



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen BFU
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation BEAA
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici UIIA
Uffizi d'inquisiziun per accidents d'aviatica UIAA
Aircraft accident investigation bureau AAIB

Rapport final No. 1957 du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

concernant l'accident du
CEA DR 1051 HB-EBZ
survenu le 25 juin 2005
sur l'aérodrome de Bex/VD
41 km au sud-est de Lausanne

Ursache

Der Unfall ist auf eine Kollision mit dem Gelände zurückzuführen infolge eines Kontrollverlusts anlässlich einer Sicherheitslandung nach einer bedeutenden Abnahme der Motorleistung.

Folgende Faktoren haben zum Unfall beigetragen:

- Schlechter Zustand des Motors und seines Zubehörs
- Ursprünglich gewählte Pistenrichtung

Remarques d'ordre général concernant ce rapport

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

Conformément à la Convention relative à l'aviation civile internationale (OACI, Annexe 13), l'enquête sur un accident d'aviation ou un incident grave a pour seul objectif la prévention de futurs accidents ou incidents. Elle ne vise nullement à la détermination des fautes ou des responsabilités. Selon l'art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave.

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: $LT = CEST = UTC + 2 \text{ h}$.

Pour des questions de protection des données et de simplification du texte, ce rapport est exclusivement rédigé au masculin générique.

Rapport final

Propriétaire	Privé
Exploitant	Privé
Type d'aéronef	CEA DR 1051
Pays d'immatriculation	Suisse
Immatriculation	HB-EBZ
Lieu	Aérodrome de Bex/VD
Date et heure	25 juin 2005, 15:28 h

Synopsis

Sommaire

Au cours d'un vol d'Alpes au départ de l'aérodrome d'Ecuvillens, le pilote de l'avion HB-EBZ, dans lequel avait pris place 2 passagers, constate soudainement une baisse du régime moteur alors qu'il se trouve au-dessus des Diablerets. Le moteur ne tourne plus correctement et une odeur de brûlé s'en dégage. Le pilote décide d'interrompre le vol et d'effectuer un atterrissage sur l'aérodrome de Bex.

Pendant la descente, il observe la fumée qui s'échappe des usines de Monthey afin de déterminer la direction du vent. Il choisi d'effectuer un circuit à main gauche pour atterrir sur la piste 33. En base, un instructeur au sol l'informe par radio qu'il va subir un vent de dos d'environ 5-10 kt. Cependant, de crainte que le moteur s'arrête, le pilote décide de poursuivre l'approche. En finale, il n'arrive pas à stabiliser son approche et est contraint d'effectuer une remise de gaz.

A ce moment-là, le régime moteur n'est plus que de 1800 RPM. Le pilote effectue alors, à quelques mètres au-dessus des obstacles, un virage de procédure à main droite afin d'atterrir sur la piste 15. En fin de virage, alors qu'il se présente pour l'atterrissage, l'avion s'enfonce et heurte la piste en herbe avec la roue gauche du train principal. Celle-ci se rompt et l'aéronef capote avant de s'immobiliser sur le dos. Les occupants, légèrement blessés, peuvent s'extraire de l'habitacle par leurs propres moyens. L'avion est détruit.

Enquête

L'accident s'est produit à 15:28 h. Il a été notifié aux environs de 15:40 h par la Garde Aérienne Suisse de Sauvetage REGA au Bureau fédéral d'enquête sur les accidents d'aviation (BEAA). L'enquête a été ouverte le même jour vers 17:00 h sur les lieux de l'accident et conduite en collaboration avec la police cantonale vaudoise.

L'accident est dû à une collision avec le sol consécutivement à une perte de contrôle de l'aéronef lors d'un atterrissage de précaution consécutif à une diminution importante de la puissance du moteur.

Facteurs ayant joué un rôle dans l'accident:

- Mauvais état du moteur et de ses accessoires.
- Choix initial de la direction de piste.

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Préliminaires

Le samedi 25 juin 2005, dans le cadre des Rencontres Internationales d'Oldtimers (RIO) qui se déroulent sur l'aérodrome d'Ecuvillens, le pilote participe à l'organisation de la manifestation.

Au cours de la journée, des participants décident d'effectuer un vol en montagne impliquant plusieurs avions, afin de faire découvrir les Alpes à des pilotes anglais de passage en Suisse. Les détails relatifs à la météorologie, l'itinéraire du vol, les performances respectives de chaque aéronef sont discutées lors d'un briefing commun. Il est alors décidé de composer 3 patrouilles de 2 avions, que les pilotes communiqueront sur une fréquence commune et que le pilote impliqué dans l'accident effectuera ce vol, accompagné de 2 passagers, à bord du CEA DR 1051 immatriculé HB-EBZ.

Le pilote se dirige ensuite vers l'avion afin d'effectuer les contrôles d'usage. Après l'embarquement des passagers, l'avion roule vers le point d'attente où les vérifications du moteur sont effectuées. Le pilote ne constate aucune anomalie.

1.1.2 Le vol de l'accident

Le samedi 25 juin 2005 à 14:40 h, le CEA DR 1051 immatriculé HB-EBZ décolle de l'aérodrome d'Ecuvillens en direction du col des Mosses. Selon les déclarations du pilote, les températures indiquées de l'huile et de la tête de cylindre sont dans les normes durant toute la phase de montée, malgré une température de la tête de cylindre un peu élevée. Le vol se poursuit en passant par les Dents du Midi et Martigny pour ensuite retourner sur Ecuvillens par le col du Pillon.

Au dessus des Diablerets à une altitude de 5500 ft – 6000 ft, le régime moteur chute soudainement de 300 RPM, le moteur ne tourne plus correctement et une odeur de brûlé s'en dégage. Le pilote baisse alors le nez de l'avion, enclenche la pompe électrique à essence et sélectionne le réservoir avant, conformément à la procédure du constructeur en cas de panne moteur. Il prend la direction de l'aérodrome de Bex et annonce aux autres pilotes de la formation les problèmes rencontrés ainsi que son intention d'effectuer un atterrissage de précaution. Le pilote de l'avion qui l'accompagne dans la patrouille se dirige également vers Bex. Pendant la descente, les deux pilotes sélectionnent la fréquence AFIS de Bex 122.150 MHz afin de procéder à l'atterrissage. Sur cette fréquence, ils communiquent entre eux des difficultés du HB-EBZ. Cette conversation est entendue par un instructeur au sol sur l'aérodrome de Bex.

Arrivé dans la région de l'aérodrome de Bex, le pilote observe la fumée qui s'échappe des usines de Monthey afin de déterminer la direction du vent. Il choisit d'effectuer un circuit à main gauche pour atterrir sur la piste 33. En vent arrière, il communique sa position par radio, sans préciser la direction de piste choisie. Le pilote n'a pas regardé la manche à air de l'aérodrome de Bex.

A ce moment-là, l'instructeur de vol scrute le circuit de la piste 15 en quête de l'avion en difficulté et l'aperçoit finalement en base pour la piste 33. Il informe le pilote qu'il va subir un vent de dos d'environ 5-10 kt.

Cependant, de crainte que le moteur s'arrête, le pilote décide de poursuivre l'approche. En finale, il ne réduit pas toute la puissance car il veut éviter un arrêt du moteur. Aérofrein sorti, il tente une manœuvre de glissade, puis essaie de piquer afin de perdre de la hauteur. Ceci a comme effet d'augmenter la vitesse qui finit par être trop importante. Comme le moteur tourne encore, le pilote décide d'effectuer une remise de gaz. Le régime moteur n'atteint que 1800 RPM.

L'instructeur au sol conseille par radio d'effectuer un virage à droite pour un circuit à basse hauteur par-dessus la ligne électrique de la voie ferrée, car l'avion n'arrive pas à gagner de la hauteur. Après avoir rentré l'aérofrein, le pilote maintient la machine en vol horizontal, évite le décrochage, et réussit à franchir une deuxième fois la ligne électrique, en virage à droite, afin de se diriger en diagonale vers le seuil de piste 15 (voir annexe 1).

Toujours en virage, alors qu'il rejoint le seuil de piste, l'avion s'enfonce et heurte la piste en herbe avec la roue gauche du train principal. Celle-ci se rompt, l'aéronef se disloque partiellement, puis capote avant de s'immobiliser sur le dos. Les occupants, légèrement blessés, peuvent s'extraire de l'habitacle par leurs propres moyens.

Les pompiers, ainsi que d'autres personnes également présentes sur l'aérodrome à ce moment-là, se rendent immédiatement vers l'avion accidenté et prennent les premières dispositions afin de secourir les occupants. L'avion est détruit.

1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Autres personnes
Mortelles	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Légères	1	2	3	
Aucune	0	0	0	
Total	1	2	3	0

1.3 Dommages à l'aéronef

Lors de l'impact et du capotage qui a suivi, l'aéronef a été détruit.

1.4 Autres dommages

L'impact a causé quelques dégâts mineurs sur la piste en herbe.

Par contre, le carburant des réservoirs d'essence, l'acide de la batterie ainsi que de l'huile du moteur se sont répandus sur la piste, provoquant ainsi une légère pollution du sol.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1

Pilote

Personne	Nationalité suisse, année de naissance 1980	
Licence	Licence de pilote privé PPL (A), établie la première fois par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 24.10.2001 et valable jusqu'au 25.09.2008	
Qualifications	Radiotéléphonie RTI (VFR)	
Qualifications à proroger	Monomoteur SE Piston valable jusqu'au 19.10.2005	
Certificat médical	Classe 2 sans restriction, délivré le 22.12.2004 et valable du 07.01.2005 au 07.01.2010	
Expérience de vol	Total:	105:14 h
	au cours des 90 derniers jours:	4:02 h
	Sur le type en cause:	54:49 h
	au cours des 90 derniers jours:	4:02 h

Le pilote a réussi les sélections de l'instruction aéronautique préparatoire (IAP). Son activité aéronautique a débuté le 03.08.1998 lors de sa participation au premier cours.

La transition sur le CEA DR 1051 HB-EBZ a débuté le 21.03.2002. A partir de cette date et jusqu'au jour de l'accident, le pilote n'a effectué aucun vol sur un autre avion.

1.5.2

Passagers

Le passager assis sur le siège de droite bénéficiait d'une expérience aéronautique. Selon les déclarations du pilote, il n'est jamais intervenu, ni verbalement, ni sur les commandes.

Le passager qui occupait le siège arrière ne bénéficiait d'aucune expérience aéronautique.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1

Généralités

Immatriculation	HB-EBZ
Type d'aéronef	CEA DR 1051
Caractéristiques	Monomoteur triplace à aile basse, entoilé, avec une structure en bois et un train d'atterrissage fixe à roulette de queue
Constructeur	Centre Est Aéronautique, Dijon
Année de construction	1963
N° de série	426
Propriétaire	Privé
Exploitant	Privé

Champ d'utilisation	VFR de jour et de nuit, en exploitation non commerciale
Certificat de navigabilité	Etabli le 27.11.1995 par l'Office Fédéral de l'Aviation Civile (OFAC)
Moteur	Constructeur: Etablissements Potez Type: 4E20A, à pistons, 4 cylindres opposés (type Boxer), à refroidissement à air Puissance: 105 HP No. de série: 9218 Année de construction: 1963
Hélice	Constructeur: LÉGÈRE Type: M 2102 RA, bipale à pas fixe No. de série: 41
Heures d'exploitation	Cellule: - 2471:05 h au total - 15:08 h depuis le dernier contrôle 100 h - 6:04 h depuis le dernier examen complémentaire de l'aéronef effectué par un délégué de l'OFAC Moteur: - 2471:05 h au total - 181:52 h depuis la dernière révision générale du 09.08.01 - 15:08 h depuis le dernier contrôle 100 h - 6:04 h depuis le dernier examen complémentaire de l'aéronef effectué par un délégué de l'OFAC
Responsable de l'entretien	Propriétaire et exploitant de l'aéronef Il était en possession de l'autorisation EBZ/1 délivrée par l'OFAC le 26.08.1986. Celle-ci permettait à l'exploitant d'effectuer et d'attester les travaux d'entretien courants pour les contrôles de 50 h et 100 h sur l'aéronef HB-EBZ.
Dernier examen complémentaire de l'aéronef effectué par un délégué de l'OFAC	Effectué le 08.04.2005 Divers points à corriger ont été relevés dans le rapport d'examen. Aucun de ceux-ci ne concernait le système d'allumage.
Masse et centre de gravité	La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites, tant lors du décollage qu'au moment de l'accident
Endurance	Le CEA DR 1051 était équipé d'un réservoir avant d'une capacité de 52 lt, d'un réservoir arrière de 54 lt et d'un réservoir supplémentaire de 40 lt. Au décollage, la quantité de carburant embarquée était d'environ 65 lt. Le vol de l'accident a duré 48 min. La consommation moyenne se situe aux alentours de 25 lt/h.

1.6.2 Description du système d'allumage selon le manuel POTEZ

Le moteur POTEZ 4 E 20 est équipé d'un système d'allumage double dit "par batterie et par alternateur", choisi pour sa simplicité et son extrême légèreté.

Ce type d'allumage, dont la sûreté de fonctionnement est consacrée, par son utilisation, sur tous les moteurs d'automobile, a été adapté aux conditions de sécurité imposées pour les moteurs d'avion par la Norme AIR 2051 § 8.111.

Pour satisfaire à ces conditions, les dispositions suivantes ont été prises (voir schéma § 4.13):

- a) *Le moteur est équipé d'un allumeur double, c'est-à-dire produisant deux allumages simultanés par cylindre, comprenant en conséquence:*
 - *deux rupteurs*
 - *deux condensateurs*
 - *un porte-éclateurs double*
 - *un distributeur double*
- b) *Deux sources distinctes et autonomes fournissent le courant à l'allumeur double:*
 - *la batterie d'une part (autonomie 3 à 4 heures)*
 - *la génératrice ou l'alternateur d'autre part (autonomie sans limitation)*
- c) *A partir des deux sources de courant, deux circuits parallèles conduisent à chacune des deux rampes d'allumage. Les deux circuits sont reliés entre eux au départ, ce qui permet à chacune des deux sources d'alimenter simultanément les deux rangées des bougies du moteur.*

Ainsi, en cas de défaillance d'un des éléments de l'allumeur, d'une source ou d'un circuit, le moteur n'est pas privé d'allumage

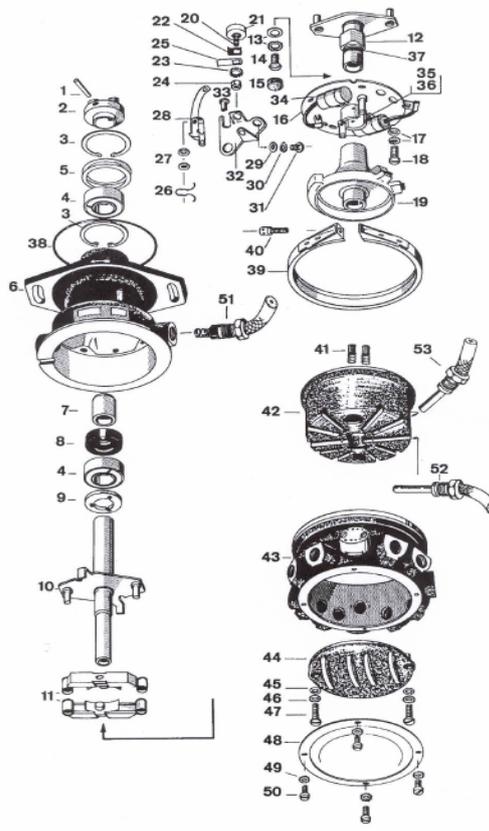


Fig. 1: Vue éclatée de l'allumeur

L E G E N D E

REP.	DESIGNATION	Nbre	REP.	DESIGNATION	Nbre
1.	GOUPILLE DU TOC D'ENTRAINEMENT	1	27.	RONDELLE ISOLANTE	2
2.	TOC D'ENTRAINEMENT	1	28.	LEVIER DU RUPTEUR (linguet)	2
3.	SEGMENT D'ARRET DE ROULEMENT	2	29.	RONDELLE	2
4.	ROULEMENT	2	30.	RONDELLE FREIN	2
5.	RONDELLE D'EPaisseur	2	31.	VIS DE SUPPORT DU RUPTEUR	2
6.	BOITIER D'ALLUMEUR	1	32.	SUPPORT DU RUPTEUR	2
7.	ENTRETOISE DES ROULEMENTS	1	33.	EXCENTRIQUE	2
8.	GARNITURE D'ETANCHEITE	1	34.	CONDENSATEUR	2
9.	RONDELLE ENTRETOISE	1	35.	VIS DU CONDENSATEUR	2
10.	ARBRE D'ENTRAINEMENT	1	36.	RONDELLE ET RONDELLE FREIN	2
11.	MASSELOTTE	2	37.	ANNEAU CAOUTCHOUC D'ARRET	1
12.	CAME	1	38.	JOINT TORIQUE	1
13.	RONDELLE ET RONDELLE FREIN	1	39.	COLLIER	1
14.	VIS BUTEE DE CAME	1	40.	VIS DE COLLIER	1
15.	FEUTRE CENTRAL	1	41.	CHARBON DE DISTRIBUTEUR	2
16.	PLATEAU DES RUPTEURS ET DES CONDENSATEURS	4	42.	DISTRIBUTEUR	1
17.	RONDELLE ET RONDELLE FREIN	4	43.	BLINDAGE	1
18.	VIS DE PLATEAU DES RUPTEURS	1	44.	COUVERCLE DU DISTRIBUTEUR	1
19.	PORTE-ECLATEURS	2	45.	RONDELLE	2
20.	VIS-BORNE	2	46.	RONDELLE-FREIN	2
21.	ISOLANT DE BORNE	2	47.	VIS DU COUVERCLE DISTRIBUTEUR	2
22.	EQUERRE ISOLANTE	2	48.	COUVERCLE DU BLINDAGE	1
23.	RONDELLE FREIN	2	49.	RONDELLE-FREIN	4
24.	ECROU DE BORNE	2	50.	VIS DU COUVERCLE DE BLINDAGE	4
25.	CONTRE RESSORT	2	51.	CABLES PRIMAIRES	2
26.	EPINGLE	2	52.	CABLES SECONDAIRES	2
			53.	FILS DE BOUGIES	8

1.7 Conditions météorologiques

Les informations contenues dans ce chapitre ont été fournies par MétéoSuisse.

1.7.1 Situation météorologique générale

Marais barométrique sur l'Europe centrale. Une zone humide liée à une faible dépression sur le centre de la France a atteint les Alpes.

1.7.2 Situation météorologique sur les lieux et au moment de l'accident

Les indications suivantes concernant les conditions météorologiques locales au moment de l'accident se basent sur une interpolation spatiale et temporelle des observations faites dans plusieurs stations météorologiques.

Météo/nuages 4-5/8, base vers 7-8000 ft AMSL;
au-dessous bancs de stratus

Temps Faibles averses possibles

Visibilité Plus de 10 km

Vent 5 kt du nord-ouest, temporairement vent modéré du sud-est

Température / point de rosée 24 °C / 17 °C

Pression atmosphérique QNH LSGG 1019 hPa, QNH LSZH 1019 hPa

Position du soleil Azimut 235° / élévation: 58°

Dangers Conditions variables de vent

1.7.3 Régime des vents dans le Chablais au moment de l'accident

A Aigle à 15:30 h on a mesuré un vent de 330°/5 kt avec des pointes de 10 kt.

A Evionnaz à 15:30 h on a mesuré un vent de 160°/15 kt avec des pointes de 24 kt.

Avant l'atterrissage, le pilote a remarqué que les fumées des usines de Monthey indiquaient un vent du nord.

Sur l'aérodrome de Bex, lors de l'approche de l'avion accidenté, l'instructeur au sol a observé un vent du sud estimé entre 5 et 10 kt.

Ces observations sont illustrées ci-dessous:

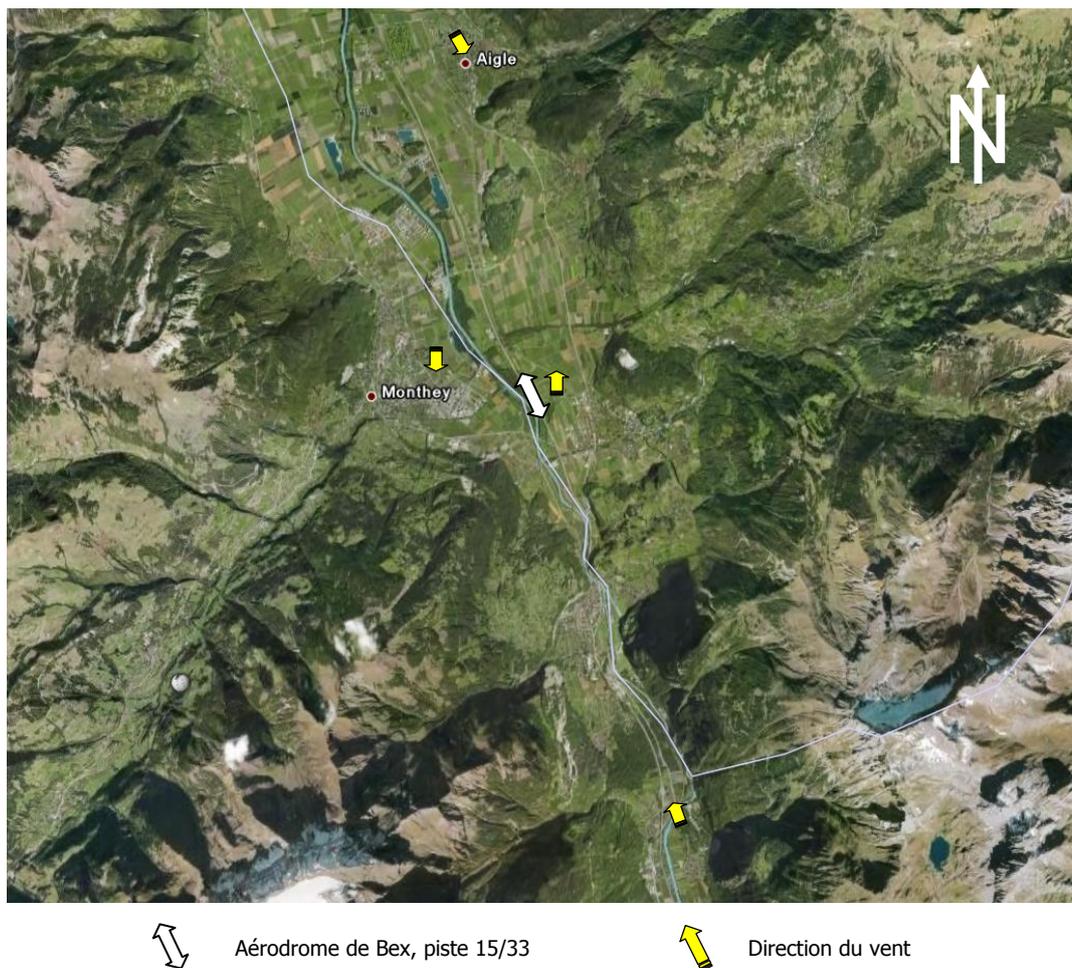


Fig. 2: Direction du vent au moment de l'accident observée à divers endroits

1.8 Aides à la navigation

A bord de l'aéronef, le pilote disposait d'un système GPS (*Global Positioning System*) portable qui n'a pas été enclenché lors du vol de l'accident.

1.9 Télécommunications

Au cours du vol de l'accident, le pilote communiquait avec les autres participants à l'aide de la radio VHF embarquée, sur une fréquence prédéfinie.

Lors de l'arrivée et de l'approche sur l'aérodrome de Bex, le pilote a sélectionné la fréquence du service d'information de vol d'aérodrome (*aerodrome flight information service* – AFIS) correspondante 122.150 MHz.

Les conversations ne sont pas enregistrées.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Le champ d'aviation de Bex est situé dans la plaine du Rhône, juste en amont du lac Léman, à la hauteur de la ville de Monthey. Cet aérodrome est entouré de montagnes, tant à l'est qu'à l'ouest. A environ 2 km en amont, la vallée se resserre vers St-Maurice.

En raison de la topographie environnante, le champ d'aviation est réputé pour ses conditions de vent particulières. Dans la zone industrielle de Monthey, de la fumée s'échappe régulièrement des cheminées, ce qui permet une représentation visuelle de la direction générale et de la force du vent dans la plaine. Cependant, bien qu'elles ne soient éloignées que de quelques kilomètres du champ d'aviation, il n'est pas rare que la direction du vent rencontré sur l'aérodrome est de sens opposé.

L'approche nécessite une autorisation préalable (*prior permission required* – PPR).

La piste en herbe désignée 15/33 est située approximativement dans le sens de la vallée et offre une dimension de 700 x 30 m.

1.11 Enregistreurs de bord

Aucun appareil permettant d'enregistrer les paramètres de vol ou les données relatives à la trajectoire de vol n'équipait l'avion accidenté. Ceux-ci n'étaient pas prescrits.

1.12 Renseignements sur l'épave, l'impact et le lieu d'accident

1.12.1 Renseignements sur l'épave

Les points suivants ont pu être constatés sur le lieu de l'accident:

- Le moteur a été arraché du fuselage. La paroi pare-feu, de même que la planche de bord et le réservoir avant s'étaient également détachés de la cellule et étaient solidaires du bloc moteur.
- La déformation des pales de l'hélice indique que le moteur ne fournissait qu'une faible puissance au moment de l'accident.
- Les instruments de vol étaient toujours fixés sur la partie gauche de la planche de bord, à l'exception de l'indicateur de virage.
- Les réservoirs d'essence se sont vidés lors de l'impact.
- L'aile gauche s'est cassée à environ 50 cm – 100 cm de son emplanture. Seul l'entoilage maintenait l'aile attachée au fuselage. Dans sa position finale, l'aile gauche était vrillée de 180° en direction de l'empennage.
- L'aile droite était encore d'une seule pièce et semblait très peu endommagée. Son bord d'attaque était abîmé au point de changement de dièdre.

- L'aérofrein était rentré.
- Lors de l'impact avec la piste, la jambe gauche du train principal s'est rompue. Le tube a été sectionné à quelques centimètres en-dessous de l'intrados de l'aile.
- La jambe droite du train principal était encore fixée sur le longeron. Seuls les carénages présentaient des dégâts apparents.
- Le pare-brise et les verrières ont été écrasés par le poids de l'aéronef.
- Le recouvrement du fuselage était déchiré à plusieurs endroits sur son côté gauche.
- L'empennage a subi quelques dégâts imputables au capotage de l'avion.
- Un examen visuel des raccords d'ailerons, des tiges d'accouplement, des leviers de renvoi, des câbles de traction et des tendeurs ainsi que les poulies de guidage n'a fourni aucun indice de défaut préalable.



Fig. 3: Epave de l'avion, dont le moteur, le réservoir avant et la planche de bord ont été arrachés lors de l'impact.

1.12.2 Renseignements sur le lieu de l'accident

Lieu de l'accident	Champ d'aviation de Bex (LSGB)
Coordonnées suisses	564 970/123 330
Latitude	N 46° 15' 43"
Longitude	E 006° 59' 07"
Altitude	~1312 ft / ~400 m
Situation	Sur la piste, à proximité immédiate du seuil de piste 15
Carte topographique de la Suisse	Feuille no. 1283, Appellation Monthey Echelle 1:25 000

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Après l'accident, le pilote et les passagers ont été transportés à l'hôpital.

1.14 Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré lors de l'accident.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1 Généralités

Les ceintures de sécurité ont été utilisées et ont résisté aux contraintes.

Comme l'avion s'est disloqué lors de l'impact, le pilote et le passager assis à l'arrière ont pu quitter l'avion par leurs propres moyens. Ils ont dû soulever l'épave afin de permettre au passager assis à droite de s'en extraire.

Le pilote souffrait de douleurs à la nuque et à la cheville gauche, d'une coupure à un doigt et de diverses contusions.

Le passager assis à droite du pilote souffrait de diverses coupures mineures et de diverses contusions.

Le passager assis à l'arrière souffrait de très légères douleurs à la nuque et d'une contusion à l'épaule gauche.

1.15.2 Balise de détresse

L'avion était équipé d'une balise de détresse (*emergency location beacon aircraft* – ELBA). Celle-ci s'est activée lors de l'impact et a été mise hors service peu après l'accident.

1.16 Essais et recherches

Des travaux d'investigations ont été entrepris sur le moteur afin de déterminer l'origine de la panne moteur.

1.16.1 Dernière révision générale du moteur

L'avion HB-EBZ a été endommagé au printemps 2001 lors d'un atterrissage d'urgence consécutif à une panne moteur. Le moteur a été déposé le 15.05.2001 afin d'effectuer une révision générale.

Cette dernière révision générale du moteur a été effectuée par une entreprise française au bénéfice d'un Certificat d'agrément national français délivré par la DGAC.

Les déclarations de l'entreprise qui a effectué les travaux de révision générale du moteur sont les suivantes:

1. *Lors de la révision, l'ancien allumeur a bien été révisé, condensateur, rupteurs ainsi que la nouvelle platine ont bien été changés suivant nouvelle adaptation AAC N° 19.*
2. *Les câbles d'allumage ont été conservés, puisque neufs.*
3. *Les 8 bougies ont été remplacées par des neuves de marque Champion TYPE REL37B.*
4. *Les autres éléments du système d'allumage n'ont pas été inspectés puisque restés sur l'avion, à savoir les bobines.*
5. *Les bougies origines étaient les ABG 590FR, mais introuvables à ce jour et remplacées par les Champions.*
6. *Programme d'entretien de l'allumeur reste celui d'origine, à savoir des 50 et 100 heures.*
7. *En ce qui concerne la surchauffe du cylindre, je n'ai aucune idée, en règle générale, c'est toujours le cylindre N° 4 qui prend le plus de température.*

Après la révision, le moteur a été installé sur l'avion HB-EBZ le 17.12.2001 avec 2289:13 h TSN (*time since new*). Le montage du moteur a été attesté par une entreprise suisse au bénéfice d'un Certificat d'agrément JAR-145.

1.16.2 Inspection du moteur

Sur mandat du BEAA, un examen du système d'allumage a été effectué par une entreprise spécialisée. Le rapport d'analyse mentionne plusieurs défauts sur celui-ci.

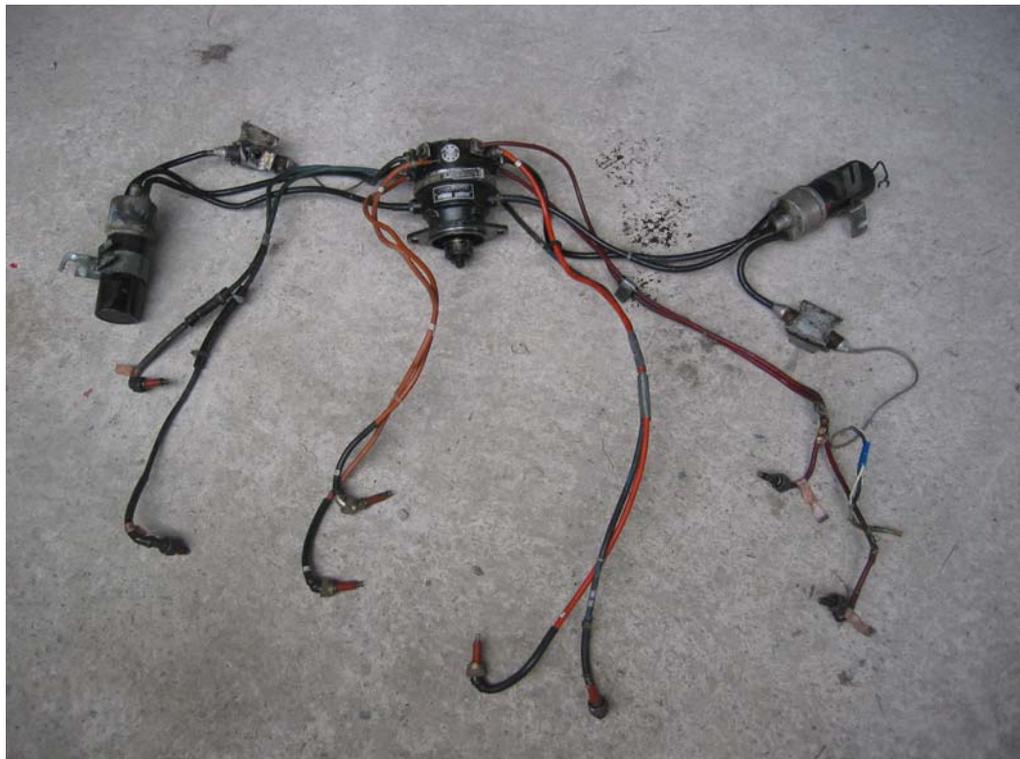


Fig. 4: Système d'allumage. Celui-ci présente plusieurs défauts décrits ci-dessous.

- Câbles d'allumage:
Connexions mal serties, mauvaises masses, câbles fortement endommagés et de 3 qualités différentes.
- Bougies:
Usées, encrassées, mal réglées et de deux types différents.
- Bobines d'allumage:
En mauvais état, surtout celle du côté droit.

D'autre part, plusieurs éléments, ayant fait l'objet d'un rapport technique intermédiaire adressé à l'OFAC, indiquent qu'une ou plusieurs interventions ont été réalisées sur le système d'allumage depuis la révision générale. Les documents techniques ne relèvent cependant aucune attestation d'entretien correspondante.

Des traces d'huile étaient visibles dans le boîtier du distributeur d'allumage. Des traces de brûlure ont été constatées sur les deux têtes de contact du porte-éclateurs.



Fig. 5: Traces de brûlures sur les deux têtes du porte-éclateurs (1), de même qu'une fissure avec court-circuit entre les deux circuits secondaires (2).

Lors du test à haute tension, le porte-éclateurs présentait un court-circuit interne entre les deux circuits secondaires. De ce fait l'allumage se faisait d'une manière décalée et sur deux cylindres simultanément.

Les cylindres du moteur ont été déposés. Les constatations suivantes ont été faites:

- Cylindres no 1, no 3 et no 4:
Ils présentaient une couleur n'indiquant aucune surchauffe. Plusieurs fissures ont été constatées sur la partie interne de la culasse. Les ailettes de refroidissement inférieures présentaient également plusieurs fissures. Sur la partie interne de la culasse, des traces d'érosion étaient visibles vers la bougie inférieure. La partie intérieure du cylindre no 1 était très grasse avec beaucoup de calamine sur sa partie supérieure.
- Cylindre no 2:
Il présentait extérieurement une couleur blanchâtre autour des orifices de bougies. Cette couleur était due à une surchauffe anormale. Le démontage de la bougie inférieure a été très difficile. Des traces de températures élevées ont également été constatées sur les soupapes et sur le piston. Une sonde de température de la tête de cylindre avait été installée ultérieurement sous la bougie supérieure. Une très forte usure due à d'importantes détonations était visible sur la partie inférieure de la culasse. Une profonde fissure qui traverse la paroi du cylindre entre la partie inférieure de la culasse et la chemise du cylindre a été décelée. Les ailettes de refroidissement présentaient également plusieurs fissures vers la bougie inférieure.

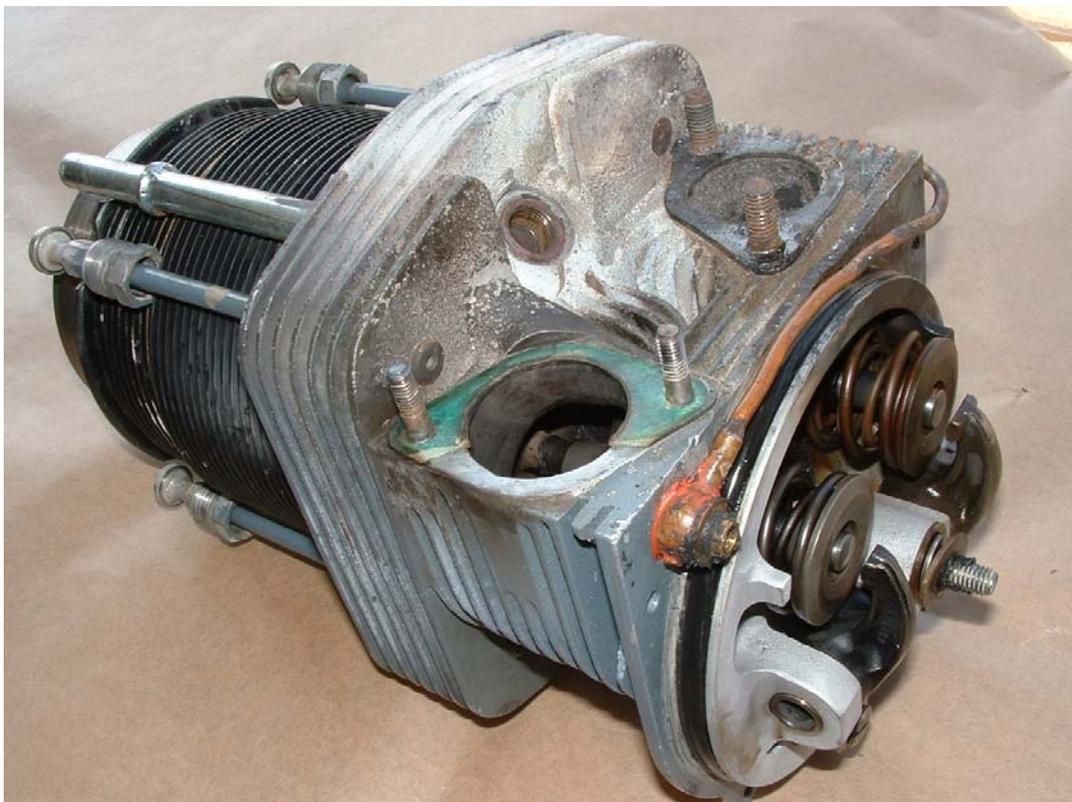


Fig. 6: Traces de surchauffe sur le cylindre no 2



Fig. 7: Perforation du cylindre no 2

Les cylindres n'ont pas été remplacés lors de la révision générale du moteur. Selon le responsable technique de l'entreprise, ils ont simplement été déglacés.

Lors de l'analyse du filtre à huile, ce dernier présentait diverses petites particules, dont certaines de nature métallique. L'examen des particules d'un échantillon d'huile de 50 ml, prélevé sur le moteur après l'accident, a donné les résultats suivants: fragments de couleurs différentes "vert, rouge brique, gris vert foncé, jaune rouge et grisâtre", matière jaune avec une structure en forme de nid d'abeille, diverses fibres et particules métalliques de couleurs gris argent. L'analyse montre que ces particules sont majoritairement constituées d'aluminium.

La durée d'utilisation de l'huile n'a pas pu être déterminée lors de l'analyse.

Dans son rapport, l'entreprise chargée de déterminer la cause de la panne moteur précise:

"(...) Conclusion: La première chute de régime provient certainement du problème d'allumage (court-circuit porte éclateurs). Lors de la remise de gaz la deuxième perte de puissance provient du trou provoqué par la surchauffe du cylindre N° 2. (...)"

1.16.3 Analyse du dossier technique

L'autorisation délivrée par l'OFAC permettait à l'exploitant et propriétaire de l'aéronef d'effectuer et d'attester les travaux d'entretien courant suivants:

- contrôle des 50 heures
- contrôle des 100 heures

Certains travaux effectués notamment sur le moteur respectivement les équipements de l'aéronef et attestés par l'exploitant dépassaient le cadre de l'autorisation susmentionnée.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

L'avion était exploité uniquement par le propriétaire et les membres de sa famille.

1.18 Renseignements supplémentaires

Sans objet.

1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

Sans objet.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

2.1.1 Origine de la chute du régime du moteur

La culasse du cylindre N° 2 présentait une forte usure due à d'importantes détonations sur la partie inférieure de la culasse. La perforation de la culasse entre la partie inférieure et la chemise du cylindre a permis une fuite importante de la compression du cylindre et une surchauffe de celui-ci. Les traces de températures élevées ont également été constatées sur les soupapes et sur le piston. Le pilote n'a pas constaté de température particulièrement élevée sur l'indicateur de la tête de cylindre, installé sur ce même cylindre. L'état de l'indicateur de température de tête de cylindre après l'accident n'a pas permis d'en vérifier le fonctionnement.

La première perte de puissance de 300 RPM, est certainement due au court-circuit entre les deux sources de courant secondaires dans le porte-éclateurs, provoquant une dérivation du courant entre les différents câbles d'allumage dans le distributeur. Ce fait provoquait un allumage différé sur deux cylindres simultanément et donnait ainsi le sentiment que le moteur tournait sur trois cylindres.

Depuis la détection de la première panne par le pilote, jusqu'à la remise de gaz lors de la tentative d'atterrissage de Bex, le moteur a fonctionné d'une manière désordonnée. Ce qui a accentué le phénomène de détonations dans les culasses, provoquant ou accentuant les fissures existantes. L'une des fissures du cylindre N° 2 n'a pas résisté et a perforé la culasse entre la partie inférieure et la chemise du cylindre. De ce fait la puissance du moteur a une nouvelle fois fortement chuté lors de la dernière remise de gaz. L'examen des culasses des cylindres montre que le phénomène de détonation n'était certainement pas récent. Les surfaces poreuses et irrégulières le confirment.

2.1.2 Entretien de l'aéronef

Les résultats obtenus à l'issue des travaux entrepris afin d'identifier la cause de la perte de puissance rencontrée lors du vol de l'accident démontrent que le moteur et ses accessoires présentaient des défauts antérieurs à l'accident (voir chap. 1.16.2).

- Lors de la révision générale du moteur, l'entreprise qui a effectué les travaux a remplacé le plateau de rupteurs et les condensateurs.
- Il a été constaté que:
 - Des composants du système d'allumage étaient en mauvais état et/ou de types différents.
 - Des particules, dont certaines de nature métallique, se trouvaient dans l'huile du moteur.

Malgré que trois organismes différents aient contrôlé l'état de l'aéronef et de ses accessoires, celui-ci n'était pas en bon état.

2.1.3 Proposition de l'entreprise qui a effectué la révision générale du moteur

L'entreprise a proposé à l'autorité de surveillance d'autoriser une modification du système d'allumage consistant en une adaptation d'un système de magnétos traditionnel pour les moteurs d'avion.

2.2 Aspects opérationnels et humains

Lorsque le pilote a constaté la perte de puissance du moteur et qu'il a décidé d'effectuer un atterrissage de précaution sur l'aérodrome de Bex, il a sélectionné la fréquence AFIS de Bex. Le pilote a principalement communiqué avec le pilote de l'avion qui l'accompagnait.

Le critère déterminant pour le choix de la piste a été la direction du vent indiquée par la fumée qui s'échappait des usines de Monthey. En raison de la topographie environnante, le vent sur le terrain d'aviation était d'une manière surprenante opposé à celui observé par le pilote, ce qu'il ignorait.

Lorsqu'il a annoncé qu'il se trouvait en vent arrière, il a omis de préciser la direction de piste choisie de sorte que les personnes à l'écoute sur la fréquence n'ont pas réalisé qu'il avait fait un choix inapproprié. Ce n'est que lorsque l'avion s'est trouvé en base que le pilote a reçu l'information de l'instructeur au sol qu'il allait avoir du vent de dos de 5 à 10 kt en finale. A ce moment-là, deux options se présentaient: poursuivre l'approche afin d'atterrir le plus tôt possible ou effectuer une approche sur l'autre piste et risquer un arrêt du moteur avant d'être au sol.

Le pilote a choisi de poursuivre l'approche et d'atterrir avec du vent de dos. Il a choisi de maintenir de la puissance en finale afin d'éviter un arrêt du moteur et de permettre une éventuelle remise de gaz. Constatant qu'il se présentait trop haut et trop vite, il a tenté de piquer en sortant l'aérofrein et en effectuant une glissade, ce qui n'a pas suffi. Une remise de gaz était inévitable. Il n'est cependant pas certain que l'atterrissage ait été possible s'il avait coupé les gaz durant toute l'approche. D'autre part, un changement de piste alors que le pilote se trouvait en étape de base pour la piste 33, donc à une altitude plus élevée, aurait été plus opportun.

Le pilote ne bénéficiait pas d'une très grande expérience de vol. Son sang-froid ainsi que la technique de vol adoptée après la remise de gaz a permis de contrôler la machine en vol horizontal et à faible vitesse.

Ce n'est que juste après avoir repassé les derniers obstacles, dans le dernier virage en s'alignant sur le seuil de piste 15, que l'avion s'est enfoncé. Il a touché le sol avec la jambe gauche du train principal qui a été sectionnée, provoquant ainsi le capotage.

L'avion s'est alors disloqué avant de terminer sa course sur le dos. Une grande partie de l'énergie cinétique a été absorbée, augmentant ainsi les chances de survie des occupants.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

- Le pilote était titulaire d'une licence de pilote privé pour avion PPL (A).
- Le dernier examen médical a été effectué le 22.12.2004.
- L'avion était admis à la circulation VFR de jour et de nuit en exploitation non commerciale.
- La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites, tant lors du décollage qu'au moment de l'accident.
- La quantité d'essence embarquée était suffisante pour effectuer ce vol.
- Les conditions météorologiques étaient favorables. Cependant, les régimes de vent dans la région de l'aérodrome étaient particuliers.
- Le pilote n'a pas lancé d'appel de détresse, il a informé les autres pilotes de son intention d'effectuer un atterrissage de précaution sur l'aérodrome de Bex.
- Lors de l'arrivée et de l'approche sur l'aérodrome de Bex, le pilote a communiqué ses intentions sur la fréquence du service d'information de vol d'aérodrome (*aerodrome flight information service – AFIS*).
- Le pilote a choisi initialement la direction de piste sur la base de l'orientation du vent indiquée par la fumée qui s'échappait des usines de Monthey. Il n'a pas regardé la manche à air sur l'aérodrome de Bex.
- L'avion était équipé d'une balise de détresse qui s'est activée au moment de l'impact.
- La déformation des pales de l'hélice indique que le moteur ne fournissait qu'une faible puissance au moment de l'accident.
- La dernière révision générale du moteur a été effectuée par une entreprise française au bénéfice d'un Certificat d'agrément national français délivré par la DGAC. Le montage du moteur a été attesté par une entreprise suisse au bénéfice d'un Certificat d'agrément JAR-145.
- Certains travaux effectués sur l'aéronef et attestés par l'exploitant dépassaient le cadre de l'autorisation délivrée par l'OFAC.
- Le dernier examen complémentaire de l'aéronef effectué par un organisme délégué par l'OFAC remonte au 08.04.2005. Divers points à corriger ont été relevés dans le rapport d'examen. Ceux-ci ne concernaient pas le système d'allumage.
- Le moteur et ses accessoires présentaient des défauts antérieurs à l'accident.

3.2 Cause

L'accident est dû à une collision avec le sol consécutivement à une perte de contrôle de l'aéronef lors d'un atterrissage de précaution consécutif à une diminution importante de la puissance du moteur.

Facteurs ayant joué un rôle dans l'accident:

- Mauvais état du moteur et de ses accessoires.
- Choix initial de la direction de piste.

Berne, le 23 août 2007

Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

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

Conformément à la Convention relative à l'aviation civile internationale (OACI, Annexe 13), l'enquête sur un accident d'aviation ou un incident grave a pour seul objectif la prévention de futurs accidents ou incidents. Elle ne vise nullement à la détermination des fautes ou des responsabilités. Selon l'art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave.

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

Annexe 1: Illustration de la manœuvre du HB-EBZ sur l'aérodrome de Bex



 1^{er} contact avec le sol

 Emplacement de l'épave sur le dos