



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. 2176 du Service d'enquête suisse sur les accidents SESA

concernant l'accident de l'avion
Piper PA-31 "Navajo", HB-LOT

survenu le 10 novembre 2011

à Cottens / FR

Ursachen

Der Unfall ist auf eine Kollision mit Bäumen aufgrund eines nicht angepassten Flugweges zurückzuführen, nachdem ein Start bei Wetterbedingungen, welche einen VFR-Flug nicht zulassen, ausgeführt wurde.

Das zeitweise unregelmässige Funktionieren eines Motors hat wahrscheinlich die Aufmerksamkeit des Piloten auf die Instrumente des Motors, anstelle auf den Flugweg, gerichtet.

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 de l'Europe centrale (central european time – CET). La relation entre LT, CET et l'heure universelle coordonnée (co-ordinated universal time – UTC) est:

LT = CET = UTC + 1 h.

Table des matières

Introduction.....	6
Enquête.....	6
Synopsis.....	6
Cause.....	6
Recommandations de sécurité.....	6
1 Renseignements de base.....	7
1.1 Déroulement du vol.....	7
1.1.1 Généralités.....	7
1.1.2 Faits antécédents.....	7
1.1.3 Le vol de l'accident.....	7
1.1.4 Lieu de l'accident.....	9
1.2 Personnes blessées.....	9
1.2.1 Personnes blessées.....	9
1.2.2 Nationalité de l'occupant.....	9
1.3 Dommages à l'aéronef.....	10
1.4 Autres dommages.....	10
1.5 Renseignements sur le personnel.....	10
1.5.1 Pilote.....	10
1.5.2 Expérience de vol et atterrissages.....	11
1.6 Renseignements sur l'aéronef.....	11
1.6.1 Renseignements généraux.....	11
1.6.2 Charges emportées et carburant.....	13
1.7 Renseignements météorologiques.....	13
1.7.1 Situation générale.....	13
1.7.2 Conditions météorologiques à Ecuvillens et aux environs.....	13
1.7.3 Conditions météorologique au moment et sur le lieu de l'accident.....	14
1.7.4 Données astronomiques.....	14
1.7.5 Informations météorologiques d'aérodrome.....	15
1.7.6 Informations météorologiques à disposition du pilote avant le vol.....	15
1.7.7 Situation météorologique selon observateurs.....	15
1.7.8 Relevés pluviométriques.....	15
1.8 Aides à la navigation.....	16
1.9 Communications.....	16
1.10 Renseignements sur l'aérodrome.....	16
1.11 Enregistreurs de bord.....	16
1.12 Renseignements sur l'impact et sur l'épave.....	16
1.12.1 Lieux d'occurrence.....	16
1.12.2 Renseignements sur l'impact.....	16
1.12.3 Relevé des dégâts aux arbres.....	17
1.12.4 Renseignements sur l'épave.....	17
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques.....	18
1.14 Incendie.....	18
1.15 Questions de survie.....	19
1.15.1 Occupant.....	19
1.15.2 Opérations de recherche et de sauvetage.....	19

1.16	Essais et recherches	19
1.16.1	Généralités	19
1.16.2	Moteur gauche.....	19
1.16.2.1	Inspection visuelle	19
1.16.2.2	Extrait des travaux d'entretien du moteur.....	19
1.16.2.3	Bougies, magnétos et système de régulation d'injection	19
1.16.3	Moteur droit.....	20
1.16.3.1	Inspection visuelle	20
1.16.3.2	Extrait des travaux d'entretien du moteur.....	20
1.16.3.3	Bougies, magnétos et système de régulation d'injection	20
1.16.4	Bouchons des réservoirs d'aile.....	21
1.16.5	Cockpit et tableau de bord.....	21
1.17	Renseignements en matière d'organisation et de gestion	22
1.18	Renseignements supplémentaires	22
1.18.1	Renseignements selon témoins	22
1.18.1.1	Vols du 6 octobre 2011.....	22
1.18.1.2	Témoins.....	22
1.18.2	Renseignements opérationnels	23
1.18.2.1	Expérience du pilote	23
1.18.2.2	Performances	23
1.18.2.3	Compensateurs de trim, position des volets de courbure	24
1.18.2.4	Sélecteur d'essence	24
1.19	Techniques d'investigation utiles ou efficaces	24
1.19.1	Données radar et <i>transponder</i> Mode S	24
2	Analyse	25
2.1	Aspects techniques.....	25
2.1.1	Moteurs.....	25
2.1.2	Instruments	25
2.2	Facteurs humains et opérationnels	26
2.2.1	Facteur humains.....	26
2.2.2	Conditions météorologiques	26
2.2.3	Performance de montée en cas de panne d'un moteur	26
2.2.4	Vérifications avant le décollage et position des volets de courbure.....	26
2.2.5	Trajectoire et tactique de vol	26
3	Conclusions	28
3.1	Faits établis.....	28
3.1.1	Aspects techniques	28
3.1.2	Aspects humains	28
3.1.3	Déroulement du vol	28
3.1.4	Conditions cadres.....	29
3.2	Cause.....	29
	Annexe 1 : Relevé sur site	30

Rapport final

Introduction

Propriétaire	Privé
Exploitant	Privé
Constructeur	Piper Aircraft Inc., USA
Type d'aéronef	PA-31 "Navajo"
Pays d'immatriculation	Suisse
Immatriculation	HB-LOT
Lieu	Cottens / FR
Date et heure	10 novembre 2011, 14 h 14 min

Enquête

L'accident s'est produit à 14 h 14 min. Le Service d'enquête suisse sur les accidents (SESA) a été averti à 14 h 41 min et a aussitôt ouvert une enquête en collaboration avec la police cantonale fribourgeoise.

Le SESA a notifié l'accident aux autorités des Etats-Unis d'Amérique (USA) qui ont nommé un représentant accrédité. Le rapport d'enquête est publié par le SESA.

Synopsis

Le 10 novembre 2011 vers 14 h 13 min, l'avion bimoteur Piper PA-31 "Navajo", immatriculé HB-LOT, décolle de la piste 28 de l'aérodrome d'Ecuvillens (LSGE). Le pilote est seul à bord. Une couche de stratus bas recouvre l'aérodrome et les alentours. Peu après le décollage l'avion vire légèrement à droite sans prendre beaucoup d'altitude. Un témoin situé à proximité remarque un bruit inhabituel d'avion. Il voit l'avion HB-LOT descendre légèrement puis remonter faiblement. L'avion entre en collision avec la lisière sud de la forêt située au nord-est de Cottens. Des éléments des ailes et de l'empennage ainsi que tous les capots moteur sont arrachés. Les réservoirs sont endommagés et un incendie se déclare. L'avion abîmé remonte ensuite au-dessus de la forêt, survole les arbres puis heurte une ligne électrique à haute tension et s'écrase dans un champ. L'incendie se propage et l'aéronef est détruit. Le pilote est mortellement blessé. L'accident cause des dommages à la forêt, à la ligne électrique et le sol est pollué.

Cause

L'accident est dû à une collision avec des arbres en raison d'une trajectoire inadaptée suite à un décollage effectué dans des conditions météorologiques ne permettant pas un vol VFR.

Le fonctionnement irrégulier intermittent d'un moteur a probablement mobilisé l'attention du pilote vers les instruments moteur au détriment de la trajectoire.

Recommandations de sécurité

Sans objet.

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Généralités

La description des faits antécédents et du déroulement du vol repose sur les dépositions de différents témoins ainsi que les tracés radar.

Le pilote, seul à bord, était assis sur le siège avant gauche.

Il s'agissait d'un vol privé effectué selon les règles de vol à vue (*visual flight rules* – VFR).

1.1.2 Faits antécédents

L'avion HB-LOT était habituellement basé sur l'aéroport de Genève (LSGG).

Le 6 octobre 2011, le pilote a effectué un vol de Genève à Grenoble - Le Versoud (LFLG). Il était accompagné de deux passagers possédant une licence de pilote privé d'avion. A Grenoble, le pilote a décidé d'amener l'avion à Ecuwillens (LSGE) afin de procéder à la réparation du gyro directionnel asservi (*slaved directional gyro*). Un des passagers l'a accompagné lors de ce vol.

Du 6 octobre au 9 novembre 2011, l'avion est resté immobilisé à LSGE en attendant le remplacement de la pompe à vide (*vaccum pump*) du moteur gauche et la réparation du gyro directionnel asservi. Durant toute cette période l'avion était parké à l'extérieur, protégé par une bâche recouvrant uniquement le fuselage. Le 9 novembre 2011, après les réparations, un mécanicien a purgé tous les réservoirs et a effectué un point fixe (*run-up*) d'une quinzaine de minutes. Aucune anomalie n'a été constatée. Le test de fonctionnement des magnétos n'a pas été effectué.

1.1.3 Le vol de l'accident

Le 10 novembre 2011, le pilote se rend en train de Genève à Fribourg où il arrive vers 13 h. Un employé de l'entreprise d'entretien le conduit à l'aérodrome d'Ecuwillens. Les conditions météorologiques ne permettant pas un départ en vol à vue, il propose au pilote de patienter au restaurant. Lorsqu'ils sortent du restaurant, ils constatent que le soleil produit une légère clarté au travers de la couche nuageuse. Selon la personne accompagnant le pilote, cette couche de stratus ne semble pas épaisse. Il constate également que le village de Cottens, situé à environ 3 km dans le prolongement de l'axe de piste 28, n'est pas visible à cause du stratus.

Vers 13 h 50 min le pilote se rend au bureau de piste. Il annonce qu'il a déposé la veille un plan de vol VFR à destination de Genève avec un décollage d'Ecuwillens prévu à 14 h. Ce plan de vol contient le numéro de permission (*prior permission required* – PPR) pour une arrivée à Genève à 14 h 20 min. Vu la situation météorologique, la personne de service lui demande s'il veut tout de même partir. Le pilote répond qu'il a vu la situation et qu'il sera vite hors du brouillard.

A environ 14 h, le pilote arrive à l'avion Piper PA-31 "Navajo" immatriculé HB-LOT, vérifie visuellement les quantités de carburant et décide de ne pas en ajouter. Puis il se rend dans l'atelier d'entretien où un mécanicien lui confirme que le carnet de route de l'avion se trouve à bord et que les réservoirs ont été purgés. Il retourne ensuite à l'avion, procède aux vérifications extérieures, monte seul à bord et démarre les moteurs.

Vers 14 h 05 min, il contacte l'aérodrome d'Ecuvillens par radio et demande quelle est la piste en usage. La personne de service lui répond qu'il peut choisir à sa convenance. Le pilote indique qu'il utilisera la piste 28 et l'avion roule vers le point d'attente. Le vent est variable de 0 à 3 kt.

A 14 h 13 min le pilote annonce qu'il s'aligne et décolle de la piste 28. L'avion quitte le sol vers la fin de la piste et poursuit avec une faible pente ascendante tout en restant sous la couche de stratus. Au-dessus de la combe située à l'ouest de la piste, il descend quelque peu et vire légèrement à droite puis remonte. Toujours en montée avec un cap de 290°, l'avion survole la ligne de chemin de fer reliant Cottens à Neyruz. Environ 40 secondes après le décollage avec une vitesse sol de 120 kt, il entre en collision avec des arbres de la lisière sud de la forêt située au nord-est de Cottens. Ce premier impact se situe à 2 km de la fin de la piste 28 à une altitude de 764 m/M.

Des éléments des ailes et de l'empennage ainsi que tous les capots moteur sont arrachés. Les réservoirs sont endommagés et un incendie se déclare. Après une trentaine de mètres, l'avion abîmé remonte au-dessus de la forêt et survole les arbres sur une distance de 120 m. Il redescend et heurte un des conducteurs inférieurs d'une ligne à haute tension puis s'écrase et se disloque dans un champ herbeux situé à 275 m du premier impact avec la lisière. L'incendie se propage immédiatement. Le pilote, mortellement blessé, est éjecté de l'avion. Quelques témoins tentent de lui porter assistance et appellent les secours.

Des arbres sont sectionnés ou abîmés. La ligne à haute tension subit des dégâts importants provoquant une coupure de courant. Le champ est endommagé et pollué par les hydrocarbures.

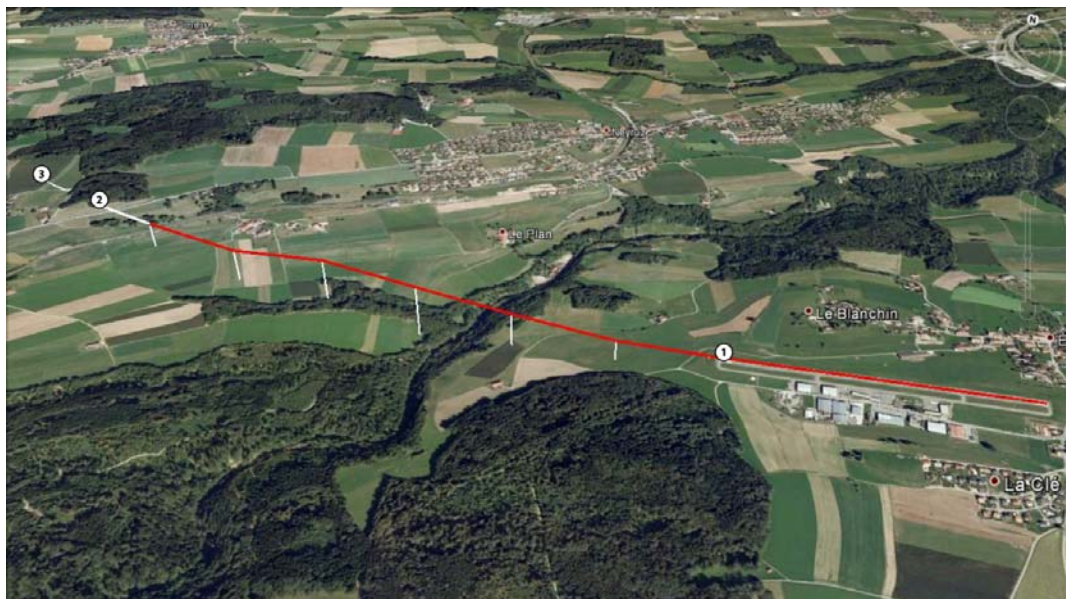


Figure 1: Trajectoire de l'avion HB-LOT (pt 1: fin de piste 28, pt 2: lisière, pt 3: position finale).

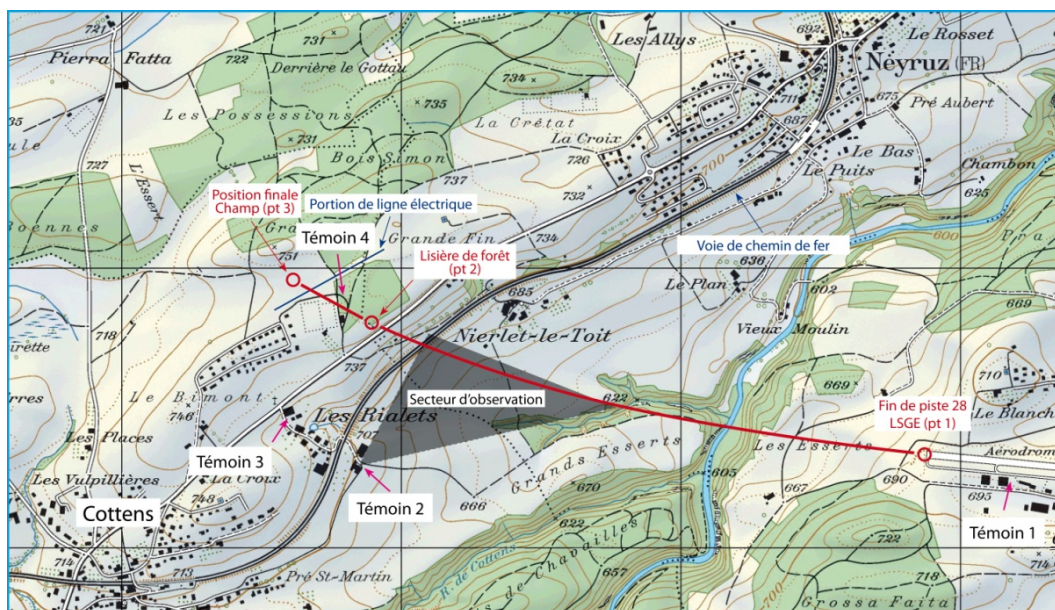


Figure 2: Vue en plan de la trajectoire et positions des témoins.

1.1.4 Lieu de l'accident

Lieu	Commune de Cottens / FR, à env. 2 km de la fin de la piste 28 de l'aérodrome d'Ecuvillens (LSGE)
Date et heure	10 novembre 2011, 14 h 14 min
Conditions d'éclairage naturel	Jour
Coordonnées de la collision avec la forêt	569 900 / 178 810 (Swiss Grid 1903) N 46° 45' 35.25" / E 007° 02' 40.69" (WGS 84)
Altitude	764 m/M
Situation de l'épave	Champ au nord du terrain de football de Cottens / FR
Carte topographique de la Suisse	Feuille no 1205, Rossens, échelle 1:25 000

1.2 Personnes blessées

1.2.1 Personnes blessées

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

1.2.2 Nationalité de l'occupant

Le pilote était de nationalité suisse.

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été détruit.

1.4 Autres dommages

L'accident a causé des dommages à la forêt située à l'est du terrain de football de Cottens. Plusieurs arbres ont été sectionnés ou abîmés.

Une ligne à haute tension de 132 kV appartenant aux Chemins de fer fédéraux (CFF) a subi des dégâts importants provoquant une coupure de courant jusqu'à 19 h 30 min. Deux pylônes ainsi que des isolateurs ont été endommagés. Un des deux conducteurs inférieurs a été arraché.

Le champ où se trouvait l'épave a été endommagé et pollué par les hydrocarbures.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Pilote

Personne	Citoyen suisse, né en 1938
Licence	Pilote privé (<i>private pilot licence</i> – PPL(A)) selon <i>joint aviation requirement</i> (JAR), établie la première fois par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 15 juillet 1970
Qualifications Classe	Monomoteur à pistons (<i>single engine piston</i> – SEP(land)), valable jusqu'au 16 mars 2013 Multi-moteur à pistons (<i>multi-engine piston</i> – MEP(land)), valable jusqu'au 25 mai 2012
Qualifications	Vol aux instruments (<i>instrument rating</i> – IR(A)) : - MEP, valable jusqu'au 2 juin 2012 - SEP, valable jusqu'au 2 juin 2012 Vol de nuit (<i>night qualification</i> – NIT(A)) Radiotéléphonie en anglais Compétence de langue: anglais niveau 4, valable jusqu'au 25 mai 2013
Qualification nationale	Atterrissages en montagne (<i>mountain rating</i> – MOU(A))
Certificat médical	JAR-FCL 3, classe 2 (PPL) avec vol aux instruments, limitation VDL (<i>shall wear corrective lenses</i>), établi le 3 mars 2011, valable jusqu'au 18 mars 2012
Dernière visite médicale	3 mars 2011
Début de la formation aéronautique	15 juillet 1970

1.5.2 Expérience de vol et atterrissages

Heures totales	2458 h
Dont sur le type en cause	1282 h
Pendant les 90 derniers jours	7:10 h
Dont sur le type en cause	6:10 h
Durant les dernières 24 h	0 h
Dont sur le type en cause	0 h
Expérience IFR ¹	939 h
Nombre total d'atterrissages	5688
Nombre d'atterrissages au cours des 90 derniers jours	9
Dont sur le type en cause	7

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Renseignements généraux

Immatriculation	HB-LOT
Type d'aéronef	Piper PA-31 "Navajo"
Caractéristiques	Bimoteur à pistons de 8 places, structure métallique à ailes basses, non pressurisé avec train d'atterrissage escamotable à roue de poue. Equipé avec système de dégivrage pneumatique des ailes et de l'empennage.
Constructeur	Piper Aircraft Inc., USA
Année de construction	1974
N° de série	31-7400981
Propriétaire	Privé
Exploitant	Privé
Moteurs	Moteurs à pistons, 6 cylindres opposés, turbocompressés, refroidissement à air, puissance maximal de 310 HP (231 kW) Constructeur: Textron Lycoming, USA Type: TIO-540-A2C No. de série moteur gauche (LH): RL-10584-61A No. de série moteur droit (RH): RL-9057-61A
Hélices	Tripales métalliques à pas variable, avec système de dégivrage électrique Constructeur: Hartzell Propeller Inc., USA Type: HC-E3YR-2ATF No. de série de l'hélice gauche: DJ12143 A No. de série de l'hélice droite: DJ12144 A

¹ IFR: *instruments flight rules*

Heures d'exploitation	Cellule: 4991:32 h (TSN ²) Moteur LH: 2376:21 h (TSN) 470:57 h (TSO ³) Moteur RH: 4219:38 h (TSN) 385:14 h (TSO) Hélice LH: 4991:32 h (TSN) 265:33 h (TSO) Hélice RH: 4991:32 h (TSN) 265:33 h (TSO)
Equipements	Pour le vol aux instruments
Nombre d'atterrissages	4981
Masse maximale autorisée	2948 kg (6500 lb) au décollage 2812 kg (6200 lb) à l'atterrissage
Masse et centre de gravité	La masse estimée de l'avion au moment du décollage était de 2520 kg (5556 lb). La masse et le centre de gravité étaient dans les limites prescrites par le manuel de vol de l'aéronef (<i>aircraft flight manual</i> – AFM).
Entretien	Du 11 février 2004 jusqu'à la veille de l'accident, les travaux d'entretien ont été effectués par Mécanair SA à Ecuwillens. Dernier contrôle de 100 h et contrôle annuel ont été effectués le 8 juin 2011 à 4978:11 h TSN. Remplacement de la pompe à vide du moteur gauche et réparation du gyro directionnel asservi le 9 novembre 2011 à 4991:32 h TSN.
Limitations techniques	Aucune
Types de carburant autorisés	Essence aviation AVGAS 100LL
Type de carburant utilisé lors du vol de l'accident	Essence aviation AVGAS 100LL
Quantité de carburant	L'avion était équipé de deux réservoirs principaux de 56 US gal chacun et de deux réservoirs auxiliaires de 40 US gal chacun, tous situés dans les ailes et réali-sés en matière souple. Chacune des nacelles moteur avait un réservoir supplémentaire de 27 US gal. La capacité totale était de 246 US gal. La quantité de carburant non utilisable était de 2.7 US gal. La quantité de carburant au moment de l'accident était d'environ 98 US gal.
Certificat d'immatriculation	Etabli par l'OFAC, le 20 avril 2007 / Nr. 4
Certificat de navigabilité	Etabli par l'OFAC, le 20 avril 2007
Certificat d'examen de navigabilité	Date de délivrance: 16 mai 2011 Date d'expiration: 11 juin 2012
Champ d'utilisation	Exploitation privée
Catégorie	VFR de jour, VFR de nuit, IFR Cat. I, B-RNAV (RNP 5)

² TSN: *time since new*

³ TSO: *time since overhaul*

Modifications

Le 24 février 1987, deux réservoirs supplémentaires de 27 US gal chacun ont été installés dans les nacelles des moteurs selon le *supplemental type certificate* – STC, SA 1161SW.

1.6.2 Charges emportées et carburant

Le pilote était seul à bord et ne transportait pas de marchandise.

L'historique de l'avitaillement a permis de déterminer que la quantité disponible au moment de l'accident était d'environ 98 US gal. Celle-ci était suffisante pour le vol projeté.

1.7 Renseignements météorologiques

1.7.1 Situation générale

Une zone de haute pression au sol influençait le temps en Suisse. Le relevé à 500 hPa contenait un block oméga classique centré sur la Baltique. Les zones de basse pression tangentiels étaient sur l'Atlantique est et le cours inférieur de la Volga.

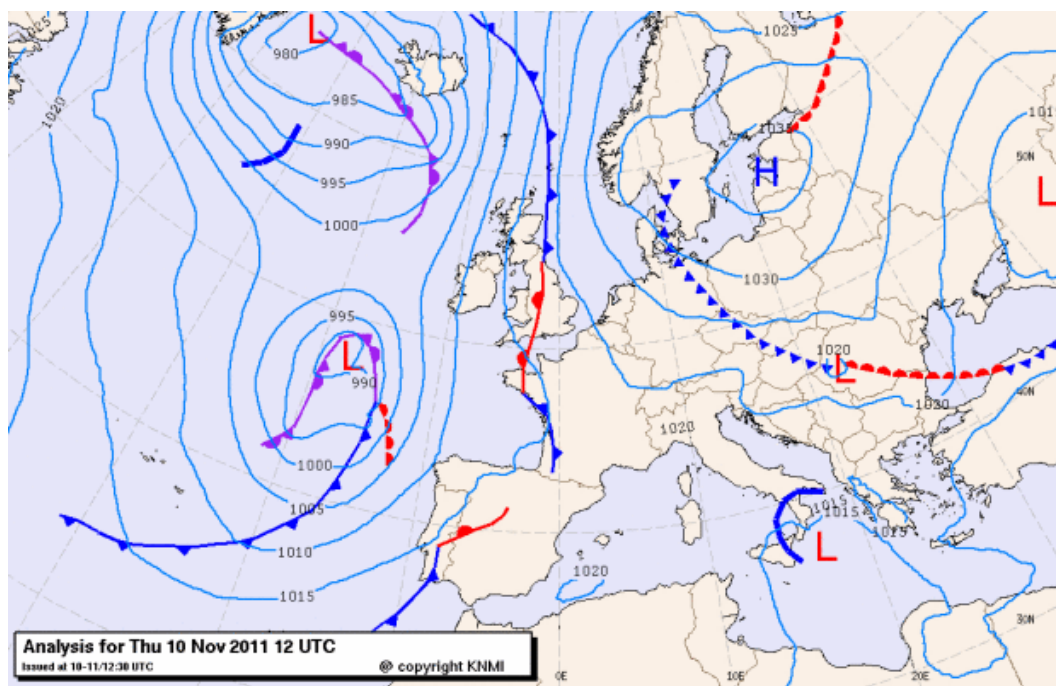


Figure 3: Analyse en surface du 10 Novembre 2011, 13 h.

1.7.2 Conditions météorologiques à Ecuwillens et aux environs

De l'air froid stagnait dans les cuvettes du Plateau, créant ainsi une inversion marquée de température et un vent faible à proximité du sol. La base de l'inversion marquait la limite supérieure du brouillard et se situait à environ 2900 ft AMSL. Des ondulations de l'inversion conduisaient à des intervalles de soleil et de brouillard épais le long de la transition entre le bas et le haut du Plateau.

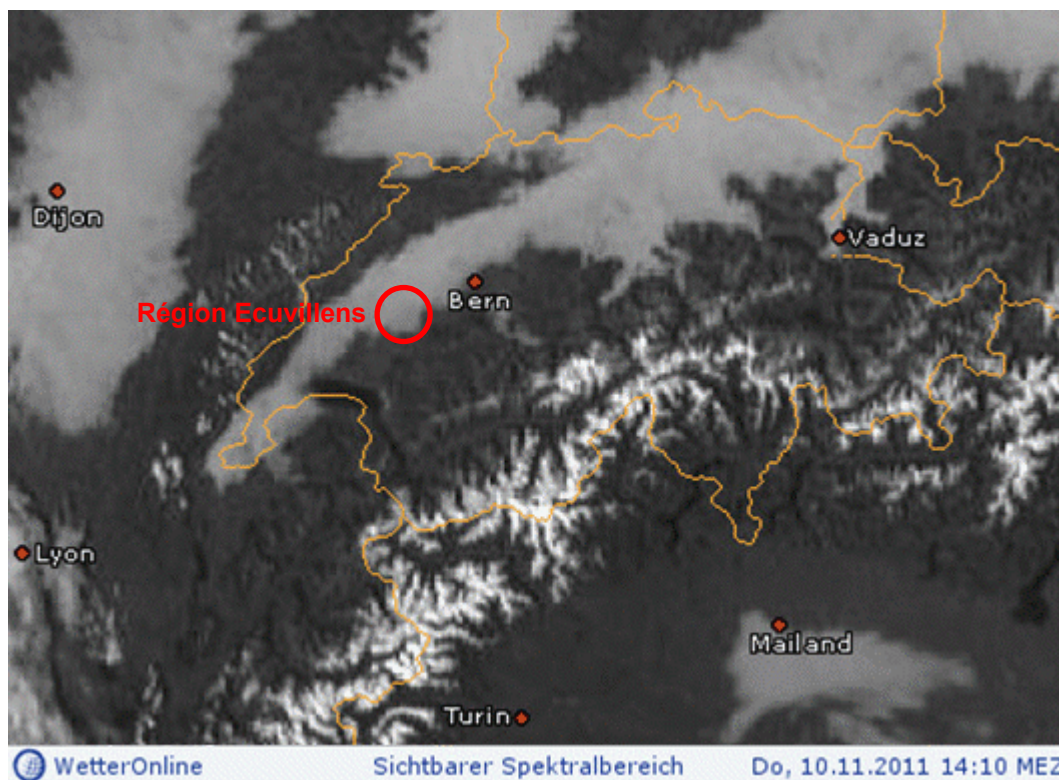


Figure 4: Météosat 9 – Canal visible, 10 Novembre 2011 à 14:10 h

1.7.3 Conditions météorologique au moment et sur le lieu de l'accident

Mis à part quelques intervalles durant lesquels le soleil perçait le brouillard, ce dernier était présent à Ecuviens et aux alentours. La station météorologique de Fribourg-Posieux montrait un accroissement de la température de 5.7°C à 7.5°C entre 13 h et 15 h. La différence avec le point de rosée était de zéro ce qui représentait une humidité relative permanente de 100 %.

Le ciel était couvert sur l'aérodrome de Payerne. La visibilité y était de 5000 m avec de la brume humide. Entre 13 h 50 min et 15 h 50 min la base des nuages était constante, mesurée à 600 ft AGL, ce qui correspondait à environ 2100 ft AMSL. Ecuviens, situé à 2293 ft AMSL, est resté dans la couche de brouillard.

Nuage	Brouillard
Visibilité	Moins de 1000 m
Vent	Variable 1 kt
Température/Point de rosée	7 / 7 °C
Pression atmosphérique (QNH)	Zurich LSZH 1021 hPa Payerne LSMP 1020 hPa Genève LSGG 1020 hPa

1.7.4 Données astronomiques

Position du soleil à Ecuviens	Azimut: 211°, Hauteur: 21°
Conditions d'éclairage naturel	Début d'après-midi, avec lumière du soleil diffuse et rasante

1.7.5 Informations météorologiques d'aérodrome

Aucun *meteorological aviation routine weather report* – METAR et *terminal aerodrome forecast* – TAF n'étaient publiés pour l'aérodrome d'Ecuvillens.

1.7.6 Informations météorologiques à disposition du pilote avant le vol

Les prévisions aéronautiques du 10 novembre 2011 étaient affichées au bureau de piste de l'aérodrome d'Ecuvillens. Le pilote y est passé avant le vol et a été rendu attentif aux conditions météorologiques du moment.

1.7.7 Situation météorologique selon observateurs

Un pilote A, instructeur de vol, était à l'aérodrome d'Ecuvillens au moment de l'accident et a fourni les renseignements suivants:

Situation générale: *Bancs de stratus au sol et/ou à basse hauteur (1020 hPa) par situation anticyclonique*

Couverture: *6-7/8, base vers 100-200 ft AAL*

Vent: *Variable 0 à 1 kt, le plus souvent calme*

Visibilité:

- *Secteur Nord, variable entre 2 et 5 km, bancs de brouillard, top 3500 ft*
- *Secteur Est, idem*
- *Secteur Sud, inférieur à 1 km, bancs de brouillard au sol. (forêt au SO de l'aérodrome dans un banc de brouillard)*
- *Secteur Ouest, 1.5 à 2 km, brouillard au sol. (Crêtes au nord de Cottens dans un banc de brouillard)*

Lors du décollage de l'avion HB-LOT à 14 h 15 min, la situation était analogue. Le vent était variable entre 0 et 3 kt.

Evolution:

- *Vers 15 h 45, détérioration, visibilité 1000 m ou moins, 8/8 entre 100 et 200 ft AAL, vent 360°/03 kt variant entre 1 et 5 kt les 10 dernières minutes*
- *Vers 16 h, visibilité inférieur à 500 m, plafond 100 ft AAL*
- *Vers 17 h, visibilité inférieure à 100 m, brouillard au sol*

Un pilote B, instructeur de vol, a fait les observations suivantes vers 14 h 20 min lors d'un vol d'instruction proche de la piste d'Ecuvillens :

- *Sud du Gibloux: ciel bleu*
- *Rossens: quelques trainées résiduelles*
- *Arconciel: ciel bleu*
- *Direction ouest: couverture compacte*

« En simulant une approche en piste 28, le dernier point visible au sol était l'ancien restaurant de la Tuffière, distant du seuil de piste 28 d'environ 1,5 km. J'ai dégagé à 3000 ft et j'estime le TOP dans la région à environ 2800 ft. »

1.7.8 Relevés pluviométriques

La station météorologique de Posieux, située à 3.5 km à l'est d'Ecuvillens, a documenté des précipitations importantes tous les jours du 6 au 10 octobre ainsi que le 19 octobre 2011. Il a également plu le 25 octobre et le 7 novembre 2011.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Communications

Selon la personne de service du bureau de piste, les communications radiotéléphoniques entre le pilote et le bureau de l'aérodrome se sont déroulées normalement et sans difficulté jusqu'au moment du décollage. Il n'y a plus eu d'appel ou d'échange radio après le décollage.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome d'Ecuvillens est situé à 7.5 km au sud sud-ouest de Fribourg. Son altitude est de 2293 ft AMSL soit 699 m/M. Il est équipé d'une piste asphaltée de 800 x 23 m orientée d'est en ouest (piste 10 / 28). Le trafic aérien est principalement constitué par des vols d'écologie, des vols privés et des vols d'affaires.

Il est de statut public, sans service de contrôle de la circulation aérienne et avec un service douanier. Les arrivées et les départs ne sont possibles que selon les règles de vol à vue. Ceci implique les conditions météorologiques suivantes :

- Visibilité horizontale: ≥ 1.5 km
- Base des nuages: ≥ 150 m au-dessus du sol

1.11 Enregistreurs de bord

Ni installés, ni prescrits.

1.12 Renseignements sur l'impact et sur l'épave**1.12.1 Lieux d'occurrence**

La première collision a eu lieu, à une altitude de 764 m/M, avec la lisière sud d'une forêt distante d'environ 2 km de la fin de la piste 28. L'impact final a eu lieu 275 m plus loin dans un champ herbeux. Ce champ est situé à 50 mètres au nord d'un terrain de sport et à 100 mètres des premières habitations du village de Cottens (figure 2).

1.12.2 Renseignements sur l'impact

Lors de la collision avec la lisière de la forêt l'avion avait une trajectoire montante et une vitesse sol d'environ 120 kt. Des éléments des ailes et de l'empennage, certaines gouvernes ainsi que tous les capots moteur ont été arrachés. Les réservoirs ont été endommagés et un incendie s'est déclaré.

Après une trentaine de mètres l'avion abîmé est remonté au-dessus de la forêt. Il a survolé les arbres sur une distance de 120 m avant de redescendre et d'heurter un des conducteurs inférieurs d'une ligne à haute tension de 132 kV. Puis il s'est écrasé dans un champ herbeux meuble et a glissé en se disloquant sur une distance d'environ 80 m. Le pilote encore attaché à son siège a été éjecté et épargné par l'incendie. L'aéronef a continué de brûler. Dans le champ, les débris se sont dispersés selon un axe est-ouest sur une surface d'environ 50 x 120 mètres (figure 5).



Figure 5: Position finale de l'épave dans le champ herbeux.

1.12.3 Relevé des dégâts aux arbres

Un relevé détaillé des traces laissées par le passage de l'avion dans la forêt a été établi (annexe 1). Il a permis de faire les constatations suivantes :

- les premiers arbres hauts d'une trentaine de mètres ont été sectionnés à 20 m du sol. A l'endroit sectionné, leur diamètre était d'environ 20 cm
- l'avion est ressorti de la forêt après une trentaine de mètres
- l'inclinaison latérale de l'avion était quasiment nulle
- la trajectoire était montante avec un angle d'environ 15°

1.12.4 Renseignements sur l'épave

Les éléments suivants ont été retrouvés dans la forêt:

- parties des deux ailes extérieures aux moteurs avec empreintes de troncs d'arbres sur les bords d'attaques
- éléments des réservoirs principaux
- tous les capots moteur
- partie d'aileron gauche
- partie de la gouverne de profondeur droite
- volet d'atterrissage gauche
- cône de l'hélice droite
- morceaux du pare-brise avant gauche

Les éléments suivants ont été retrouvés dispersés dans le champ herbeux :

- parties du fuselage et du cockpit détruites par l'incendie situées à 65 m de l'impact dans le champ
- éléments des commandes moteurs en position non déterminée
- parties du tableau de bord avec instruments en majorité détruits, certains éjectés
- empennage partiellement épargné par l'incendie avec empreinte de tronc d'arbre importante sur le bord d'attaque du plan fixe horizontal gauche, gouvernes de profondeur et de direction endommagées
- restes des deux ailes avec bâti moteur droit partiellement brûlés, train d'atterrissage principal rentré avec portes fermées
- restes de la nacelle et du bâti moteur gauche détruits par l'incendie avec réservoir de nacelle éclaté
- moteur gauche avec hélice situés à 25 m du fuselage, pales vrillées dont deux pliées vers l'arrière
- moteur droit avec hélice situés à 20 m du fuselage, pales vrillées et pliées vers l'arrière, carter inférieur cassé, bâti moteur et boîtier d'accessoires fortement endommagés par l'incendie
- batterie de bord située à 120 m de l'impact dans le champ

Malgré des dommages importants, un examen visuel des commandes de vol n'a pas révélé d'indice de défaut préalable.

Les compensateurs de trim ont été trouvés dans les positions suivantes :

- profondeur, 15° "nez bas"
- direction, 1° "à droite"
- gauchissement, 8° "à droite"

Le volet de courbure gauche a été retrouvé rentré, le droit a été détruit par l'incendie. Le sélecteur et l'indicateur de position ont été détruits.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Le corps du pilote a été soumis à une autopsie. Le rapport conclut à un poly-traumatisme sévère ayant entraîné un décès immédiat. L'examen n'a montré que de discrètes pathologies préexistantes qui n'étaient pas de nature à entraîner un malaise ou à provoquer un décès.

Les examens toxicologiques n'ont révélé aucune trace d'alcool. Les analyses ont relevé la présence de paracétamol dans l'urine probablement due à la prise d'un antalgique mineur dont la raison n'a pas pu être établie.

Le pilote était en bonne santé selon les renseignements obtenus du médecin traitant et du médecin conseil de l'OFAC. Il avait l'obligation de porter des lunettes médicales pour le vol (VDL). Une monture de lunettes a été retrouvée sur le lieu d'accident.

1.14 Incendie

L'avion a pris feu après la première collision avec les arbres et a continué à brûler après s'être disloqué dans le champ.

1.15 Questions de survie

1.15.1 Occupant

Le pilote était attaché avec la ceinture ventrale qui a résisté aux contraintes. Celle-ci était fixée directement au siège qui a été arraché de ses rails d'ancrage à la structure. Le pilote et son siège ont été éjectés et retrouvés à l'extérieur de la zone de l'incendie, 5 m à gauche des restes de l'empennage.

Le pilote ne pouvait pas survivre à l'accident.

1.15.2 Opérations de recherche et de sauvetage

L'avion était équipé d'une balise de détresse (*emergency location beacon aircraft* – ELBA) qui a émis un bref signal à 14 h 14 min avant de se disloquer. L'épave a été rapidement localisée par des personnes situées à proximité. Elles ont alerté immédiatement les secours et ont tenté de porter assistance au pilote.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Généralités

Les traces d'impacts et les déformations constatées sur les pales des deux hélices indiquent qu'au moment de la première collision avec les arbres les moteurs fournissaient de la puissance.

1.16.2 Moteur gauche

1.16.2.1 Inspection visuelle

Le moteur n'a pas subi de dommage causé par l'incendie. Les parties principales du turbocompresseur ainsi que du système de régulation d'injection (*fuel injector servo*) étaient partiellement déformées.

1.16.2.2 Extrait des travaux d'entretien du moteur

- 11 février 2004, TSN 4520:35 h cellule, remplacement du moteur gauche par un moteur révisé TSN 1905:24 h, TSO 0:00 h
- 12 janvier 2006, TSO 205:14 h, réglage de la pression d'essence
- 31 juillet 2008, TSO 378:27 h, dépose du système de régulation d'injection, test au banc, nettoyage des filtres et conduits, contrôle des débits, nettoyage des injecteurs de cylindres, trouvé de l'eau dans tout le système, nettoyage des filtres et de la tuyauterie, purge des réservoirs
- 28 mai 2009, TSO 400:31 h, magnéto droite, changement du rupteur et du condensateur
- 2 septembre 2010, TSO 442:39 h, magnéto droite, changement du rupteur et du condensateur
- 8 juin 2011, TSO 457:36 h, magnéto gauche, changement du rupteur et du condensateur

L'entreprise d'entretien a expliqué le changement du condensateur et du rupteur lors du démontage de la magnéto droite après seulement 42:08 h d'utilisation par mesure de précaution.

1.16.2.3 Bougies, magnétos et système de régulation d'injection

Les bougies et les magnétos ont été testées et expertisées.

Toutes les bougies fonctionnaient correctement excepté une ayant été endommagée par le choc. Elles présentaient toutes une usure d'environ 30 à 50 % et avaient une couleur indiquant une combustion normale.

La magnéto gauche était équipée du système "vibreux électrique" servant au démarrage du moteur. Aucune défectuosité n'a été constatée. Le calage du rupteur n'était pas optimal mais dans les tolérances prescrites.

La magnéto droite ne fonctionnait pas. Un défaut du condensateur a été constaté. Après son remplacement, la magnéto fonctionnait correctement. Le condensateur défectueux a été à nouveau installé et plusieurs essais ont mis en évidence une panne intermittente de ce dernier. Les traces relevées sur le rupteur ont confirmé le dysfonctionnement du condensateur. De plus, un jeu excessif a été constaté sur la douille du bloc de distribution d'allumage.

Le système de régulation d'injection a été trop endommagé par l'impact pour le soumettre à un test de fonctionnement. Il n'a pas été possible de déterminer s'il a pu affecter le bon fonctionnement du moteur. Des traces de corrosion étaient visibles derrière le diaphragme de la valve de régulation.

1.16.3 Moteur droit

1.16.3.1 Inspection visuelle

Suite à l'incendie le boîtier d'accessoires situé à l'arrière du moteur a subi des dommages importants. Les parties principales du turbocompresseur et du système de régulation d'injection étaient partiellement endommagées. La magnéto droite a été partiellement détruite par l'incendie.

1.16.3.2 Extrait des travaux d'entretien du moteur

- 17 août 2004, TSN 4606:18 h cellule, remplacement du moteur droit par un moteur révisé TSN 3834:24 h, TSO 0:00 h
- 20 juin 2005, TSO 70:41 h, réglage du dispositif de mélange et du ralenti
- 17 juillet 2007, TSO 247:17 h, dépose du système de régulation d'injection, remplacement de pièces défectueuses, réglage et test au banc, eau trouvée dans le système d'alimentation en carburant, purge de l'ensemble du système, nettoyage des filtres à essence
- 24 août 2007, TSO 255:15 h, essai moteur (trouvé ratés d'allumage à puissance élevée) contrôle et réparation des magnétos, changement du rupteur et du condensateur des deux magnétos, nettoyage des injecteurs de cylindres, nettoyage des filtres à essence et des filtres décanteurs, contrôle des purges (trouvé de l'eau et de la saleté), purge du système carburant

1.16.3.3 Bougies, magnétos et système de régulation d'injection

Les bougies et la magnéto gauche ont été testées et expertisées. La magnéto droite partiellement brûlée n'a pu être ni testée ni expertisée.

Les bougies fonctionnaient correctement excepté deux ayant été endommagées par le choc et deux qui produisaient des arcs inconstants. Elles présentaient toutes une usure d'environ 30 à 50 % et avaient des couleurs indiquant des combustions irrégulières. La magnéto gauche fonctionnait correctement.

Les points suivants ont été constatés sur le système de régulation d'injection:

- une plaquette d'identification attestant une révision effectuée par le constructeur en 2004

- un excès de colle de sécurité sur le petit écrou central de la valve de régulation du débit d'essence
- la présence d'impuretés en aval du filtre, dans le dispositif de réglage mixture/puissance
- les mesures de débit d'essence étaient hors tolérances
- le dispositif de réglage du mélange et du ralenti était mal ajusté

Selon les conclusions du rapport d'expertise, ces anomalies ont pu affecter le fonctionnement du moteur.

1.16.4 Bouchons des réservoirs d'aile

Les documents techniques attestent deux interventions ayant nécessité le réglage du système de fermeture ainsi que le remplacement des joints des bouchons de réservoirs d'aile. La première a eu lieu le 5 septembre 2007 et la seconde le 19 mars 2008.

1.16.5 Cockpit et tableau de bord

L'état de destruction du tableau de bord et de la cabine n'a pas permis de déterminer la position des leviers de commande des moteurs. Tous les interrupteurs des magnétos étaient sur la position ON.

Des instruments ont été expertisés. Le tableau ci-dessous résume les valeurs relevées suite à un impact excepté pour le compte-tour. Il n'a pas été possible de déterminer s'il s'agissait de la collision avec les arbres ou de l'impact final.

INSTRUMENTS	RELEVES	REMARQUES
Altimètre côté droit	2465 ft	Calage 1021 hPa
Indicateur de vitesse	104 MPH	Côté non identifié
Variomètre	-700 ft/min	Côté non identifié
Indicateur combiné 1 Pression d'huile Température d'huile Températures tête de cylindres	Non lisible 250°F 160°F	Côté non identifié - Arc vert Arc vert
Indicateur combiné 2 Pression d'huile Température d'huile Températures tête de cylindres	Non lisible 200° F Non lisible	Côté non identifié - Arc vert -
Compte-tours Moteur gauche Moteur droit	 320 RPM -	Instrument commun aux deux moteurs. Les aiguilles n'ont pas laissé de trace d'impact. Aiguille bloquée Aiguille libre
Pression d'essence Moteur gauche Moteur droit	 50 PSI 54 PSI	Instrument commun aux deux moteurs 5 PSI au-dessus de l'arc vert 9 PSI au-dessus de l'arc vert
Température d'échappement Moteur gauche Moteur droit	 Non lisible Non lisible	Instrument commun aux deux moteurs - -

1.17 Renseignements en matière d'organisation et de gestion

Le pilote était propriétaire et exploitant de l'avion depuis 1985. L'avion était basé à Genève (LSGG) et était utilisé par d'autres pilotes. L'avion n'était pas stationné dans un hangar mais sur un parking extérieur. Seul le fuselage était protégé par une bâche.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Renseignements selon témoins

1.18.1.1 Vols du 6 octobre 2011

Le 6 octobre 2011, le pilote a effectué deux vols avec le HB-LOT. Deux passagers se trouvaient à bord du premier vol de Genève (LSGG) à Grenoble Le Versoud (LFLG). Tous deux étaient titulaires d'une licence de pilote privé d'avion. Ils ont confirmé qu'il n'y avait pas eu d'anomalie ni de remarque particulière de la part du pilote lors de ce premier vol excepté un problème de gyro directionnel asservi. Raison pour laquelle le pilote a décidé d'amener l'avion à Ecuvillens (LSGE) afin de procéder à la réparation. Un des deux passagers a accompagné le pilote lors du vol de LFLG à LSGE. Celui-ci a confirmé qu'il n'y avait pas eu d'anomalie ni de remarque particulière de la part du pilote lors de ce vol.

Le responsable de l'atelier d'entretien a confirmé que le pilote était venu à Ecuvillens de manière non planifiée et uniquement pour la réparation du gyro directionnel asservi.

1.18.1.2 Témoins

La position des témoins est documentée sur la figure 2.

Le témoin 1, employé de l'entreprise d'entretien, a déclaré ce qui suit : « ... *En prenant sa valise il me dit, en décollant contre Genève il faut virer un peu à gauche? Je lui réponds que pour percer cette couche sans risque, il faut garder le cap de la piste et monter de suite car à gauche il y a le Gibloux et une erreur est vite faite. Il me répond : vous avez raison. Je le quitte, il va au bureau C et moi chez Mécanair. Environ quinze minutes après je le vois vers son avion enlevant le bouchon d'essence et regarder dans les orifices. Après cela il est entré dans l'atelier et a demandé si le carnet de route était dans l'avion, on lui répond que oui et que les purges d'essence ont été faites ... Très peu de temps après, je l'ai vu passer pleine puissance, peu avant la rotation que je n'ai pas vue. Le bruit des moteurs était des plus correct ... Il me semble que les check avant son départ ont été très brefs. Monsieur [nom du pilote] me paraissait normal mais un peu pressé ... M. [nom du pilote] utilisait toujours toute la piste avant la rotation, ensuite il ne montait jamais avec le vrai angle de montée ... ».*

Le témoin 2 se trouvait proche du bas de la combe située entre la piste et la lièzière où a eu lieu la collision. Il a déclaré que son attention avait été attirée par un bruit inhabituel d'avion. Il a vu l'avion HB-LOT qui se trouvait au-dessus de la combe située après la piste, soit environ 20 secondes après le décollage et l'a observé sur une distance d'environ 1 km (figure 2). Concernant le bruit inhabituel, il a déclaré : « ... *c'est le bruit, comme des pétaradées, comme un tracteur qui manque d'essence par intermittence. Je me suis dit il est trop bas et me suis demandé où il allait car les avions ne passent jamais là. Puis le bruit a repris normalement quelques secondes, puis les mêmes pétaradées ont repris. Ce bruit a commencé juste après le tronc du noyer. Ce bruit était sur un seul moteur, l'autre faisait un bruit régulier. Sitôt que l'avion a passé le bout de la porcherie, il n'y avait plus de raté et l'avion est remonté. Il n'y avait ni fumée ni flamme. ».*

Il a également ajouté: « *Je l'ai vu passer sous la branche horizontale du noyer. Le brouillard était uniforme, en-dessus de la branche. Depuis la piste il est descendu dans la combe, il n'a pas pu prendre de l'altitude puis il est remonté en approchant la ligne CFF et il est passé au-dessus.* » Il a déclaré que l'avion était toujours resté sous le brouillard.

Le témoin 3 a déclaré: « *...J'ai entendu un bruit de moteur d'avion. J'ai dit à mon collègue que je trouvais que le bruit du moteur de cet avion était anormal dans le sens où ledit bruit était trop proche par rapport à d'habitude. Cependant, ce bruit était sans variation de régime, constant et sans raté jusqu'à un bruit que j'ai identifié comme étant un impact dans une forêt. En effet, j'abats des arbres et je reconnais le bruit d'un arbre qui se brise. A partir de ce moment-là, je n'ai plus entendu de bruit de moteur. Quelques secondes plus tard, un deuxième bruit que j'attribuerais à l'impact final de l'avion* ». A la question sur la visibilité à l'endroit de l'observation, ce dernier déclare: « *...J'étais dans le brouillard, j'estimerai moins de 100 m. D'ailleurs, je n'ai rien vu mais j'ai uniquement entendu le passage de l'avion. ...J'estimerai une trajectoire montante comme s'il voulait passer la bosse* ».

Le témoin 4 a déclaré: « *... soudain en-dessus de moi j'ai entendu un bruit d'explosion au-dessus des arbres. J'ai vu le dessous d'un avion de tourisme gris avec des flammes à l'avant et de la fumée blanche qui se dégageait ...* ».

1.18.2 Renseignements opérationnels

1.18.2.1 Expérience du pilote

Le pilote effectuait la majorité de ses vols avec l'avion HB-LOT. Il avait une expérience de 1282 h sur cet appareil et ses carnets de vol attestent un entraînement régulier, tant en vol VFR qu'en vol IFR. Le pilote venait régulièrement à Ecuvilens avec cet avion.

1.18.2.2 Performances

Le manuel de vol de l'avion ayant été détruit par l'incendie, le tableau suivant a été établi selon un manuel de vol similaire avec une masse estimée et les conditions météorologiques régnant lors du décollage en piste 28. Il montre la distance d'accélération-arrêt nécessaire (*accelerate-stop distance – ASD*) avec les volets de courbure 0° et 15° ainsi que les vitesses correspondantes. Le manuel de vol recommande d'utiliser la position 15° pour un décollage sur une piste courte. Il montre également le taux de montée en cas de panne d'un moteur (*one engine inoperative – OEI rate of climb*) au moment du décollage et la vitesse associée.

	FLAPS 0°	FLAPS 15°	REMARQUES
<i>Accelerate - Stop Distance – ASD</i>	975 m	631 m	Distance disponible 800 m
<i>Vitesses associées</i>	98 MPH	85 MPH	Vitesse d'interruption
<i>OEI rate of climb</i>	360 ft/min	-	Le manuel ne publie que des valeurs avec train d'atterrissage rentré et volets de courbure 0°
<i>Vitesse associée (Blue line)</i>	98 MPH		Vitesse optimale de montée

Il est également précisé que la vitesse de rotation est de 85 MPH et qu'il faut ensuite accélérer à 94 MPH. Puis, après le passage de la barrière des 50 ft, le train d'atterrissage et les volets de courbures doivent être rentrés pour accélérer vers 106 MPH.

1.18.2.3 Compensateurs de trim, position des volets de courbure

L'enquête a établi que :

- le compensateur de gauchissement était réglé sur une position « roulis à droite » avec une déflexion de 8°. Ce dispositif à câble est opéré manuellement avec une mollette située au-dessous des commandes de puissance des moteurs
- le compensateur de direction était réglé sur une position « nez à droite » avec une déflexion de 1°. Ce dispositif à câble est opéré manuellement avec une mollette située au-dessous des commandes de puissance des moteurs
- le compensateur de profondeur était réglé sur une position « nez bas » avec une déflexion de 15°. Ce dispositif à câble et vis sans fin est opéré soit manuellement avec une mollette située à gauche des commandes de puissance des moteurs, soit par un moteur électrique actionné par un bouton poussoir situé sur la gauche du volant de pilotage. Un des pilotes utilisant cet avion a déclaré ce qui suit concernant le réglage avant le décollage: « *Au décollage, habituellement sur neutre, indépendamment des volets* »

Selon le carnet de vol du pilote la majorité des décollages ne nécessitaient pas l'application de la procédure « *short field take-off* » qui préconise l'utilisation des volets de courbure.

L'enquête n'a pas pu établir avec certitude la position des volets de courbure lors du décollage.

Le manuel de vol préconise 15° pour un décollage sur une piste courte. Un utilisateur de l'avion HB-LOT a déclaré ce qui suit concernant un décollage d'Yverdon-les-bains (LSGY) où la piste asphaltée a une longueur de 855 m : « *... j'ai décollé une fois, seul, d'Yverdon avec le LOT et Monsieur [nom du pilote] m'avait rappelé (par téléphone) de sortir les volets à 15* ».

Concernant la rentrée des volets de courbure après le décollage, il a également déclaré que celle-ci provoquait un changement d'assiette vers le bas. La rentrée des volets de courbure s'effectuait électriquement au moyen du sélecteur situé sur la droite des commandes de puissance des moteurs.

1.18.2.4 Sélecteur d'essence

Le manuel de vol précise que pour le décollage les réservoirs principaux doivent être sélectionnés. La position des sélecteurs des réservoirs d'essence n'a pu être déterminée.

1.19 Techniques d'investigation utiles ou efficaces

1.19.1 Données radar et *transponder* Mode S

Les relevés du radar de La Dôle ainsi que les données Mode S du *transponder* ont permis de déterminer la durée du vol, le cap et la vitesse sol au moment de la collision avec la forêt. Ils ont également permis de reconstituer la trajectoire de l'avion et d'établir la figure 1.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

2.1.1 Moteurs

Le test effectué lors de l'expertise suite à l'accident, à 470:57 h TSO, a mis en évidence une panne intermittente du condensateur de la magnéto droite du moteur gauche. L'enquête n'a pas pu expliquer cette défectuosité intermittente.

La magnéto gauche du moteur gauche fonctionnait. Aucune défectuosité n'a été constatée. Le calage du rupteur n'était pas optimal mais dans les tolérances prescrites.

La combinaison de la panne intermittente de la magnéto droite et le calage du rupteur de la magnéto gauche ont pu provoquer un fonctionnement irrégulier momentané du moteur gauche.

Concernant le moteur droit, l'excès de colle de sécurité sur le petit écrou central de la valve de régulation du débit d'essence ainsi que les réglages hors tolérances des débits ont pu affecter le fonctionnement du moteur. Toutefois ceci affecterait le fonctionnement de manière continue contrairement à la description d'un témoin ayant décrit un bruit irrégulier intermittent. Les systèmes de régulation d'injection sont délicats. Les chocs subis lors de l'accident ont pu affecter les réglages de la valve de régulation.

A Genève, l'avion était habituellement stationné à l'extérieur, protégé au moyen d'une bâche recouvrant uniquement le fuselage. Les rapports de travaux d'entretien mentionnent plusieurs interventions consécutives à la présence d'eau dans les circuits d'essence des moteurs et des réservoirs. Le dernier remplacement des joints des bouchons des réservoirs remonte au 19 mars 2008. Depuis son arrivée à Ecuwillens le 6 octobre 2011 jusqu'au jour de l'accident, l'avion est également resté à l'extérieur protégé par une bâche ne recouvrant que le fuselage. Des précipitations importantes ont été mesurées durant cette période. Il est possible que de l'eau se soit infiltrée dans les réservoirs par les bouchons.

Il n'est pas exclu que les réservoirs d'ailes, réalisés en matière souple, présentaient des plis pouvant retenir une certaine quantité d'eau et des impuretés. Malgré le fait que les réservoirs aient été purgés le jour précédant l'accident, il est possible que de l'eau ou des impuretés soient restées dans les réservoirs. Ces dernières ont pu se déplacer dans le circuit d'essence lors de changements de position de l'avion. Des impuretés ont été trouvées en aval du filtre dans le système de régulation d'injection du moteur droit.

Ces éléments peuvent expliquer le fonctionnement irrégulier intermittent d'un moteur. L'enquête n'a cependant pas pu établir avec certitude lequel des deux moteurs a été affecté.

2.1.2 Instruments

Les valeurs relevées lors de l'expertise n'ont pas permis d'expliquer le fonctionnement irrégulier d'un moteur. L'indication relevée sur l'altimètre était cohérente avec le relevé radar et a confirmé un calage altimétrique correct. Celle relevée sur l'indicateur de vitesse, également cohérente avec le relevé radar, a permis d'exclure une panne de cet instrument. L'instrument indiquait une vitesse proche de la vitesse optimale en cas de panne moteur.

2.2 Facteurs humains et opérationnels

2.2.1 Facteur humains

Le pilote avait déposé un plan de vol VFR avec un décollage prévu d'Ecuvillens à 14 h et bénéficiait d'une permission d'atterrir à Genève (PPR) à 14 h 20 min. Le décollage à 14 h 13 min ne l'a probablement pas mis sous une pression horaire particulière. Il était habitué à cette procédure d'arrivée et savait qu'un retard, même de 40 minutes, n'affecterait pas ou peu son arrivée à Genève.

Le rapport médical d'autopsie n'a pas mis en évidence d'éléments ayant pu provoquer ou contribuer à l'accident. La présence du paracétamol n'a pas pu être expliquée.

2.2.2 Conditions météorologiques

Malgré des conditions météorologiques ne permettant pas de maintenir un vol VFR après le décollage, le pilote a tout de même décidé de décoller depuis la piste 28. La visibilité y était d'environ 1.5 km et la base irrégulière du stratus était à environ 70 m au-dessus de la piste.

2.2.3 Performance de montée en cas de panne d'un moteur

Le manuel de vol montre qu'en cas de perte totale de puissance sur l'un des moteurs, le taux de montée résultant aurait permis de survoler sans difficulté les obstacles situés sur sa trajectoire.

2.2.4 Vérifications avant le décollage et position des volets de courbure

Il n'a pas été possible de déterminer si les essais moteurs avant le décollage (*run-up*) ont été effectués.

Le compensateur de direction a été retrouvé agissant légèrement « nez à droite » ceci pouvait correspondre à un réglage habituel du pilote pour le décollage. Il n'a pas été possible de déterminer la position du compensateur de profondeur avant le décollage. Celui-ci est habituellement réglé en position neutre. Il a été retrouvé dans une position agissant vers le bas. Cette position résulte d'un réglage et n'a pas été modifiée par les impacts. Il n'y avait, à priori, pas de raison de régler le compensateur de gauchissement « à droite » avant le décollage. Cette position pouvait correspondre à celle du dernier atterrissage ou à celle connue du pilote en fonction de son expérience avec les caractéristiques de cet avion. Il est aussi envisageable que le pilote ait utilisé la trim de gauchissement en vol.

Le manuel de vol recommande d'utiliser les volets de courbure en position 15° pour un décollage sur une piste courte. La comparaison des distances d'accélération-arrêt entre les positions 15° et 0°, ainsi que les vitesses associées, démontre que la piste 28 longue de 800 m devait être considérée comme une piste courte. Par conséquent les volets de courbure devaient être positionnés sur 15° pour le décollage. Ceci a été confirmé par un autre pilote utilisant cet avion.

2.2.5 Trajectoire et tactique de vol

L'envol a eu lieu proche de la fin de la piste. L'avion a effectué une montée initiale avec faible pente puis il est resté sous la couche de stratus. Ce profil de départ n'était pas adéquat pour une percée rapide de la couche de stratus telle qu'envisagée.

Le manuel de vol précise qu'après le décollage d'une piste courte « *short field take-off* » et après avoir atteint 50 ft, la séquence normale des actions après le

décollage comprend, entre autre, la rentrée du train d'atterrissage, des volets de courbure puis le réglage de la puissance de montée. Il faut environ une dizaine de secondes pour exécuter ces actions. La rentrée des volets de courbure effectuée au moyen d'un moteur électrique induit une réduction progressive de l'assiette de vol. Il est envisageable que l'avion descende si le pilote n'agit pas sur la commande de profondeur car occupé par le réglage de la puissance qui nécessite une observation des instruments moteurs situés sur la droite et au bas de la planche de bord du cockpit. De même un fonctionnement irrégulier d'un moteur, apparu une vingtaine de secondes après le décollage, a pu mobiliser l'attention du pilote vers ces instruments afin de procéder à une analyse de la situation voir d'effectuer certaines manipulations. L'ensemble de ces actions et analyses a pu causer une diminution momentanée de la surveillance de la trajectoire. La luminosité extérieure grise et diffuse rendait la vision peu contrastée ce qui a pu diminuer la perception de l'attitude de vol.

Peu avant la ligne de chemin de fer, le fonctionnement irrégulier d'un moteur ayant cessé, le pilote a probablement réalisé sa position et a corrigé la trajectoire vers le haut. Il est entré en collision avec la forêt en suivant une trajectoire montante, sectionnant initialement des arbres à environ deux tiers de leur hauteur. Malgré la perte de plusieurs éléments importants de l'avion, l'énergie cinétique était telle qu'il en est ressorti et s'est écrasé dans le champ 240 m plus loin.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'appareil était admis à la circulation VFR/IFR
- La balise ELBA a brièvement émis un signal lors du premier impact avant de se disloquer lors du dernier impact
- La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites
- Le dernier contrôle de 100 h et contrôle annuel ont été effectués le 8 juin 2011 après 4978:11 h d'exploitation
- Le dernier examen de navigabilité de l'aéronef a été effectué par l'OFAC le 16 mai 2011
- Le condensateur de la magnéto droite du moteur gauche était défectueux
- Le calage du rupteur de la magnéto gauche du moteur gauche n'était pas optimal mais dans les tolérances prescrites
- Des impuretés ont été trouvées en aval du filtre dans le système de régulation d'injection du moteur droit
- Un fonctionnement irrégulier intermittent d'un moteur a été observé peu après le décollage
- En juillet 2007 ainsi qu'en août 2008, de l'eau avait été retrouvée dans les circuits d'essence nécessitant plusieurs interventions techniques
- L'enquête n'a révélé aucune défectuosité de la cellule ayant pu provoquer ou contribuer à l'accident

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

- Avant le décollage, le pilote avait exprimé son intention de traverser la couche de stratus
- L'avion est descendu peu après le décollage
- L'avion est resté sous la couche de stratus jusqu'à la ligne de chemin de fer
- L'avion est entré en collision avec la lisière sud de la forêt située au nord-est de Cottens
- L'avion a endommagé une ligne électrique à haute tension
- L'avion s'est écrasé dans un champ et a brûlé

3.1.4 Conditions cadres

- L'avion était stationné à l'extérieur protégé au moyen d'une bâche recouvrant uniquement le fuselage
- Des précipitations importantes ont été mesurées durant le stationnement à Ecuwillens
- Les conditions météorologiques ne permettaient pas un départ d'Ecuwillens selon les règles de vols à vue
- La base des nuages était irrégulière
- La forêt à l'est de Cottens était dans le stratus

3.2 Cause

L'accident est dû à une collision avec des arbres en raison d'une trajectoire inadaptée suite à un décollage effectué dans des conditions météorologiques ne permettant pas un vol VFR.

Le fonctionnement irrégulier intermittent d'un moteur a probablement mobilisé l'attention du pilote vers les instruments moteur au détriment de la trajectoire.

Payerne, 7 mai 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, 28 mai 2013

Annexe 1 : Relevé sur site

