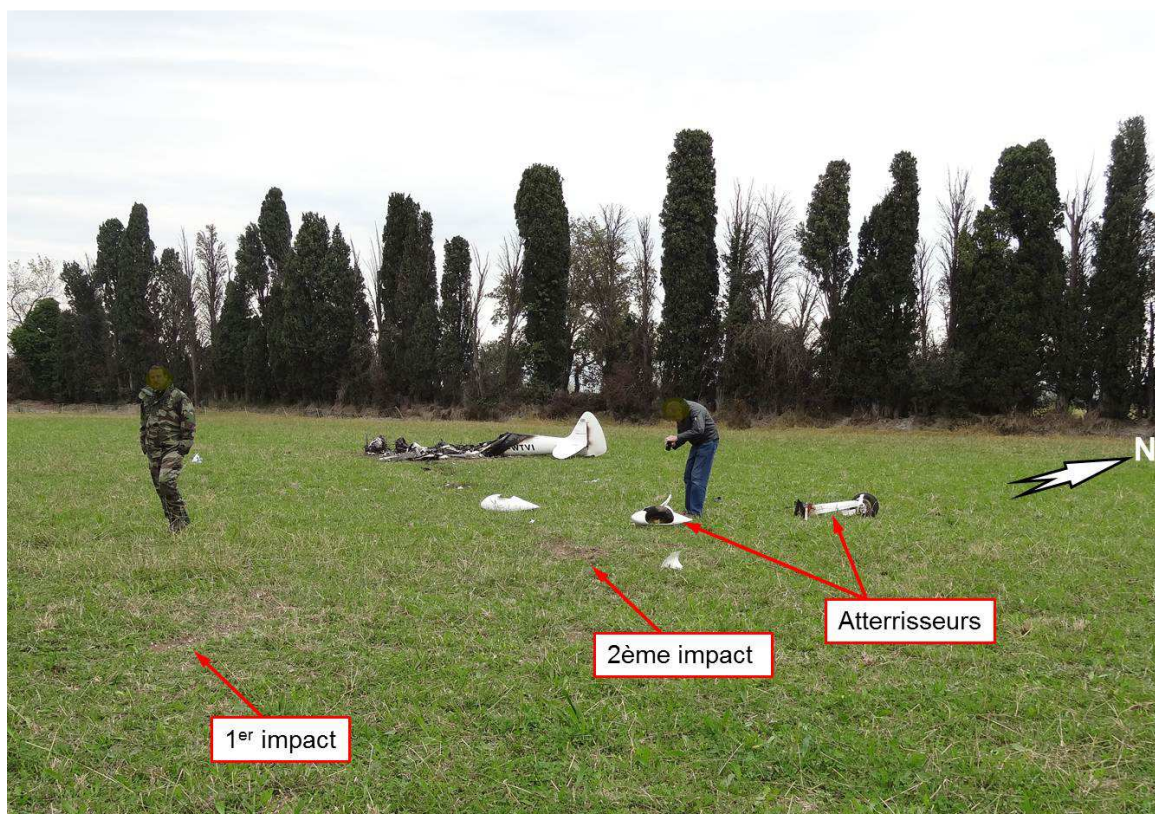
L'épave a été relevée le 17 novembre 2013 par ses propriétaires et entreposée dans un hangar de l'aérodrome d'Eyguières.



Position du site d'épave et de l'aérodrome



Croquis de la zone d'épave



Site d'épave

1.12.2. Examen de l'épave

L'appareil est en partie détruit par le feu. L'aile droite et l'empennage sont relativement préservés. Le moteur et le cockpit ont entièrement brûlé.

Le train d'atterrissage fixe s'est rompu et est séparé de la cellule.

Le réservoir de l'aile droite n'a pas été endommagé par le feu et contient toujours du carburant.

Trois des quatre bras du bâti moteur sont rompus. Un bras supérieur est en partie usiné par la couronne arrière du moteur.

Le calculateur moteur est détruit par le feu.

Une des deux pales de l'hélice, non endommagée par l'incendie, est solidaire du moyeu.

L'autre pale est retrouvée ultérieurement à environ 800 mètres de l'épave.



Etat général de l'épave et de la partie avant

1.12.3. Examen détaillé du moyeu d'hélice et des pales

Cet examen a nécessité le démontage du moyeu.

1.12.3.1. Le moyeu (S/N 28701B)

Le plan de joint des deux demi-moyeux est constant sur tout le pourtour.

Le 6 boulons ne sont pas grippés et se desserrent chacun avec un couple sensiblement identique et inférieur à 20 dan. Cette valeur est inférieure au couple préconisé par l'hélicier (27 dan), mais peut s'expliquer par une exposition au feu.

Les cales situées entre les demi-moyeux sont toutes présentes.

1.12.3.2. Pale solidaire du moyeu (S/N 26505)

Un délaminage est constaté sur l'extrados de la pale solidaire du moyeu, sur environ 80% de la corde et à partir de 20 cm du pied de pale.

La bague du pied de pale présente un marquage d'environ 1 mm de profondeur sans propagation de crique visible à l'œil nu.

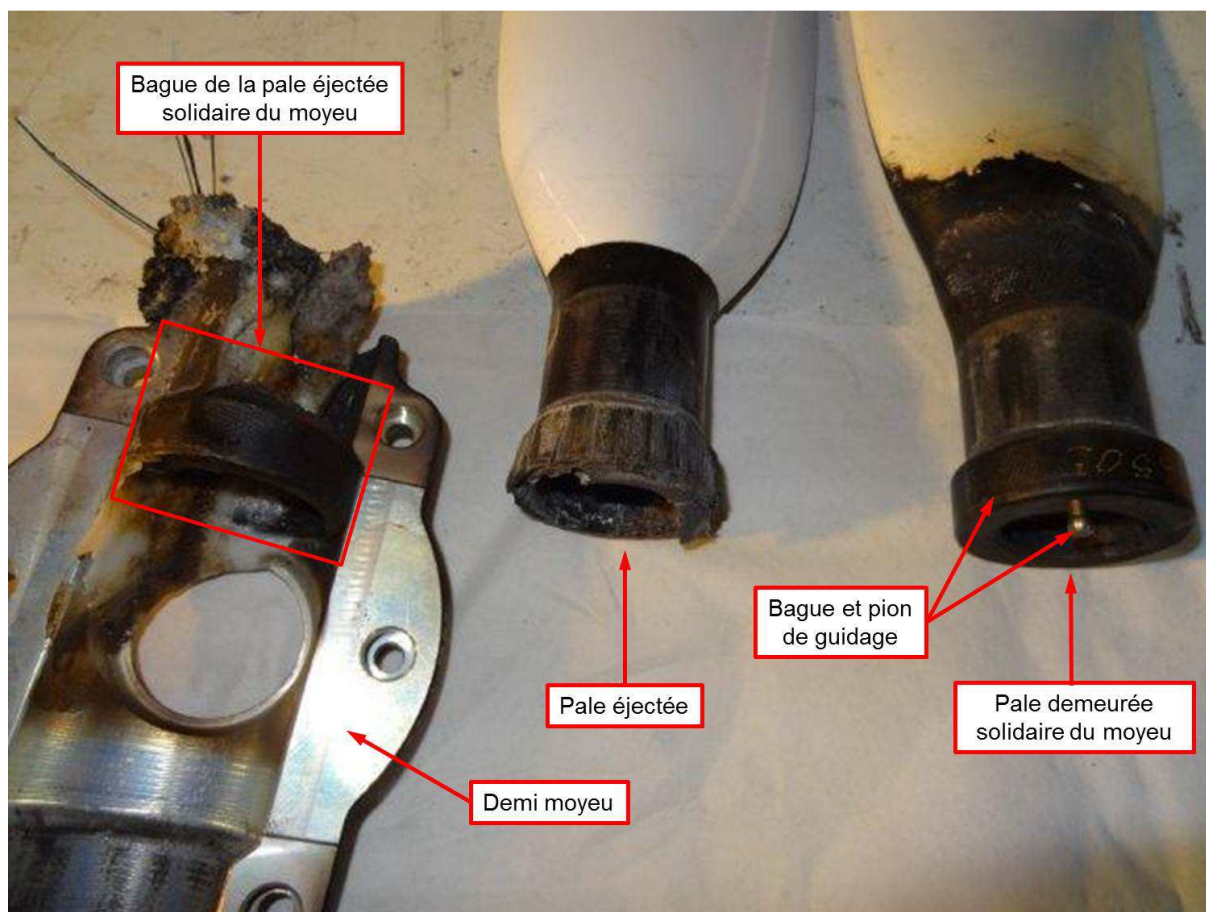
Le pion métallique de guidage est en place.

1.12.3.3. Pale désolidarisée du moyeu (S/N 26532)

La bague extérieure du pied de pale ainsi qu'une moitié de pied de pale sont restés solidaires du moyeu. Le plan de rupture coïncide avec celui de l'assemblage des demi-pales.

Le pion de guidage n'a pas été retrouvé.

La base de la pale s'est désolidarisée de la bague de retenue.



Moyeu démonté et état des pales

1.13. Renseignements médicaux et pathologiques

L'aptitude médicale du pilote est valide jusqu'en avril 2015. Incommodé par l'inhalation de fumée, le pilote est placé sous oxygène durant 4 heures en milieu médical.

1.14. Incendie

Après le calage du moteur, des fumées blanches et grises ainsi que des petites flammes sortant du capot moteur sont observées par le pilote. La fumée s'intensifie et envahit brusquement la cabine, empêchant toute visibilité vers l'extérieur. Seule l'ouverture de la verrière a permis au pilote de recouvrer la visibilité à proximité du sol. Les flammes n'ont pas pénétré dans l'habitacle.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1. Abandon de bord

Se préparant à évacuer l'appareil en vol après la perte soudaine des références extérieures, le pilote décide de larguer la verrière. Il trouve à tâtons la languette d'ouverture, la déverrouille avec difficulté et entrebâille la verrière, sans pouvoir toutefois la larguer. L'entrebâillement évacue un peu la fumée et permet au pilote de retrouver visuellement la commande de largage secours qui, actionnée, lui permet de basculer la verrière sur l'aile droite en la poussant.

Lorsque le pilote retrouve les références extérieures, il juge que l'appareil se trouve trop près du sol (300 pieds estimés) pour l'évacuer et reste à bord.

1.15.2. Organisation des secours

Deux minutes après l'impact, un hélicoptère (surveillance EDF) se pose près de l'épave, le pilote vérifie qu'il n'y a plus personne dans l'appareil. L'équipage de l'hélicoptère EDF avertit un hélicoptère de la sécurité civile en mission dans la zone qui se pose quelques minutes après à proximité de l'épave. L'état du pilote ne nécessitant pas d'aérotransport, il est pris en charge par les pompiers de Miramas qui l'évacuent vers les urgences de l'hôpital de Salon-de-Provence.

1.16. Essais et recherches

Sans objet.

1.17. Renseignements sur les organismes

Sans objet.

1.18. Renseignements supplémentaires

Sans objet.

1.19. Techniques spécifiques d'enquête

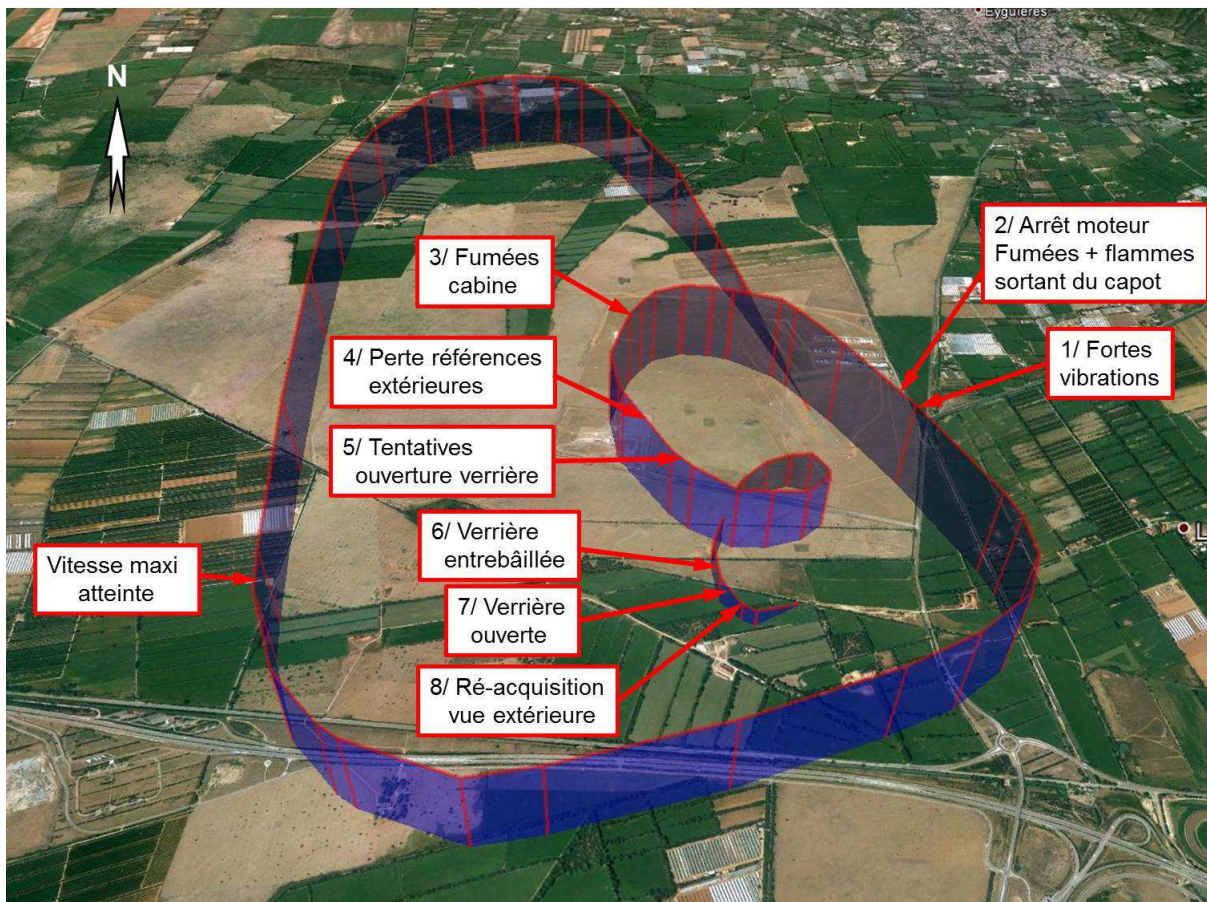
Sans objet.

2. ANALYSE

2.1. Analyse du vol

L'exploitation des données issues du GPS permet de reconstituer la trajectoire de l'aéronef. Corrélé aux indications du pilote, l'ensemble permet de visualiser l'enchaînement des événements et leur espacement relatif.

Timing global	Repère/ Timing relatif	Evénement
T0		Décollage
T0+133s		Vitesse maxi atteinte 1 77nds 1 598 pieds 3 300 trs/mn
T0+198s	1/ T1	Fortes vibrations 1707 pieds
T0+201s	2/ T1+3s	Arrêt moteur non commandé + fumée et flammèches sortant du capot moteur
T0+232s	3/ T1+34s	Irruption de fumées en cabine 1 495 pieds
T0+242s	4/ T1+44s	Perte des références extérieures 1 363 pieds
T0+246s	5/ T1+48s	Tentatives d'ouverture verrière 1 333 pieds
T0+289s	6/ T1+91s	Verrière entrebâillée 645 pieds
T0+292s	7/ T1+94s	Verrière basculée
T0+294s	8/ T1+96s	Ré-acquisition des références extérieures et vue du sol 515 pieds
T0+303s	9/ T1+105s	Dernier point



Trajectoire renseignée

Commentaires

Les fortes vibrations ressenties (repère 1) sont vraisemblablement consécutives à la perte de la pale. Cette pale est retrouvée aux environs du lieu survolé lorsque les vibrations apparaissent (repère 1).

La réduction des gaz par le pilote est sans effet sur les vibrations.

Ces vibrations sont de nature à endommager la structure du bâti moteur. Elles provoquent l'arrêt du moteur.

L'incendie et les fumées blanches sont consécutifs aux endommagements subis par le moteur.

L'appareil se trouve à ce moment à la verticale de la piste 33 à 1 600 pieds⁵ QNH et le pilote pense s'y poser.

Les fumées entrent dans l'habitacle 30 secondes environ après l'arrêt du moteur. La cabine est entièrement envahie 10 secondes plus tard et **le pilote perd les références intérieures et extérieures en 10 secondes alors que l'avion est en virage et en descente.**

Le pilote tente d'ouvrir la verrière et pense à évacuer l'appareil, mais il ne peut voir la commande d'ouverture qui doit être actionnée à l'aveugle. Ses tentatives restent vaines durant 40 secondes environ vraisemblablement sous l'effet du stress.

Lorsqu'il parvient à entrebâiller la verrière, l'appareil a effectué un 360° à gauche en descente et a perdu près de 700 pieds. La commande de largage verrière n'est retrouvée visuellement qu'après l'évacuation d'une partie de la fumée.

Les références extérieures et la vue du sol sont recouvrées après basculement de la verrière, alors que l'appareil est à environ 500 pieds QNH, soit à un peu plus de 300 pieds de hauteur.

Une telle hauteur interdit l'évacuation en vol et limite les options d'atterrissage au champ se trouvant devant l'appareil.

Le pilote manœuvre en serrant le virage pour éviter une haie d'arbres et prendre l'axe du champ. Le taux de chute augmente et l'avion heurte brutalement le sol.

⁵ Les altitudes sont référencées par rapport au calage QNH.

2.2. Causes de la perte de pale

Le moyeu et les deux pales de l'hélice type R64Z ont fait l'objet d'une expertise par le constructeur.

L'expertise de la pale rompue n'a pas révélé de défaut ou d'endommagement préexistant à l'événement.

La cause racine de cette perte de pale n'est pas établie.

Bien qu'aucun signe d'opération inappropriée n'ait été identifié, le pas a été ajusté plusieurs fois lors des vols précédents. L'hypothèse d'un couple inadéquat d'assemblage du moyeu est envisageable.

Le constructeur mentionne l'existence d'un seul cas antérieur de séparation de pale R64Z du moyeu (à pas réglable électriquement) survenu sur un moteur UL350iS. La cause de cette séparation n'a pas été déterminée.

Deux cas de séparation de pale sont répertoriés sur des pales composites R64Z assemblées sur des moteurs UL Power à fort taux de compression.

Suite à ce dernier événement, le constructeur a émis un service bulletin SB2014-02-04 dans lequel il recommande de ne plus assembler ces pales composites (type R64Z ; R62H ; L62P) sur moteurs UL Power.

Il est prévu de mener une campagne d'essais d'adaptation de ces pales sur UL Power en vue d'identifier une éventuelle interaction entre ces types de moteurs et d'hélices composites.

3. CONCLUSION

La perte en vol d'une pale de l'hélice est à l'origine de cet accident.

La séparation du corps du pied de pale au niveau de la bague de retenue a provoqué l'échappement de la pale du moyeu.

Cette rupture s'inscrit dans un contexte d'adaptation de cette hélice en composite sur le moteur, nécessitant plusieurs interventions successives sur le moyeu d'hélice afin de régler le calage des pales.

Les causes d'une telle rupture sur ce type de pale n'ont pu être déterminées avec certitude par l'expertise réalisée par le constructeur de l'hélice.

L'application d'un couple d'assemblage inadéquat du moyeu lors des opérations successives de réglage du pas ou une interaction non identifiée entre ce type d'hélice et le moteur UL Power sont possibles.

La dégradation rapide de la situation par l'irruption de fumées en cabine suite à un feu moteur et les difficultés consécutives éprouvées par le pilote (pertes des références intérieures et extérieures, difficulté à trouver et manipuler une commande d'ouverture sous stress) sont à souligner.

Le jugement et la prise de décision rapide ont permis à ce pilote très expérimenté de réagir et de limiter pour lui-même les conséquences de cet événement.

4. RECOMMANDATIONS

Bien que cet événement ne soit pas directement en relation avec la flotte d'appareils, d'équipements et d'opérateurs étatiques, il n'en constitue pas moins un cas atypique méritant d'être porté à la connaissance des utilisateurs étatiques d'avions légers monomoteurs (écoles, équipes de voltige...).

En conséquence, le bureau enquêtes accidents défense-air recommande aux :

opérateurs étatiques d'avions légers monomoteurs d'assurer la diffusion de ce rapport auprès des unités concernées afin qu'elles puissent en tirer les enseignements illustrés par les difficultés éprouvées par le pilote face à ce type de panne.