



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle SUST
Service d'enquête suisse sur les accidents SESA
Servizio d'inchiesta svizzero sugli infortuni SISI
Swiss Accident Investigation Board SAIB

Domaine aviation

Rapport final no. 2175 du Service d'enquête suisse sur les accidents SESA

concernant l'accident de l'avion
Piper PA-28-140, G-BBEF

survenu le 14 octobre 2011

Petit-Beauregard, commune de
Fontaines-sur-Grandson/VD

Ursachen

Der Unfall ist auf die Kollision des Flugzeuges mit dem Boden infolge einer räumlichen Desorientierung zurückzuführen, welche aufgrund mangelnder externer visueller Referenzen einen Kontrollverlust verursachte.

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport relate les conclusions du Service d'enquête suisse sur les accidents (SESA) sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément à l'art. 3.1 de la 10^{ème} édition de l'annexe 13, applicable dès le 18 novembre 2010, de la convention relative à l'aviation civile internationale (OACI) du 7 décembre 1944, ainsi que selon l'art. 24 de la loi fédérale sur la navigation aérienne, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention d'accidents ou d'incidents graves. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave. Le présent rapport ne vise donc nullement à établir les responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

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

La version de référence de ce rapport est rédigée en langue française.

Sauf indication contraire, toutes les heures indiquées dans ce rapport le sont en heure normale valable pour le territoire suisse (*local time* – LT) qui au moment de l'accident correspondait à l'heure d'été de l'Europe centrale (*central european summer time* – CEST). La relation entre LT, CEST et l'heure universelle coordonnée (*co-ordinated universal time* – UTC) est: LT = CEST = UTC + 2 h.

Rapport final

Type d'aéronef	Piper PA-28-140	G-BBEF
Exploitant	Robert Murgatroyd, Trading as Flybpl.com, 4 Pasture Drive, Garstang, Preston, PR3 1TH, GB	
Propriétaire	Robert Murgatroyd, Trading as Flybpl.com, 4 Pasture Drive, Garstang, Preston, PR3 1TH, GB	
Pilote	Citoyen anglais, né en 1982	
Licence	Pilote privé PPL(A) (<i>private pilot licence</i>) selon OACI, établie la première fois par United Kingdom Civil Aviation Authority CAA le 29 mars 2010, valable jusqu'au 28 mars 2015. Language Proficiency, English. Radiotéléphonie (<i>Flight Radiotelephony Operator's Licence</i>), devant être renouvelée au plus tard le 4 octobre 2019.	
Qualification de classe	Monomoteur à pistons (<i>single engine piston – SEP (land)</i>), valable jusqu'au 10 mars 2012.	
Certificat médical	Classe 2 (PPL) établi le 10 août 2009, valable jusqu'au 10 août 2014.	
Heures de vol	total 338:59 h	au cours des 90 derniers jours 23:54 h
	sur le type en cause 173:20 h	au cours des 90 derniers jours 23:54 h
Lieu	Petit-Beauregard, commune de Fontaines-sur-Grandson/VD	
Coordonnées	534 915 / 192 040 (Swiss Grid 1903) N 46° 52' 34" / E 006° 35' 05" (WGS 84)	Altitude 1410 m/M
Date et heure	14 octobre 2011, 10 h 57 min	
Type de vol	VFR de jour, privé	
Phase de vol	Croisière	
Nature de l'accident	Perte de contrôle	

Personnes blessées

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Autres personnes
Mortelles	1	1	2	0
Graves	0	0	0	0
Légères	0	0	0	0
Aucune	0	0	0	Sans objet
Total	1	1	2	0

Dommages à l'aéronef Détruit

Dommages à des tiers Arbres endommagés et légère pollution du sol

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Généralités

Les faits antécédents au vol et le déroulement de ce dernier ont été retracés sur la base des dépositions des personnes appelées à témoigner pour les besoins de l'enquête ainsi qu'à l'aide de la transcription des communications radiotéléphoniques entre le pilote de l'avion accidenté et le centre d'information de vol FIC de l'espace aérien inférieur de Genève (*Geneva Lower - Flight Information Center*). Les données radar ont permis de restituer la vue en plan de la trajectoire de l'avion.

1.1.2 Faits antécédents

L'accident s'est produit lors du vol de retour en Angleterre après un séjour en Suisse que le pilote avait fait du 5 au 14 octobre 2011.

Il avait déjà réalisé le même voyage du 15 au 21 juin de la même année, à l'occasion duquel il s'était déplacé d'Angleterre à l'aérodrome de Neuchâtel (LSGN) aux commandes du Piper PA-28-161 immatriculé G-LFSJ. Pendant cette période, le pilote avait effectué 9 vols de plaisance avec cet avion, d'une durée totale de 7:20 h.

Le 5 octobre 2011, accompagné de son épouse, il décolla de Full Sutton (EGNU) (GB) pour le même périple aux commandes du Piper PA-28-140 immatriculé G-BBEF qu'il avait loué en Angleterre. Après une escale en France à Amiens (LFAY), l'avion atterrit à l'aérodrome de Neuchâtel; le couple prévoyait rester jusqu'au 10 octobre dans la région, où il logeait chez des amis. Pendant son séjour en Suisse le pilote effectua à bord de cet appareil six vols de plaisance avec passagers, d'une durée totale de 7:55 h.

Le 10 octobre 2011, de mauvaises conditions météorologiques l'obligèrent à différer son départ à une date ultérieure. Contrainte par des obligations professionnelles sa femme rentra en Angleterre le même jour en prenant un vol de ligne.

Le 12 octobre, le pilote s'est rendu avec un passager à Altenrhein (LSZR) à bord de l'avion G-BBEF. Il y effectua deux vols locaux le même jour puis revint le lendemain à Neuchâtel avec le même passager.

1.1.3 Vol de l'accident

Le 14 octobre 2011, vers 8 heures le pilote se rend dans un établissement commercial à Neuchâtel, où il a rendez-vous avec un ami qui doit le conduire à l'aérodrome. Une fois sur place il s'enquiert par voie électronique des modalités de dépôt du plan de vol ainsi que de la situation météorologique relatives au voyage prévu pour le matin.

Le pilote et son conducteur passent prendre à son domicile un autre ami, sans expérience aéronautique, lequel avait décidé quelques heures plus tôt de l'accompagner pour son vol retour en Angleterre.

Les trois personnes arrivent à l'aérodrome de Neuchâtel vers 9 h 30 min et se rendent au bureau de piste. Le pilote remplit un plan de vol à destination d'Amiens, en France, où il a prévu faire escale pour un avitaillement. L'itinéraire indiqué comprend simplement la ville du Locle suivi d'une route directe vers Amiens (*DCT LFAY*), pour un temps de vol de 2:30 h à la vitesse de croisière de 100 kt.

Une fois les formalités administratives terminées, les trois amis se rendent à l'avion Piper PA-28-140 immatriculé G-BBEF et le pilote fait le plein des réservoirs en y ajoutant 95 litres de carburant. Il effectue ensuite les contrôles pré-vol suivant la liste de vérification (*check-list*) prévue à cet effet.

La personne ayant véhiculé le pilote et son passager les prend en photo devant l'avion quelques minutes avant le départ. Les prises de vue montrent un premier plan ensoleillé alors que l'on distingue en arrière-plan un ciel chargé de strato-cumulus, en grande partie couvert et dont la base est nettement plus basse que les crêtes du Jura (voir Fig. 3).

Vers 10 h 35 min le pilote s'installe au commandes du Piper et son passager prend place à sa droite. Après la mise en route du moteur, l'avion roule vers le seuil de piste 05 puis décolle normalement.

La circulation au sol vers le seuil de piste 05 et l'envol ont été filmés depuis l'aire à signaux. L'enregistrement vidéo montre que le ciel est clair et dégagé coté lac de Neuchâtel et que sur le Jura il reste chargé tel que photographié plus tôt. On y distingue en particulier que ses contreforts en direction du Creux du Van sont recouverts de brouillard. Les dernières images du film montrent l'avion s'éloignant en montée dans l'axe de piste.

L'avion effectue ensuite un virage probablement vers la droite conformément aux prescriptions de départ, puis longe la rive nord du lac de Neuchâtel.

La première détection radar a lieu à 10 h 39 min 37 sec alors qu'il survole le village côtier de Bevaix. Le transpondeur émet le code 7000 sans information d'altitude, indiquant que le pilote n'a pas sélectionné le mode *ALT*. La limite de la couverture radar à cet endroit se situe entre 3000 et 3500 ft AMSL.

Environ une minute et demie plus tard, un témoin se trouvant dans le village de Saint-Aubin-Sauges voit passer l'avion dont il distingue les couleurs bleue et blanc, venant du nord-est et allant en direction du sud-ouest. Il estime son altitude à approximativement 3000 ft AMSL. Il décrit les conditions météorologiques du moment: « *sur Saint-Aubin-Sauges, beau et soleil avec quelques petits nuages isolés. Par contre, il y avait de gros nuages sur les crêtes (Creux du Van). Vent: bise soutenue.* »

Les données radar révèlent qu'au lieu de prendre la direction du Locle comme mentionné dans le plan de vol ATC, le pilote du Piper longe la rive du lac de Neuchâtel jusqu'au nord d'Yverdon-les-Bains où il effectue un virage de 270° par la gauche, pour prendre ensuite un cap nord nord-ouest. Il contacte à 10 h 53 min 27 sec le centre d'information de vol FIC de l'espace aérien inférieur de Genève et demande de suite un *Basic Service*. Dans son compte rendu de position il indique qu'il se trouve à une dizaine de milles marin à l'ouest de Neuchâtel, à l'altitude de 5000 ft en montée vers 5500 ft AMSL.

L'opérateur FIC lui donne le calage altimétrique QNH de Genève et lui demande son itinéraire. Le pilote répond « *Heu direct to Lima..., to Lima Foxtrot Alpha Yankee, one zero two six... QNH Golf, heu, Echo Foxtrot.* » L'opérateur accuse réception et lui donne le code transpondeur 5101.

Pendant les deux minutes qui suivent, il est en communication radiotéléphonique avec les pilotes de deux autres avions. A 10 h 56 min 18 sec, alors qu'il répond à l'un deux, le pilote du G-BBEF émet, en même temps, un message dont seule la fin « *out of the clouds, of, heu.* », prononcée avec une voix très agitée, est perceptible. Dans la foulée, le pilote avec lequel l'opérateur FIC s'entretenait, collationne son message.

Les données radar montrent qu'à ce moment l'avion effectue un virage à droite suivi d'un virage serré d'environ 290° par la gauche, accompli en une vingtaine de secondes. L'altitude du terrain survolé est d'environ 4800 ft AMSL.

L'opérateur FIC, probablement perturbé par le chevauchement et le mélange des derniers messages radiotéléphoniques rappelle G-BBEF une vingtaine de secondes plus tard, à 10 h 56 min 43 sec. Le pilote lui répond qu'il vient de rentrer dans les nuages et qu'il ne peut rien voir: « *Echo Foxtrot, I'm just in clouds, cannot see anything.* »

Quelques secondes plus tard, à 10 h 57 min 06 sec, la trace de l'avion G-BBEF disparaît de l'écran radar et les appels de l'opérateur FIC à son égard restent sans réponse.

Le plan de détresse *DETRESFA* est déclenché à 11 h 05 min 17 sec.

Vers 16 h 30 min, l'épave du Piper PA-28-140 est trouvée à la lisière d'un bois sur une crête du Jura, au lieu-dit « Petit Beauregard ». L'avion est détruit et ses deux occupants sont mortellement blessés.



Fig. 1 : Vue en plan de la trajectoire de l'avion.



Fig. 2 : Derniers virages de l'avion. La partie de trajectoire en rouge est une extrapolation.

1.2 Conditions météorologiques

1.2.1 Généralités

Les informations présentées dans les chapitres 1.2.2 à 1.2.8 sont extraites du dossier météorologique que MétéoSuisse a constitué à la demande du SESA pour les besoins de l'enquête. Le texte original est en langue allemande; seules ont été retenues les informations concernant la situation générale, celle qui régnait dans la région de Fontaines-sur-Grandson ainsi que les éléments météorologiques qui ont pu avoir un effet dans le déroulement de l'accident.

Le chapitre 1.2.9 résume les points significatifs des observations météorologiques faites par des témoins appelés à déposer dans le cadre de l'enquête.

1.2.2 Situation météorologique générale

Une dorsale active s'étendait de la péninsule ibérique au nord de la Norvège. Elle renforçait la zone de haute pression au sol centrée sur le Danemark. La Suisse se trouvait à son sud, dans un flux d'air venant de l'est-nord-est et actif jusqu'à haute altitude.

1.2.3 Situation météorologique dans la région de Fontaines-sur-Grandson

En début de matinée, l'ouest du plateau suisse était en grande partie recouvert par du brouillard d'altitude compact. A partir de 9 heures, il se dissipa partiellement le long d'une bande d'environ 30 km de large allant de Berne à Neuchâtel. De 10 à 11 heures la dissipation se poursuivit sur le lac de Neuchâtel en direction du sud-ouest. A midi, seuls subsistaient quelques bancs de brouillard élevés entre Fribourg et le Jura vaudois. A l'ouest, le pied des versants sud du Jura était en majorité dégagé.

La limite supérieure du brouillard d'altitude était liée à une importante inversion de température commençant à l'altitude de 5000 ft. Sa limite inférieure était d'une hétérogénéité prononcée. A l'aérodrome de Payerne, cette dernière s'est élevée de l'altitude d'environ 3000 ft à 08 h 50 min et à 5500 ft à 10 h 50 min.

Il soufflait une bise modérée.

1.2.4 Situation météorologique dans la région et au moment de l'accident

A 11 heures le brouillard d'altitude se dissipa rapidement aux alentours de Grandson. Le long de la rive nord du lac de Neuchâtel, des bancs de brouillard alternaient avec des bandes de faible nébulosité. Par effet d'élévation dû à la bise, la base des nuages était plus basse à proximité des versants du Jura que sur le plateau.

Les indications suivantes concernant les conditions météorologiques locales au moment de l'accident sont basées sur une interpolation spatiale et temporelle des observations faites dans plusieurs stations météorologiques situées aux alentours.

<i>Météo/nuages</i>	<i>5-7/8 de stratus et de brouillard de pente</i>
<i>Visibilité</i>	<i>Variable, probablement entre 5 et 8 km, plus faible sous la base du brouillard</i>
<i>Vent</i>	<i>040° / 15 kt</i>
<i>Température / point de rosée</i>	<i>9 / 5° C</i>
<i>Pressions atmosphériques</i>	<i>EDNY 1029 hPa, LSZH 1028 hPa, LSMP 1027 hPa, LSGG 1026 hPa</i>

- Observations météorologiques en vol :

« Après le décollage en piste 36 de LSGL, je constate qu'à l'est de l'axe Lausanne-Payerne l'importante masse nuageuse, BKN à OVC, s'abaisse pratiquement jusqu'au sol, alors que sa base en direction du Jura est environ 4500 ft avec une ouverture SCT à BKN. J'estime le top entre 5000 ft et 5500 ft. Mon altitude de croisière jusqu'à Yverdon est de 4000 ft.

A Yverdon je suis contraint de descendre à 3000 ft, le plafond s'abaissant entre 3000 ft et 3500 ft. Les sommets du Jura ne sont pas visibles. La masse nuageuse s'accrochant aux pentes jusqu'au sol.

Ma trajectoire suit le bord du lac jusqu'à destination, où la couche nuageuse est moins importante (SCT).

Durant tout le vol, la visibilité est de plus de 10 km. »
- Observations météorologiques au moment du survol de G-BBEF de Saint-Aubin-Sauges :

« Temps: Sur Saint-Aubin-Sauges, beau et soleil, avec quelques nuages isolés. Par contre il y avait de gros nuages sur les crêtes (Creux du Van).

Vent: bise soutenue. »
- Observations météorologiques au moment de l'accident, à 1 km à l'ouest de son lieu :

« J'étais au soleil mais la zone de l'accident était dans le brouillard. J'estime que la limite inférieure du brouillard se trouvait à env. 1350 m/M. Je voyais également la limite supérieure de la couche que j'estime à env. 1500 m/M. »

« Oui une situation de bise assez forte mais régulière. La température devait se trouver entre 7 et 10°C. »

« Lors de cette recherche environ 20 min après le bruit entendu, j'étais partiellement dans le brouillard. »

1.3 Renseignements sur l'aéronef

Immatriculation	G-BBEF
Type d'aéronef	Piper PA-28-140
Caractéristiques	Monomoteur, quadriplace à ailes basses, de construction métallique. Avec train d'atterrissage tricycle fixe.
Constructeur	Piper Aircraft Corporation, USA
Année de construction	1973
N° de série	28-7325527
Certificat d'immatriculation	Etabli par la CAA, le 16 octobre 2009
Certificat d'examen de navigabilité	<i>Airworthiness Review Certificate</i> ARC, délivré le 31 août 2010 à 14'448:00 h TSN ¹ , valable jusqu'au 30 août 2011
Champ d'utilisation	VFR (<i>visual flight rules</i> – règles de vol à vue)
Balise de détresse	Pas équipé

¹ TSN – *time since new*

Moteur	Constructeur: Lycoming Engines, Williamsport, USA. Caractéristiques: Moteur à pistons à 4 cylindres de type boxer, refroidissement à air, d'une puissance maximale de 150 HP (111.8 kW). Type et n° de série: O-320-E3D, s/n L-30957-27A.
Hélice	Constructeur: Sensenich Propeller Manufacturing Co. Inc. Caractéristiques: Bipale métallique à pas fixe. Type et n° de série: 74DM6-0-58, s/n 57359.
Heures totales d'exploitation	Cellule: 14614:42 h TSN Moteur: 714:52 h TSO ² Hélice: 294:42 h TSO
Equipement	1 GPS Couleur Toppo Sky map III, 1 COM/NAV, 1 transpondeur, 1 ADF, 1 horizon artificiel, 1 gyro directionnel, 1 indicateur de virage et inclinaison.
Masses	Masse à vide 630 kg (1389 lb) Masse maximale au décollage 975 kg (2150 lb)
Masse et centre de gravité	Au moment de l'accident, la masse et le centre de gravité étaient dans les limites prescrites.
Carburant	AVGAS 100LL
Capacité des réservoirs	Capacité totale des réservoirs est de 50 US gal (189.25 l). La quantité de carburant non utilisable est de 2 US gal (7,5 l).
Quantité de carburant embarqué	Après la vérification des quantités de carburant ajoutées et le calcul des consommations moyennes lors des vols effectué du 11 au 14 octobre 2010, il a été estimé que le carburant restant dans les réservoirs au moment de l'accident était de 150 à 175 l.

1.4 Renseignements sur l'impact et l'épave

1.4.1 Situation

L'accident a eu lieu à la lisière d'un bois sur les crêtes du Jura, à 250 m du lieu-dit « Petit Beauregard » sur la commune de Fontaines-sur-Grandson/VD, à environ 3 km au sud du village de Fleurier/NE. Cette région, sauvage et vallonnée est composée de parcelles forestières entrecoupées de pâturages, parsemées de conifères.

L'épave se trouvait à l'altitude de 1410 m/M, à l'orée d'un bosquet et dans une pente d'environ 30 % de déclivité.

1.4.2 Renseignements sur l'impact

La scène de l'accident se situe sur une trace principale d'une soixantaine de mètres, orientée vers le nord-ouest et le long de laquelle le Piper a été détruit progressivement par la succession de collisions avec des conifères et le terrain. Le premier choc a eu lieu avec un sapin dont les cassures des branches et les em-

² TSO – *time since overhaul*

preintes sur le tronc à 6-8 mètres du sol révèlent que l'avion l'a percuté en piqué avec une inclinaison à gauche de près de 45°. L'aile gauche s'est brisée et son extrémité y est restée accrochée.

L'impact principal a eu lieu 15 mètres plus bas, au pied d'un deuxième sapin. L'aile droite s'y est détachée du fuselage dont une partie est restée à cet endroit, son réservoir de carburant a éclaté et le tout a pris immédiatement feu. Sous la violence du choc, le reste de l'avion s'est désintégré et ses débris se sont éparpillés sur plus de 20 mètres en aval.

Les sièges et leur occupant ont été éjectés et précipités devant la partie arrière du fuselage, situés à 35 mètres du premier impact.

Le moteur et la partie avant de la cabine ont constitué le dernier impact de l'accident et se sont arrêtés à 58 mètres de la collision initiale.

1.4.3 Renseignements sur l'épave

Les nombreuses traces de l'avion et le vaste éparpillement des débris de toutes tailles, témoignent de la violence de la collision avec les arbres et le sol. Suite à l'éclatement des réservoirs, une partie de la voilure et plusieurs éléments de l'appareil se sont embrasés et ont été détruits par le feu. Aucun échantillon de carburant n'a pu être prélevé.

Le fuselage s'est brisé en plusieurs parties dont la plus importante est l'empennage. Les trois roues du train d'atterrissage ont été projetées dans des directions différentes en aval du point d'impact principal.

Certains instruments de vol se sont désolidarisés du tableau de bord, ses interrupteurs de batterie, alternateur et phare d'atterrissage ont été trouvés enclenchés. Ceux des feux anticollision et du chauffage *Pitot* étaient sur « OFF ». L'état de destruction du tableau de bord et de l'avant de la cabine n'a pas permis de déterminer la position des commandes de gaz, de mixture et du réchauffage carburateur. Les positions du *TRIM* de profondeur et des volets de courbures n'ont pas pu être déterminées.

Le groupe motopropulseur a été fortement endommagé. L'hélice, la magnéto gauche, l'alternateur et le carburateur se sont désolidarisés du moteur lors des impacts. La flasque du vilebrequin présentait une forte déformation. Les six boulons de fixation de l'hélice se sont rompus et celle-ci a été trouvée 13 mètres à gauche du moteur. Ses deux pales étaient pliées et vrillées vers l'arrière, indiquant que le moteur fournissait de la puissance au moment du contact avec le terrain.

Un témoin se trouvant à 1 km à l'ouest du lieu de l'accident a reporté les faits suivants:

« ... j'ai entendu un bruit de moteur dont le régime était en accélération, c'est à dire un régime très élevé pendant quelques secondes (2-3) suivi d'un fort bruit d'impact correspondant à des craquements provoqués par des ruptures de branches. »



Fig. 4 : Partie arrière du fuselage.

1.5 Renseignements médicaux et pathologiques

Le pilote et son passager ont été soumis à une autopsie. Les rapports n'ont pas mis en évidence de pathologie préexistante ayant pu jouer un rôle dans l'enchaînement fatal.

Les analyses toxicologiques des deux occupants de l'avion n'ont pas révélé la présence d'alcool, de drogues ou de médicaments.

Le décès des deux occupants a été provoqué par un polytraumatisme sévère ayant entraîné une mort immédiate.

1.6 Questions relatives à la recherche et à la survie des occupants

L'avion n'était pas équipé d'une balise de détresse. Les services de police ont activé une détection du téléphone cellulaire du pilote et localisé rapidement l'appareil dans la région du Chasseron/VD.

Un émetteur personnel PLB (*Personal Locator Beacon*) 406 MHz a été trouvé non loin des débris du fuselage. Son antenne était déployée mais il n'était pas enclenché. Les tests réalisés ont révélé que l'appareil était fonctionnel.

Compte tenu de la violence de l'impact avec les arbres et le sol, le pilote et son passager n'avaient aucune chance de survie.

Les sièges avant de l'avion étaient équipés de ceintures de sécurité trois points. La ceinture ventrale du pilote a été retrouvée « bouclée », celle du passager ouverte. Aucun des occupants n'a utilisé sa ceinture d'épaule.

L'utilisation des ceintures de sécurité ne pouvait empêcher le décès des deux occupants.

1.7 Incendie

Suite aux chocs très violents qu'a subis l'avion lors de l'accident, les réservoirs de carburant ont éclaté. Les endroits et parties aspergés par l'essence ont aussitôt pris feu. Des pans de voilure ainsi que des éléments de la cabine tels que des sièges ont été complètement brûlés.

1.8 Essais et recherches

1.8.1 Examen de la cellule

Malgré les dommages importants, un examen visuel des éléments de la cellule a pu être effectué. L'inspection n'a fourni aucun indice de défaut préalable.

La documentation ainsi que les documents relatifs à l'entretien technique de l'avion ont été consultés et vérifiés. Il a été relevé que les attestations du contrôle des 150 heures n'étaient pas claires. Certaines montrent un contrôle annuel d'abord attesté et ensuite tracé, remplacé par un contrôle des 150 heures: c'est le cas pour le contrôle annuel dû le 20 août 2011 au plus tard. D'autre part, l'*Airworthiness Review Certificate* ARC, délivré le 31 août 2010, expirait le 30 août 2011. L'accident s'est produit le 14 octobre soit 44 jours après la date d'expiration. Les carnets de l'aéronef révèlent qu'il a effectué 28 vols pour un total de 21:27 h depuis le 30 août 2011. Enfin, dans le livret du moteur figure une *EASA Form 1* datée du 25 août 2009. Elle stipule une révision du moteur par l'entreprise *Dukeries Aviation*. Aucune attestation ou inscription autre que l'*EASA Form 1* ne se trouvait dans le carnet moteur. Les heures d'exploitations depuis la révision (TSO) n'ont pas été remises à jour. Aucune annotation ne figurait dans le carnet de l'aéronef.

1.8.2 Examen du moteur

Certains accessoires du moteur ont été fortement endommagés lors de l'impact avec le sol.

La flasque avant du vilebrequin a été voilée, empêchant dès lors tout essai de rotation du moteur. D'importantes traces de rouilles ont été trouvées sur sa partie avant, d'autres ont été constatées sur certains cylindres ainsi que sur le support moteur.

Sur les huit bougies du moteur, quatre ont été endommagées lors de l'accident et la bougie inférieure du cylindre n°2 a été arrachée. Les trois restantes ont pu être testées et ont été trouvées en état de fonctionnement. Toutes les bougies étaient fortement rouillées extérieurement et leurs électrodes présentaient une usure accentuée. La présence de plomb a été constatée à l'intérieur de certaines d'entre elles.

Lors de l'impact avec le sol, la partie supérieure du carburateur s'est rompue et a emporté avec elle le filtre à essence, le papillon et sa commande. Un test au banc d'essai n'a pas pu être effectué. Le flotteur était de type métallique. Son jeu latéral a été mesuré hors des tolérances prescrites par le constructeur. Aucun point de frottement n'a été constaté dans la cuve.

L'huile restante dans le carter moteur était noire d'apparence. La vérification du filtre à huile de ce dernier a révélé la présence importante de copeaux, essentiellement d'aluminium et de formes arrondies de 2 à 3 mm de diamètre. Leur origine n'a pas pu être déterminée. Une grande quantité de particules métalliques, principalement d'aluminium, a été également trouvée dans la partie filtrante de la cartouche du filtre à huile.

Les deux magnétos ont pu être testées malgré la destruction partielle de la magnéto gauche. Aucun dysfonctionnement n'a été décelé. La clé de leur contacteur a été cassée lors de l'accident; l'expertise a montré qu'elle se trouvait dans la position « *Both* ».

1.8.3 Examen des instruments de bord

Les résultats d'expertise sont les suivants:

- Indicateur de vitesse – *Airspeed Indicator* (Fig. 5): des impacts de l'aiguille de l'indicateur sont détectés jusqu'à la valeur de 188 MPH (302 km/h).

Le manuel de vol de l'aéronef indique les limitations de vitesses suivantes: secteur vert (opération normale) entre 64 MPH (103 km/h) et 140 MPH (225 km/h), secteur jaune (zone de prudence) de 140 à 171 MPH, vitesse à ne jamais dépasser (trait rouge) à 171 MPH (275 km/h).

- Compte-tours – *RPM Indicator* (Fig. 6): des impacts de l'aiguille de l'indicateur sont détectés entre 2800 et 3200 RPM (tours/min) avec un blocage de l'aiguille à 3100 RPM.

Le manuel de vol indique une plage de fonctionnement normal du moteur de 500 à 2700 RPM (trait rouge).

- Variomètre – *Vertical Speed* (Fig. 7): des impacts de l'aiguille de l'indicateur sont détectés dans le secteur *DOWN* (bas) à des valeurs entre 1900 et 2000 ft/min.

Les valeurs limites indiquées sur l'instrument sont 2000 ft/min *UP* (haut) et *DOWN* (bas).



Fig. 5 : Indicateur de vitesse – *Airspeed Indicator*. La flèche jaune indique 173 MPH, la flèche verte 170 MPH et la flèche rouge indique 188 MPH, la vitesse maximale atteinte.



Fig. 6 : Compte-tours – *RPM Indicator*. Des impacts de l'aiguille sont détectés depuis 2800 RPM, flèche jaune. La flèche rouge indique 3200 RPM, le nombre de tours maximum atteint.



Fig. 7 : Variomètre – *Vertical Speed*. Le triangle rouge indique 1900 à 2000 ft/min *DOWN*, le secteur des impacts relevé sur l'instrument.

1.9 Renseignements supplémentaires

1.9.1 La désorientation spatiale

La désorientation spatiale est l'incapacité temporaire du pilote à déterminer correctement son mouvement réel, donc celui de l'avion, par rapport au sol. Elle dépend de facteurs environnementaux, psychologiques et physiologiques.

Dans le cas du pilotage à vue, c'est à dire basé uniquement sur des références visuelles extérieures, les facteurs environnementaux sont ceux qui réduisent la quantité de renseignements auxquels le pilote a normalement accès en conditions de vol VMC – *visual meteorological conditions* (conditions météorologiques de vol à vue). L'entrée dans un nuage rend l'horizon impossible à distinguer et le pilote sans expérience de vol aux instruments va rapidement ne se fier plus qu'à ses impressions. L'équilibration et l'orientation ne sont désormais plus contrôlées

par la vision et sont affectées par le dysfonctionnement du vestibule, organe de l'oreille interne qui s'accommode mal aux contraintes aéronautiques. Il en découle des illusions dites vestibulaires qui sont à l'origine de la désorientation spatiale³.

Les facteurs psychologiques sont ceux qui chargent la partie consciente du cerveau en lui donnant plus de renseignements qu'il ne peut en traiter. La navigation visuelle dans des conditions de visibilité dégradées peut devenir absorbante à un point tel que le pilote sature en tâches et n'a plus les ressources pour se sortir d'une situation dangereuse.

Les facteurs physiologiques sont ceux qui limitent l'efficacité du pilote. La fatigue et la prise de médicaments peuvent réduire ces limites. Ils affectent la concentration du pilote et diminuent le nombre de tâches qu'il est capable de traiter.

1.10 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

1.10.1 Exploitation des données radar

Le transpondeur de l'avion étant en mode A, aucune information d'altitude n'est disponible.

En traitant le fichier contenant les données brutes des stations radar de Lägern et Grand-Ballon enregistrées entre 08:39:37 et 08:57:06 UTC il a été possible d'établir la vue en plan de la trajectoire.

Vue en plan de la trajectoire

La vue en plan de la trajectoire obtenue montre qu'au moment des derniers contacts radars relevés entre 08:56:18 et 08:56:46 UTC l'avion a effectué un virage à droite suivi d'un virage serré d'environ 290° à gauche, accompli en une vingtaine de secondes. En reliant le dernier point de contact radar au point d'impact de l'avion avec le sol, on constate que cette dernière portion de trajet est dans la continuité de la trajectoire.

Vitesses sol

Les vitesses sol restituées par le *tracker* du radar Grand-Ballon ont une précision de 5-8 kt, avec cependant une dispersion un peu plus élevée dans les dernières secondes de vol enregistrées.

³ Note: L'explication détaillée de ce phénomène sort du cadre de l'enquête mais le lecteur intéressé pourra se référer à la thèse intitulée «*La désorientation spatiale en aéronautique*» de Franck Mars.

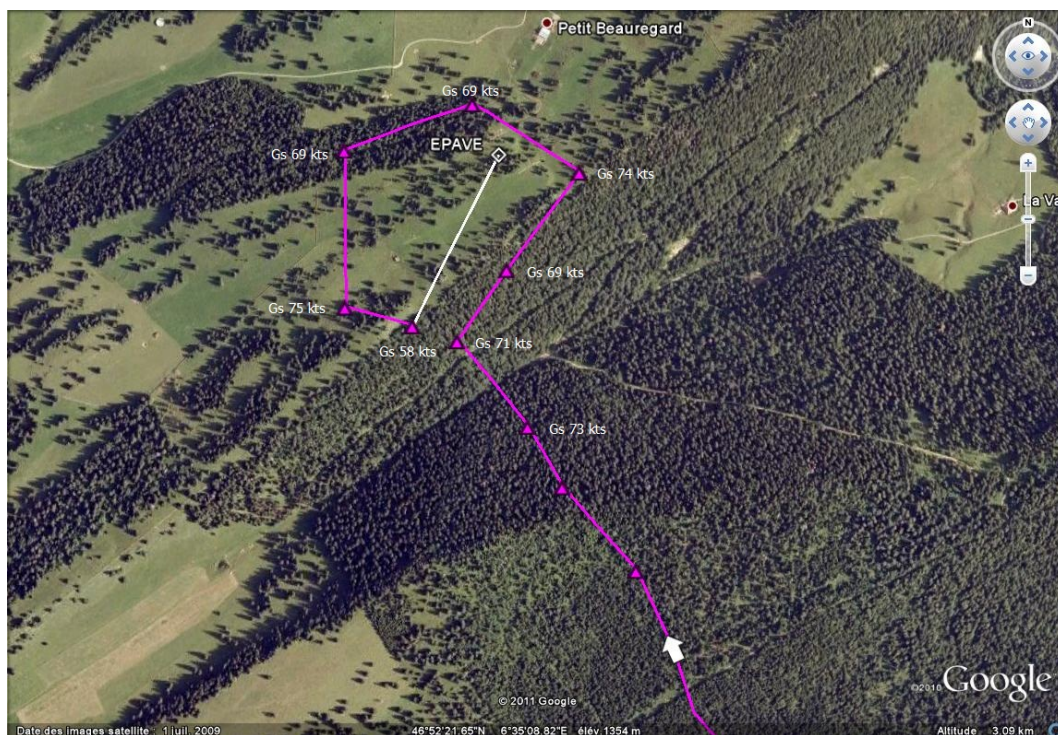


Fig. 8 : Vitesses sol restituées par le *tracker* de Grand-Ballon.

Estimation de l'inclinaison ramenée au plan horizontal pour les 20 dernières secondes d'enregistrement radar

Les dernières 20 secondes enregistrées révèlent que l'avion effectuait un virage de rayon d'environ 140 m avec une inclinaison de 43° , correspondant à un facteur de charge de 1,37 g.

Remarques

- Le virage est effectué à vitesse relativement constante tant que l'avion est hors des nuages. Lorsque le pilote signale qu'il ne voit plus rien, la vitesse moyenne sol montre une tendance à la baisse.
- La vue en plan de la trajectoire indique que le pilote est rentré dans les nuages alors qu'il était en virage serré.
- La perte de contact radar indique que l'avion est passé sous la couverture radar et qu'il était donc en descente.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

L'enquête n'a pas fait apparaître d'indice révélant des défauts de la structure ou du groupe motopropulseur ayant pu être à l'origine de l'accident. Le témoignage de la personne qui a entendu le crash abonde également dans ce sens.

2.2 Aspects opérationnels et facteurs humains

2.2.1 Influence des conditions météorologiques sur le trajet de l'avion

Peu d'informations ont été obtenues au sujet des renseignements météorologiques pris par le pilote pour la préparation de son vol, si ce n'est qu'il s'en est procuré par voie électronique. Ces sources ne fournissent cependant pas de détail sur des situations locales et particulières telles que celle qui prévalait dans la région de l'accident. Le pilote VFR ne peut se fier à cet égard qu'aux observations météorologiques locales qu'il doit faire par lui-même.

Comme au moment de la préparation de l'avion le ciel était dégagé sur le lac de Neuchâtel, il est possible qu'il ne se soit pas rendu compte que la nébulosité au nord pouvait rendre problématique le passage des crêtes du Jura. Le fait qu'il ne volait pas régulièrement dans cette région a certainement joué un rôle amenuisant sa perception des phénomènes météorologiques locaux.

Le tracé radar de sa route suggère que sa tactique consista à prendre de l'altitude en survolant la rive nord du lac cap au sud-ouest parce qu'il y faisait beau. Il pouvait ainsi chercher à sa droite une éventuelle trouée qui lui permettait de tourner vers sa destination.

Arrivé au bout du lac, il rebrousse chemin en restant toujours du côté du ciel dégagé puis prend le cap nord-nord-ouest qui correspond exactement à la route GPS directe vers Amiens. C'est d'ailleurs cet itinéraire et l'altitude de 5000 ft qu'il communique lors de sa prise de contact avec le FIC. On ignore si le pilote considérait qu'il avait à ce moment l'altitude suffisante pour passer les crêtes du Jura, s'il jugeait qu'il était plus haut que la barrière de nuage le recouvrant ou s'il y avait localisé une voie de passage.

Lors du deuxième contact radiotéléphonique avec le FIC, le pilote manifeste une grande angoisse, perceptible dans le ton de sa voix et par le fait qu'il chevauche un autre message. Au même moment il change brusquement de direction vers la droite. Quelques secondes plus tard il tourne de 290° à gauche en resserrant son virage. Des manœuvres et changements de directions de cette amplitude sont certainement imputables à une tentative d'évitement d'obstacle. L'altitude annoncée par le pilote, son dernier message ATC signalant qu'il ne voit plus rien et les stratocumulus constatés sur les crêtes du Jura confirment que cet obstacle était constitué par des nuages.

2.2.2 Désorientation spatiale

Les témoignages concernant la santé et l'état de fatigue du pilote ainsi que les résultats de son autopsie, attestent que son état physiologique n'a pas eu à priori d'influence dans la désorientation spatiale. Les facteurs psychologiques et environnementaux en sont vraisemblablement la cause.

Au niveau psychologique, la prise de conscience que l'entrée dans la masse nuageuse devenait inévitable, a provoqué un stress intense et croissant chez le pilote. Le message radiotéléphonique qu'il émit au détriment des communications en cours en constitue un indice. L'angoisse perceptible dans l'annonce

quelques secondes plus tard qu'il ne voyait plus rien en constitue également un signe. La recherche très astreignante d'une solution permettant de rester hors des nuages a fortement chargé la partie consciente de son cerveau, limitant fortement son discernement et sa capacité de réaction.

Les facteurs environnementaux ont réduit à néant la quantité de renseignements auxquels le pilote a normalement accès en conditions de vol à vue. Les seuls repères désormais disponibles ont été les instruments de bord VFR, dont l'interprétation en condition de saturation psychologique devient impossible. Le pilote ne s'est alors fié qu'à ses seules impressions sensorielles.

2.2.3 Spirale engagée

Les éléments suivants ont marqué les dernières secondes de vol:

- les manœuvres déduites des enregistrements radar sont caractérisées par un virage serré avec une inclinaison importante;
- la position du dernier contact radar est proche de l'endroit où se trouvait l'épave;
- l'axe des traces de l'accident est orienté vers le nord-ouest;
- le premier impact avec le terrain révèle que l'avion l'a percuté en piqué avec une inclinaison à gauche de près de 45°;
- les valeurs relevées sur les instruments de vol au moment de la collision dépassent largement les limites prescrites.

Ces éléments sont caractéristiques d'une trajectoire en forme de spirale engagée.

Les dernières secondes de vol se sont vraisemblablement déroulées comme suit: le pilote entre dans un nuage alors qu'il essaie de l'éviter en effectuant un virage serré à gauche. Privé de référence visuelle extérieure, le facteur de charge important l'incite à relâcher la pression sur la commande de profondeur et l'avion prend une assiette à piquer. La spirale est engagée. Le pilote cesse de percevoir qu'il tourne mais observe sur l'altimètre une importante perte d'altitude. Pour la contrer il est tenté de tirer sur le manche et d'augmenter la puissance moteur. La vitesse ainsi que le rayon de virage augmentent jusqu'à la collision avec le sol.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- Au moment de l'accident, la masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites par le constructeur de l'avion.
- L'enquête n'a pas fait apparaître d'indice révélant des défauts de la structure ou du groupe motopropulseur ayant pu être à l'origine de l'accident.
- Des impacts de l'aiguille de l'indicateur de vitesse ont été relevés jusqu'à 188 MPH (302 km/h).
- Des impacts de l'aiguille de l'indicateur du compte-tours ont été relevés jusqu'à 3200 RPM avec un blocage de l'aiguille à 3100 RPM.
- Des impacts de l'aiguille du variomètre ont été relevés dans le secteur *DOWN* (bas) à des valeurs entre 1900 et 2000 ft/min.
- L'avion n'était pas équipé d'une balise de détresse.

3.1.2 Aspects humains

- Les documents fournis indiquent que le pilote était titulaire d'une licence adéquate.
- Aucun élément n'indique qu'il ait été affecté dans son état de santé lors de l'accident.

3.1.3 Déroulement du vol

- La route indiquée dans le plan de vol rempli par le pilote comprenait simplement la ville du Locle suivi d'une route directe vers Amiens (*DCT LFAY*).
- Dans son compte rendu de position ATC, le pilote indique qu'il se trouve à une dizaine de milles marin à l'ouest de Neuchâtel, à l'altitude de 5000 ft en montée vers 5500 ft.
- A 10 h 56 min 18 sec, le pilote émet un message chevauchant une communication radiotéléphonique ayant cours. Seule la fin « *out of the clouds, of, heu.* » dite avec une voix très agitée est perceptible.
- Les données radar montrent qu'à ce moment l'avion effectue un virage à droite suivi d'un virage serré d'environ 290° à gauche, accompli en une vingtaine de secondes. L'altitude du terrain survolé est d'environ 4800 ft.
- A 10 h 56 min 43 sec, le pilote signale à l'opérateur FIC qu'il vient de rentrer dans les nuages et qu'il ne voit rien.
- A 10 h 57 min 06 sec, la trace radar de l'avion G-BBEF disparaît de l'écran et les appels de l'opérateur FIC à son égard restent sans réponse.
- A 11 h 05 min 17 sec, le plan de détresse *DETRESFA* est déclenché.
- Vers 16 h 30 min, l'épave du Piper PA-28-140 immatriculé G-BBEF est trouvée à la lisière d'un bois sur une crête du Jura, au lieu-dit « Petit Beau-regard ».

3.1.4 Aspects environnementaux

Des prises de vue réalisées à l'aérodrome de Neuchâtel depuis l'aire à signaux, peu avant et pendant le départ de l'avion G-BBEF, montrent que le ciel est clair et dégagé coté lac de Neuchâtel. Sur le Jura, le ciel est en grande partie couvert et chargé de stratocumulus dont la base est nettement plus basse que les crêtes.

3.2 Cause

L'accident est dû à la collision de l'avion avec le sol, suite à une désorientation spatiale ayant provoqué une perte de contrôle en raison d'un manque de références visuelles extérieures.

Payerne, 18 avril 2013

Service d'enquête suisse sur les accidents

Ce rapport final a été approuvé par la direction du Service d'enquête suisse sur les accidents SESA (art. 3 al. 4g de l'Ordonnance sur l'organisation du Service d'enquête suisse sur les accidents du 23 mars 2011).

Berne, 16 mai 2013