



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. 1996 du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

concernant l'accident

de l'avion FFA AS202/15-1 „Bravo“, HB-HFI

survenu le 17 avril 2007

à Ampferenboden, commune d'Urnäsch/Appenzell Rhodes extérieures

à environ 14 km au sud-ouest d'Appenzell

Ursachen

Der Unfall ist auf eine Kollision mit dem Gelände zurückzuführen, weil die Besatzung in einem engen Tal eine Flughöhe wählte, welche bei den im Talkessel vorhandenen Platzverhältnissen weder eine Umkehrkurve noch ein sicheres Überqueren des niedrigsten Bergkammes erlaubte.

Folgende Faktoren haben die Entstehung des Unfalls möglicherweise begünstigt:

- Zu späte Intervention des Fluglehrers;
- Fehlende Kenntnisse der lokalen Topographie.

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport contient les conclusions du BEAA quant aux causes et circonstances de cet accident.

Conformément à la Convention relative à l'aviation civile internationale du 7 avril 1944 (OACI, Annexe 13) et à l'article 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention de futurs accidents ou incidents. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un grave incident. Le présent rapport ne vise donc nullement à établir les responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

Si le présent rapport est utilisé à d'autres fins que la prévention d'accidents, il convient d'en tenir dûment compte.

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

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 (MESZ). Relation entre LT, MESZ et temps universel coordonné (*universal time coordinated* – UTC) :
LT = MESZ = UTC + 2 h.

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

Table des matières

Synopsis	6
Sommaire	6
Enquête	6
1 Renseignements de base	8
1.1 Déroulement du vol	8
1.1.1 Introduction	8
1.1.2 Préambule	8
1.1.3 Déroulement du vol	8
1.2 Tués et blessés	10
1.3 Dommages à l'aéronef	10
1.4 Autres dommages	11
1.5 Renseignements sur le personnel	11
1.5.1 Instructeur de vol (siège droit)	11
1.5.1.1 Expérience de vol	12
1.5.1.2 Temps de service de vol et de repos du pilote et de l'instructeur de vol	12
1.5.2 Pilote (siège gauche)	12
1.5.2.1 Expérience de vol	13
1.6 Renseignements sur l'aéronef	13
1.7 Conditions météorologiques	15
1.7.1 Généralités	15
1.7.2 Situation météorologique générale	15
1.7.3 Conditions météorologiques sur le lieu et à l'heure de l'accident	15
1.7.4 Conditions météorologique dans la région de l'accident	16
1.7.5 Données astronomiques	16
1.7.6 Messages météorologiques émis par l'aéroport	17
1.7.7 Prévisions	17
1.7.8 Avertissements de dangers météorologiques pour l'aviation	18
1.8 Aides à la navigation	18
1.9 Télécommunications	18
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	18
1.11 Enregistreur de bord	18
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	19
1.12.1 Epave	19
1.12.2 Impact	19
1.12.3 Lieu de l'accident	19
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	20
1.13.1 Généralités	20
1.13.2 Instructeur	20
1.13.3 Pilote	20
1.14 Incendie	20
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	21
1.15.1 Généralités	21
1.15.2 Balise de détresse	22
1.15.3 Recherche et sauvetage	22

1.16	Essais et recherches	23
1.16.1	Généralités	23
1.16.2	Instruments du cockpit	23
1.16.2.1	Horizon artificiel	23
1.16.2.2	Indicateur de vitesse	23
1.16.2.3	Variomètre.....	23
1.16.2.4	Accéléromètre	23
1.16.2.5	Compteur horaire	24
1.16.2.6	Affichage des paramètres du moteur	24
1.16.3	Moteur.....	25
1.16.4	Carburant	25
1.17	Informations concernant les différentes organisations et leur gestion..	25
1.17.1	Ecole d'aviation Air-Espace.....	25
1.17.2	Plan de formation pour la formation de pilote professionnel	25
1.17.3	Aérodrome de Lausanne	25
1.18	Renseignements supplémentaires.....	26
1.18.1	Vols de reconstitution	26
1.18.2	Enquête auprès d'anciens élèves de l'instructeur	26
1.19	Techniques d'enquête utiles ou efficaces	28
2	Analyse.....	29
2.1	Aspects techniques.....	29
2.1.1	Généralités	29
2.1.2	Analyse des traces laissées sur les instruments du cockpit	29
2.1.2.1	Analyse des empreintes laissées au niveau de l'horizon artificiel	29
2.1.2.2	Indicateur de vitesse	29
2.1.2.3	Compteur horaire	30
2.2	Aspects opérationnels et humains.....	30
2.2.1	Plan de formation pour la formation de pilote professionnel	30
2.2.2	Aides à la navigation terrestre.....	31
2.2.3	Entrée dans le Neckertal	31
2.2.4	Enquête auprès des anciens élèves de l'instructeur.....	33
2.2.5	Service de recherches et de sauvetage - SAR.....	33
3	Conclusions	34
3.1	Résultats de l'enquête.....	34
3.1.1	Aspects techniques.....	34
3.1.2	Equipage	34
3.1.3	Déroulement du vol	34
3.1.4	Environnement.....	34
3.2	Causes	35
Annexe 1	36
Annexe 2	37
Annexe 3	38
Annexe 4	39

Rapport final

Propriétaire	Privé
Exploitant	Air-Espace Sàrl, CH-2013 Colombier/NE
Type d'aéronef	FFA AS202/15-1 „Bravo“
Pays d'immatriculation	Suisse
Immatriculation	HB-HFI
Lieu de l'accident	Ampferenboden, commune d'Urnäsch, Canton d'Appenzell Rhodes extérieures
Coordonnées	737 765 / 236 475 WGS 84: N 47° 15' 55" / E 9° 15' 34"
Date et heure	17 avril 2007, vers 11 h 00

Synopsis

Sommaire

Le mardi 17 avril 2007 à 09 h 22, l'avion FFA AS-202/15-1 „Bravo“, immatriculé HB-HFI, décolle de la piste 36 de l'aérodrome de Lausanne - La Blécherette pour un vol d'instruction. A bord se trouvent le pilote dans le rôle de l'élève et son instructeur de vol. Dans le cadre de la formation de pilote professionnel, un vol de navigation était planifié à destination de l'aéroport de St. Gallen-Altenrhein.

Le soir du 17 avril 2007, les collègues de l'instructeur constatent que l'avion n'est pas de retour à l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette.

Le lendemain matin, soit le 18 avril 2007, l'épave de l'avion est retrouvée dans la région du Säntis, au fond d'un vallon dénommé Neckertal.

Les occupants sont mortellement blessés lors de l'impact avec le sol. L'avion est détruit et de faibles dégâts au sol sont constatés.

Enquête

L'accident s'est déroulé le 17 avril 2007 vers 11 h 00 dans le cadre d'une formation dispensée par l'école d'aviation Air-Espace. Le soir de l'accident, vers 17 h 00, des collaborateurs de l'école d'aviation Air-Espace de Lausanne - La Blécherette ont constaté que l'avion n'était pas de retour. Après quelques recherches, la REGA a été contactée à 18 h 30. Celle-ci a informé le BEAA et a lancé l'alarme à 19 h 07. L'épave a été retrouvée le lendemain matin à 08 h 22 dans le cirque montagneux terminant le Neckertal. L'enquête a été ouverte le 18 avril 2007 à 11 h 00 par le BEAA, en collaboration avec la police du canton d'Appenzell Rhodes extérieures.

L'accident est dû à une collision avec le terrain lors d'un vol à trop faible hauteur dans une vallée étroite se terminant par un cirque montagneux ne permettant ni un virage de rebroussement, ni le survol des plus basses crêtes environnantes.

Facteurs ayant pu jouer un rôle dans l'accident:

- Intervention trop tardive de l'instructeur de vol;
- Manque de connaissances de la topographie locale.

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Introduction

La description des faits qui ont précédé le vol de l'accident ainsi que du déroulement du vol se base sur les enregistrements de conversations radiotéléphoniques, les tracés radar ainsi que les informations fournies par des témoins qui ont observé certaines phases du vol.

Le vol s'est déroulé selon les règles de vol à vue.

1.1.2 Préambule

L'élève pilote, désigné ci-après pilote, se trouve dans un programme d'instruction intégré en vue d'obtenir une licence de pilote professionnel (*commercial pilot licence* – CPL). Cette formation est dispensée par l'école d'aviation Air-Espace. Au cours des mois de février et mars 2007, le pilote suit en quelques semaines une formation sur avions monomoteurs à piston afin d'obtenir la qualification de vol aux instruments (*instrument rating single pilot aeroplane* - IR SP(A)). Peu après, il commence une formation en vue d'obtenir la qualification sur avions multimoteurs à piston (*multi engine piston (land)* – MEP(L)). Le 13 avril 2007, soit quatre jours avant l'accident, il réussit l'examen combiné de qualification de classe (MEP(L)) ainsi que la qualification de vol aux instruments (IR SP(A)).

Ensuite le pilote et l'instructeur commencent la formation pratique en vue d'obtenir la licence de pilote professionnel. La veille de l'accident, ils effectuent un vol de navigation à partir de Lausanne avec un atterrissage à Samedan et à Locarno à bord de l'avion AS-202/15-1 immatriculé HB-HFI. Dans le cadre de la formation CPL et selon le syllabus de l'école d'aviation Air-Espace, un vol est planifié le jour de l'accident de Lausanne à St. Gallen-Altenrhein. Avant le départ de Lausanne, un avis de vol est déposé au bureau C et l'avion est avitaillé. 85 litres de carburant AVGAS sont ajoutés. Aucun plan de vol ATC n'est déposé.

L'enquête n'a mis en évidence que peu d'informations relatives à la préparation du vol. Le pilote disposait de deux comptes d'accès *homebriefing* permettant d'accéder aux documents nécessaires à une préparation de vol. Les 16 et 17 avril 2007, aucun accès n'a été effectué sur ces deux comptes. L'instructeur n'était pas enregistré dans ce système d'information et ne disposait ainsi d'aucun compte d'accès. Le 2 juillet 2007 un compte d'accès public a été ouvert sur le système AMIE *selfbriefing system (AIS meteorological information environment)* de l'aéroport de Lausanne.

1.1.3 Déroulement du vol

L'avion AS-202/15-1, immatriculé HB-HFI, décolle le 17 avril 2007 à 09 h 22 de la piste 36 de l'aérodrome de Lausanne. L'équipage affiche le code 7000 sur le transpondeur, comme recommandé pour les vols dans les espaces aériens de classe G - *Golf* et E - *Echo* et active également le mode de transmission automatique de l'altitude (*ALT mode*). Les systèmes radar de Skyguide enregistrent dès 09 h 34 min 59 sec et à une distance de 38.1 km (20,5 *nautical miles*) au nord-est de Lausanne un relevé radar (écho du radar secondaire avec transmission de l'altitude) qui peut clairement être attribué au HB-HFI.

A 09 h 38 min 14 sec, l'équipage du HB-HFI prend contact avec la tour de contrôle de Berne afin de traverser la zone de contrôle (*control zone – CTR*) de l'aéroport de Berne. Suite au premier appel qui a eu lieu à proximité de la balise VOR (*VHF omnidirectional range*) de Fribourg, l'équipage se voit attribuer le code transpondeur 6373. Puis, il obtient l'autorisation de traverser la zone de contrôle de Berne. Une fois la CTR de Berne traversée, l'équipage prend congé de l'organe de contrôle d'aérodrome de Berne et affiche à nouveau le code 7000 sur le transpondeur.

Il s'agit de la dernière communication radio enregistrée du HB-HFI. Aucun contact n'est établi avec le service d'information de vol *Zurich information*.

A 10 h 01 selon le relevé radar, le HB-HFI survole la balise VOR de Willisau à une altitude de 4100 ft AMSL. Puis, il effectue quelques exercices de manoeuvre et de radionavigation dans la zone au sud du VOR de Willisau. 20 minutes après le premier passage, il survole à nouveau la balise VOR de Willisau. Ce faisant, le HB-HFI descend à une altitude de 2500 ft AMSL avant de remonter entre 3600 et 3700 ft AMSL, suivant à nouveau une trajectoire est-nord-est. Dix minutes plus tard, à 10 h 31, le HB-HFI entame une descente et effectue un tour complet au nord du lac de Zoug à une altitude de 3100 ft. Puis, il survole la chaîne de l'Albis dans la région du village de Hirzel à une altitude de 2900 ft AMSL. Selon le relevé radar, le vol se poursuit le long de la chaîne de collines située au sud-ouest du lac de Zurich. Dans la plaine de la Linth, volant d'abord en direction du Walensee, le HB-HFI atteint une altitude variant entre 3200 et 3300 ft AMSL puis vire à gauche vers la chaîne de collines située au nord de la plaine.

Le relevé radar prend fin à 10 h 52 min 22 sec, à environ 4 km à l'ouest du Rickenpass avec une altitude de 3300 ft AMSL. Un dernier relevé du radar secondaire avec le code transpondeur 7000 mais sans transmission de l'altitude est enregistré à 10 h 53 min 10 sec à un demi-kilomètre au sud du Rickenpass.

Depuis le Rickenpass, le HB-HFI doit avoir traversé le Toggenburg au sud de Wattwil, puis bifurqué au niveau de Hemberg dans l'arrière-Neckertal.

La suite du vol peut être reconstituée sur la base des déclarations de témoins oculaires (cf. annexe 1).

Un témoin oculaire, occupé à des travaux agricoles avec sa femme et son fils sur le versant sud de *Hintere-Neckertal* fourni les renseignements suivants:

„Ich kam aus unserem Schürli in Hanskuen [Anmerkung: Flurbezeichnung] und sah, wie ein kleines Flugzeug von meinem Standort her etwa auf Höhe der Kirche Hemberg ins hintere Neckertal einflog. Aufgrund der Geländereferenzen muss das Flugzeug auf ca. 1000 m/M geflogen sein. [Anmerkung: Hanskuen Höhe 910 m/M] Ich sah, wie das Flugzeug nahe am südlichen Talhang sehr tief talaufwärts flog und dann etwas talaufwärts meines Standortes eine Schleife einleitete. Zuerst flog das Flugzeug an meinem Standort vorbei talaufwärts, dann leitete es die Kurve ein, passierte meinen Standort am gegenüberliegenden Talhang talabwärts, um dann wieder weiterzukurven und nochmals talaufwärts an meinem Standort vorbei zu fliegen. Ich beobachtete dann, wie das Flugzeug talaufwärts im hinteren Neckertal verschwand. Ich hatte nicht den Eindruck, dass das Flugzeug im Steigflug war.“

Traduction:

Je sortais de notre petite grange située à Hanskuen [ndlr: lieu-dit]. De ma position, j'ai vu un petit avion qui pénétrait dans le *Hintere Neckertal* environ à la

hauteur de l'église de Hemberg. Par rapport à la topographie, l'avion devait voler à une altitude d'environ 1000 m [ndlr: altitude Hanskuen 910 m/M]. J'ai vu l'avion, proche du versant sud, remontant la vallée à très basse altitude. Puis, un peu en amont de l'endroit où je me tenais, il a entrepris un virage. Tout d'abord, l'avion a survolé l'endroit où je me situais en remontant la vallée, puis il a effectué le virage et est repassé au-dessus de l'endroit où je me trouvais, longeant le versant opposé en descendant la vallée, avant de virer et de remonter à nouveau la vallée. J'ai ensuite observé l'avion disparaître en amont au fond du Neckertal. Je n'ai pas eu l'impression que l'avion était en vol de montée.

Fin de traduction.

A la question relative à l'heure de l'observation, le témoin déclare: „*Halbi elfi, elfi*”. Traduction: entre 10 h 30 et 11 h 00.

Dans la cuvette qui termine le Neckertal, l'avion touche d'abord, en vol de descente prononcé, une arête à une altitude de 1100 m, soit 3606 ft AMSL. Des éléments de l'avion sont arrachés. Environ 30 m plus loin, l'avion s'écrase sur un alpage très pentu avec un fort angle d'impact et une grande vitesse. Au vu des traces observées, on peut en déduire que l'avion avait un cap orienté vers l'aval de la vallée, c'est-à-dire que la direction de vol était à 180° opposée à celle de l'entrée dans la vallée.

La distance parcourue entre la position du dernier écho radar enregistré à 10 h 53 min 10 sec et le lieu de l'accident est de 21 km, comme représenté dans l'annexe 1. A la vitesse de 120 MPH, il faut environ 7 minutes au HB-HFI pour parcourir cette distance. L'accident s'est donc produit vers 11 h 00.

Les deux occupants sont mortellement blessés et l'avion est détruit.

1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Tiers
Mortelles	2	0	2	---
Graves	---	---	---	---
Légères	---	---	---	---
Aucune	---	---	---	---
Total	2	---	2	---

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été détruit lors de l'accident.

1.4 Autres dommages

Dégâts au sol insignifiants.

1.5 Renseignements sur le personnel**1.5.1** Instructeur de vol (siège droit)

Données personnelles

Citoyen suisse, année de naissance 1945

Licence

Licence de pilote de ligne avion (*air transport pilot licence aeroplane – ATPL(A)*) selon *joint aviation requirements* (JAR), délivrée la première fois par l'office fédérale de l'aviation civile (OFAC) en tant que licence pour pilote de ligne selon RPN le 18.01.1988

Qualifications valables

Qualification de classe pour avions monomoteurs à piston (*single engine piston – SEP*) valable jusqu'au 23.08.2008

Qualification de type Beechcraft BE 90/99/100/200, valable jusqu'au 23.08.2007

Qualification de classe pour avions multimoteurs à piston (*multi engine piston – MEP*), valable jusqu'au 01.09.2007

Radiotéléphonie internationale pour vol à vue et aux instruments RTI (VFR/IFR)

Vol de nuit NIT

Vol de virtuosité ACR

Atterrissages en montagne MOU

Instructeur de vol (FI(A)), valable jusqu'au 25.11.2008

Instructeur de vol aux instruments (IRI(A)), valable jusqu'au 25.11.2008

Qualification de vol aux instruments

IR SP(A), valable jusqu'au 01.09.2007

Dernier contrôle de compétence

IR/MEP(L) *proficiency check* effectué le 12.06.2006

Certificat médical

Classe 2, VML – *shall wear multifocal spectacles or contact lenses that correct for defective distant, intermediate and near vision and carry a spare set of spectacles or lenses*. Soit: port de lunettes ou lentilles de contact multifocales, qui corrigent la myopie, la vision intermédiaire et l'hypermétropie et obligation d'emporter une paire de lunettes ou des lentilles de rechange.

Valable jusqu'au 25.01.2008

Dernier examen médical

29.12.2006

Début de la formation aéronautique

1962

1.5.1.1	Expérience de vol	
	Total	15 070:56 h
	Sur le type en cause	174:10 h depuis début 2002
	Au cours des 90 derniers jours	64:24 h
	Sur le type en cause	10:15 h
	Au cours des dernières 24 h	5:35 h
	Sur le type en cause	5:35 h
	En tant que commandant	13 892:23 h
	Atterrissages au total	29 461
	Au cours des 90 derniers jours	114
1.5.1.2	Temps de service de vol et de repos du pilote et de l'instructeur de vol	
	Début du service de vol la veille	le 16 avril 2007, à 08 h 31 (définition: une heure avant le <i>off block time</i> réel)
	Fin du service de vol la veille	le 16 avril 2007, à 16h29 (définition: une demi-heure après le <i>on chocks time</i> réel)
	Temps de service de vol pour le 16.4.2007	07:58 h
	Début du service de vol le jour de l'accident	le 17 avril 2007, à 08h15 (une heure avant le <i>off block time</i> supposé)
	Temps séparant la fin du service la veille au soir du début du service le matin de l'accident	15:46 h
	Temps de service de vol au moment de l'accident	02:45 h
1.5.2	Pilote (siège gauche)	
	Données personnelles	Citoyen suisse, année de naissance 1975
	Licence	Licence de pilote privé pour avions (PPL(A)), délivrée pour la première fois par l'OFAC le 24.09.2002
	Qualifications	Qualification de classe pour avions monomoteurs à piston (<i>single engine piston</i> – SEP(L)), valable jusqu'au 27.08.2008 Qualification de classe pour avions multimoteurs à piston (<i>multi engine piston</i> – MEP(L)), valable jusqu'au 13.04.2008 Radiotéléphonie internationale pour vol à vue et aux instruments RTI (VFR/IFR) Vol de nuit NIT Vol de virtuosité ACR

Qualification de vol aux instruments	IR SP(A), valable jusqu'au 13.04.2008
Dernier contrôle de compétence	IR/MEP(L) <i>skilltest</i> effectué le 13.04.2007
Certificat médical	Classe 1, restriction VDL – <i>shall wear spectacles or contact lenses that correct for defective distant vision and carry a spare set of spectacles or lenses.</i> Soit: port de lunettes ou lentilles de contact multifocales, qui corrigent la myopie et obligation d'emporter une paire de lunettes ou des lentilles de rechange. Valable jusqu'au 20.11.2007
Dernier examen médical	20.11.2006
Début de la formation aéronautique	01.12.2001
1.5.2.1 Expérience de vol	
Total	229:21 h
Sur le type en cause	5:32 h
Au cours des 90 derniers jours	39:41 h
Sur le type en cause	5:32 h
Au cours des dernières 24 h	5:32 h
Sur le type en cause	5:32 h
Sur avions à moteur	229:21 h
Comme commandant/copilote	106:42 h
Atterrissages au total	678
Sur le type en cause	3
Atterrissages au cours des 90 derniers jours	49
Sur le type en cause	3
1.6 Renseignements sur l'aéronef	
Immatriculation	HB-HFI
Type d'aéronef	FFA AS202/15-1 „Bravo“
Caractéristiques	Monomoteur à aile basse, avec train d'atterrissage fixe et roue de pouce
Constructeur	Flug - & Fahrzeugwerke AG Altenrhein
Année de construction	1978
Numéro de série	109
Propriétaire	privé
Exploitant	Air-Espace S.à.r.l., CH-2013 Colombier/NE

Moteur	4 cylindres boxer avec refroidissement à air Constructeur Textron Lycoming Modèle O-320-D2A Numéro de série L-12572-39A Année de construction inconnue Puissance 118 kW (160 CV)
Hélice	Hélice bipale métallique à pas fixe Constructeur Mc Cauley Propeller Modèle 1C172/MGM 7460 Numéro de série 735583 Année de construction 1973
Equipement	COM/NAV VHF: 1 Garmin GNS-430, 1 King KX-175B 1 Transponder King KT 76A 1 ELT Artex ELT-200 1 Audio Panel PMA 4000
Heures d'exploitation de la cellule	Nombre d'heures total depuis la construction: 12 399:48 h Le dernier contrôle 50 heures a été effectué le 22.03.2007 avec 12 379:58 h et le dernier contrôle 100 heures a été effectué le 25.10.2006 avec 12 329:28 h.
Heures d'exploitation du moteur	Total des heures depuis la construction: 6347:30 h depuis la pose: 1915:48 h depuis la révision (<i>overhaul</i>): 1915:48 h depuis le dernier 50 h: 19:50 h depuis le dernier 100 h: 70:20 h
Heures d'exploitation de l'hélice	Total des heures depuis la construction 5866:54 h depuis la pose sur le HB-HFI: 5866:54 h depuis la révision (<i>overhaul</i>): 93:41 h depuis le dernier contrôle périodique: 19:50 h
Masse maximale au décollage	999 kg dans la catégorie <i>normal/utility aircraft</i>
Masse et centrage	Pour le décollage de Lausanne, la masse calculée de l'avion était d'environ 1016 kg. Le centre de gravité se trouvait en dehors des limites prescrites. La masse de l'avion au moment de l'accident était d'environ 978 kg, le centre de gravité était situé à la limite avant autorisée.
Entretien	Les derniers travaux d'entretien planifiés était un contrôle 50 heures qui a eu lieu le 22.03.2007 avec 12 379:58 h.

Restrictions techniques	Dans le carnet de route, HIL, <i>open item list</i> , etc. figurait la remarque suivante: <i>Support p. casques à refixer</i>
Qualité du carburant	Essence aviation AVGAS 100LL
Quantité de carburant	La quantité de carburant au décollage était de 174 litres (complètement plein), dont 160 litres était utilisables.
Certificat d'immatriculation	Etabli le 12.05.2004 par l'OFAC
Certificat de navigabilité	Délivré par l'OFAC le 23.08.1995 / valable jusqu'à révocation
Champ d'utilisation	VFR de jour et de nuit

1.7 Conditions météorologiques

1.7.1 Généralités

Les informations des chap. 1.7.2 à 1.7.8 ont été fournies par MétéoSuisse.

Pour l'appréciation de la visibilité et la nébulosité, on a également utilisé des images fournies par diverses webcams.

1.7.2 Situation météorologique générale

Ein Hochdruckgebiet mit Kern westlich von Irland bestimmte das Wetter in der Schweiz. Die Druckverteilung über Mitteleuropa war flach.

Traduction:

Une zone de haute pression centrée à l'ouest de l'Irlande influençait le temps en Suisse. La répartition de la pression sur l'Europe centrale était uniforme.

Fin de traduction.

1.7.3 Conditions météorologiques sur le lieu et à l'heure 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.

<i>Wetter/Wolken</i>	<i>wolkenlos</i>
<i>Sicht</i>	<i>über 30 km</i>
<i>Wind</i>	<i>variabel 1-3 kt</i>
<i>Temperatur/Taupunkt</i>	<i>13 °C / 5 °C</i>
<i>Luftdruck</i>	<i>QNH LSZH 1019 hPa, LSZR 1019 hPa, LSZA 1019 hPa</i>
<i>Gefahren</i>	<i>keine erkennbaren</i>

Traduction:
 Temps/nuages Ciel dégagé
 Visibilité Supérieure à 30 km
 Vent Variable 1-3 kt
 Température/Point de rosée 13 °C / 5 °C
 Pression atmosphérique QNH LSZH 1019 hPa, LSZR 1019 hPa, LSZA 1019 hPa
 Dangers aucun danger apparent
 Fin de traduction.

1.7.4 Conditions météorologique dans la région de l'accident

Observations visuelles synoptiques faites au Säntis

	0600Z (08:00 Uhr)	0900Z (11:00 Uhr)
<i>Höhe</i>	2502 m/M (8208 ft AMSL)	2502 m/M (8208 ft AMSL)
<i>Wind (kt)</i>	040/2	080/2
<i>Wolken</i>	wolkenlos	1/8 auf 300 ft AGL (8508 ft AMSL)
<i>Wetter</i>	-	-
<i>Sicht</i>	35 km	55 km
<i>Temperatur/Taupunkt</i>	3 °C / -4 °C	3 °C / -8 °C

Traduction:

	0600Z (08 h 00)	0900Z (11 h 00)
Altitude	2502 m/M (8208 ft AMSL)	2502 m/M (8208 ft AMSL)
Vent (kt)	040/2	080/2
Nébulosité	ciel dégagé	1/8 à 300 ft AGL (8508 ft AMSL)
Temps	-	-
Visibilité	35 km	55 km
Température/ point de rosée	3 °C / -4 °C	3 °C / -8 °C

Fin de traduction.

1.7.5 Données astronomiques

<i>Sonnenstand</i>	<i>Azimut: 129°</i>	<i>Höhe: 42°</i>
Beleuchtungsverhältnisse	Tag / hell	
Traduction:		
Position du soleil	Azimut: 129°	Élévation: 42°
Luminosité	Jour/ clair	

Fin de traduction.

1.7.6 Messages météorologiques émis par l'aéroport

Les messages d'observation météorologique d'aéroport (METAR) étaient les suivants au moment de l'accident:

LSZH 170850Z 360/03 280V090 CAVOK 17/6 Q1019 NOSIG

En clair:

Le 17.04.2007, juste avant l'heure de publication du message de 08:50 UTC, soit 10 h 50, les conditions météorologiques suivantes ont été observées sur l'aéroport de Zurich:

Vent	Du 360° avec 3 kt, variable entre 280° et 090°
Visibilité météorologique	Supérieure à 10 km
Précipitations	aucune
Nébulosité	Aucun nuage inférieur à 8000 ft au-dessus de l'aéroport
Température	17 °C
Point de rosée	6 °C
Pression atmosphérique	1019 hPa
Prévision pour les deux prochaines heures	aucun changement significatif

LSZR 170850Z 29004 260V330 CAVOK 14/07 Q1019 NOSIG RMK G=

En clair:

Le 17.04.2007, juste avant l'heure de publication des du message de 08:50 UTC, soit 10 h 50, les conditions météorologiques suivantes ont été observées à l'aéroport de St. Gallen-Altenrhein:

Vent	Du 290° avec 4 kt, variable entre 260° et 330°
Visibilité météorologique	Supérieure à 10 km
Précipitations	Aucune
Nébulosité	Aucun nuage inférieur à 9000 ft au-dessus de l'aéroport
Température	14 °C
Point de rosée	7 °C
Pression atmosphérique	1019 hPa

1.7.7 Prévisions

Au moment de l'accident, la prévision d'aéroport suivante était valable (*terminal aerodrome forecast* – TAF):

LSZH 170600Z 170716 VRB03KT CAVOK=

En clair:

Le 17.04.2007, les prévisions météorologiques suivantes étaient annoncées pour l'aéroport de Zurich entre 07:00 UTC et 16:00 UTC:

Vent	Direction variable avec 3 kt
Visibilité météorologique	Supérieure à 10 km
Précipitations	Aucune
Nébulosité	Aucun nuage inférieur à 8000 ft au-dessus de l'aéroport

LSZR 170600Z 170716 VRB03KT CAVOK=

En clair:

Le 17.04.2007, les prévisions météorologiques suivantes étaient annoncées pour l'aéroport de St. Gallen-Alternrhein entre 07:00 UTC et 16:00 UTC:

Vent	Direction variable avec 3 kt
Visibilité météorologique	Supérieure à 10 km
Précipitations	Aucune.
Nébulosité	Aucun nuage inférieur à 9000 ft au-dessus de l'aéroport

- 1.7.8 Avertissements de dangers météorologiques pour l'aviation
Aucun AIRMET, ni SIGMET, n'a été émis le jour de l'accident.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Télécommunications

Selon les enregistrements de Skyguide, le HB-HFI n'est entré en contact ni avec *Genève Information* ni avec *Zurich Information*, depuis son décollage de Lausanne.

Selon les enregistrements de Skyguide, les communications radio entre l'équipage du HB-HFI et la tour de contrôle de l'aéroport de Berne-Belp se sont déroulées normalement.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11 Enregistreur de bord

Le GPS Garmin GNS-430 installé à bord du HB-HFI ne dispose d'aucune fonction *track record*. Par conséquent, il n'a enregistré aucune donnée concernant l'itinéraire de vol.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1 Epave

L'épave a été retrouvée sur une prairie en fort dévers. Dans la direction de l'impact, à 30 m avant l'épave, on a retrouvé au sommet de l'arête des éclats du saumon d'aile gauche ainsi qu'une antenne qui provenait de la partie inférieure du fuselage de l'avion.

Les constatations suivantes ont été faites sur l'épave:

Volets d'atterrissage: rentrés (*flaps up*), indicateur sur 0°.

En raison de l'ampleur des dégâts, il n'a pas été possible d'évaluer la position du compensateur d'assiette - *trim*, ni celle du levier de puissance, de la manette de mélange - *mixture* et du réchauffeur du carburateur.

Un examen visuel des raccords d'ailerons, des tiges d'accouplement, des leviers de renvoi, des câbles de traction et des tendeurs ainsi que le poulies de guidage n'a fourni aucun indice de défaut préalable.

La déformation des pales de l'hélice indique que lors de l'impact le moteur fournissait de la puissance.

Environ 50 litres d'essence AVGAS 100 LL se trouvaient encore dans les réservoirs endommagés.

Hormis la carte OACI et le manuel VFR de la Suisse, il n'a pas été trouvé sur le lieu d'accident des documents établis lors d'une préparation spécifique du vol. Seul une carte „KOSIF“ (COTSENA) du jour de l'accident a été trouvée. De telles cartes renseignent sur les zones de tirs militaires qui concernent directement le trafic aérien.

De plus, il a été trouvé à l'intérieur de l'épave un formulaire de l'école de vol „DAILY TRAINING RECORD“, „Briefing and Exercises“. Sur ce document, l'instructeur a inscrit la date du jour de l'accident, l'aérodrome de départ Lausanne, cependant un autre type d'avion „BE33“ et une autre immatriculation HB-KIW.

1.12.2 Impact

En raison des traces découvertes sur le terrain, on peut déduire que l'avion a touché une arête alors qu'il avait un cap ouest, un fort angle de descente et une inclinaison sur la gauche. Lors de ce premier contact avec le terrain une antenne fixée sous le fuselage de l'aéronef a été arrachée, tandis que le saumon d'aile gauche se désintégrait. Environ 30 m plus loin, l'avion s'est écrasé à haute vitesse sur un alpage en fort dévers.

1.12.3 Lieu de l'accident

Lieu de l'accident	Ampferenboden, commune d'Urnäsch/Appenzell Rhodes extérieures
Coordonnées suisses	737 765 / 236 475
Latitude	N 47° 15' 55"
Longitude	E 009° 15' 34"
Altitude	1100 m/M, 3606 ft AMSL
Emplacement	Forte pente herbeuse
Carte nationale de la Suisse	Feuillet No 1114, Nesslau, au 1:25 000

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

1.13.1 Généralités

Les corps du pilote et de l'instructeur ont été soumis à une autopsie.

1.13.2 Instructeur

L'instructeur est décédé des suites des graves blessures subies lors de l'impact.

Le patient souffrait d'une importante hypertrophie du cœur (dilatation cardiaque) avec une sclérose coronarienne généralisée et étendue (calcification des artères coronariennes). En outre, sur la paroi arrière du ventricule gauche, une grande cicatrice de 3x2cm prouvait qu'il y avait eu un infarctus.

Ce fait n'était pas connu du médecin-conseil de l'instructeur. Celui-ci était également son médecin traitant. Lors des contrôles médicaux réguliers, aucun signe de dysfonctionnement du système cardiaque de même qu'aucun diagnostic pathologique n'a pu être établi lors des électrocardiogrammes (ECG). Il devait donc s'agir de ce qu'on appelle un „infarctus silencieux" sans conséquence hémodynamique ou clinique.

En principe, ces altérations au niveau du cœur auraient pu entraîner une subite incapacité d'agir, du moins passagère suite à des dérèglements du rythme cardiaque.

Cependant, le rapport d'autopsie conclu que l'instructeur était vivant lors de l'impact et qu'il est décédé des suites d'une hémorragie.

Les examens toxicologiques n'ont révélé aucune trace d'alcool, de psychotropes ou de médicaments. Le taux de CO dans le sang était très bas.

L'acuité visuelle en éloignement non corrigée se montait à 0.7 lors du dernier examen médical aéronautique. Selon les informations fournies par sa famille, l'instructeur de vol portait généralement une paire de lunettes multifocales lorsqu'il était en vol, ce qui n'a pas pu être vérifié sur le lieu de l'accident. Une paire de lunettes de soleil fortement endommagée a été trouvée, qui aurait pu être portée aussi bien par l'instructeur de vol que par le pilote.

1.13.3 Pilote

Le pilote est décédé des suites des graves blessures subies lors de l'impact, notamment en raison d'une rupture de la moelle épinière au niveau du cou (fracture de la nuque).

Aucun élément n'indique que le pilote a été affecté dans son état de santé avant le vol faisant l'objet de ce rapport.

Les examens toxicologiques n'ont révélé aucune trace d'alcool, de psychotropes ou de médicaments.

L'autopsie a montré que le pilote portait des lentilles de contact.

1.14 Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1 Généralités

L'accident n'était pas survivable.

Les deux occupants avaient bouclé les ceintures de bassin et d'épaule.

Le pilote assis sur le siège de gauche a été retrouvé dans les débris, attaché à son siège par la ceinture quatre points encore bouclée, alors que le siège s'était totalement détaché de la structure de l'avion.

L'instructeur a été retrouvé à l'extérieur de l'avion et n'était plus attaché. Son siège était encore fixé à la structure de l'aéronef, mais la boucle de la ceinture était ouverte. Le système de ceinture de l'instructeur sur le siège droit n'a pas résisté aux sollicitations. Après l'accident, la boucle centrale de la ceinture était ouverte et bloquée dans cette position. La partie reliant les deux ouvertures permettant le bouclage de la paire de ceintures d'épaule était cassée. Sur la surface de la cassure se trouvaient des résidus de cuivre. Le bord métallique extérieur des deux ouvertures était déformé.

Une analyse des empreintes laissées sur les ceintures a fourni les résultats suivants:

„Die Einsteckzunge der linken Schultergurte wurde gewaltsam aus dem Gurtverschluss gerissen. Dabei wurde die Einsteckzunge nach rechts (aus Sicht der sitzenden Person) gedrückt oder gerissen, wodurch der Steg brach und die Kupferrückstände von der Einsteckzunge auf die Bruchfläche des Steges übertragen wurden. Bei diesem Vorgang wurde auch der Metallrand entlang der beiden Einstecköffnungen deformiert. Die Deformationen sind der Grund dafür, dass sich das Zentralgurtschloss nicht mehr selbständig in die Ausgangsposition zurück dreht. Die Kerbe am vorderen Teil der Einsteckzunge ist beim gewaltsamen Überwinden der betreffenden Schlosszuhaltung entstanden.

Aufgrund der verschiedenen Spuren steht fest, dass der Copilot auf dem rechten Sitz zum Unfallzeitpunkt angeschnallt war."

Traduction:

La languette d'insertion de la ceinture d'épaule gauche a été violemment arrachée de la boucle de la ceinture. Ce faisant, la languette a été comprimée ou arrachée vers la droite (en se plaçant à la place de la personne assise), cassant ainsi la partie reliant les deux ouvertures. Les résidus de cuivre ont été déposés par la languette sur la surface de la cassure de cette partie. Durant ce processus, le bord métallique des deux ouvertures a été déformé. C'est en raison de ces déformations que la serrure centrale n'a plus été en mesure de revenir automatiquement dans sa position initiale. Les entailles sur la partie avant de la languette d'insertion ont été causées par l'ergot de verrouillage lorsque celle-ci a été arrachée.

Sur la base des différentes empreintes, il est établi que le copilote était attaché sur le siège droit au moment de l'accident.

Fin de traduction.

1.15.2 Balise de détresse

L'avion était équipé d'une balise de détresse (*emergency location beacon aircraft* – ELBA) de type ARTEX ELT-200. L'interrupteur installé dans le cockpit *remote control panel* de l'ELT-200 a été trouvé en position ARM. L'ELT a été déclenché lors de l'impact.

L'antenne de l'ELT était installée à l'arrière supérieur gauche du fuselage. Celui-ci ainsi que l'empennage ont été retrouvés sur le dos sur le lieu de l'accident. Le rayonnement de l'antenne ELT a été fortement gêné par la partie arrière du fuselage qui la recouvrait.

L'examen de l'ELT a démontré qu'il était conforme aux spécifications du constructeur. Après 24 heures, la tension de la batterie était au minimum mais néanmoins encore dans les limites autorisées. La batterie aurait dû être remplacée à fin octobre 2007 (*replacement date*), soit six mois après l'accident.

1.15.3 Recherche et sauvetage

L'équipage avait déposé un avis de vol au départ de Lausanne. Selon les procédures internes de l'aérodrome de Lausanne, cette formalité n'entraîne pas le déclenchement des opérations de recherche et de sauvetage dans le cas où un avion devait ne pas rentrer. En principe, les opérations de recherche et de sauvetage sont déclenchées si un appareil n'a pas atterri à son aéroport de destination plus de 30 minutes après l'heure d'arrivée prévue à condition qu'un plan de vol ATC ait été déposé au préalable, ce qui n'était pas le cas. Vers 17 h 00, des collègues de l'instructeur ont constaté que le HB-HFI n'était pas de retour à Lausanne. Après quelques investigations par téléphone, la REGA (centrale d'annonce pour les accidents d'aviation) a été alertée. Des investigations effectuées auprès des aérodromes de départ et d'arrivée ainsi que sur d'autres aérodromes de décollage possibles sont restées sans succès. Par la suite, les opérations de recherche du HB-HFI se sont déroulées comme suit:

- A 19 h 07, la REGA a lancé l'alarme (DETRESFA, *distress phase*).
- Sur demande, l'Office fédéral de la communication (OFCOM), qui est en mesure d'écouter la fréquence 121,5 MHz sur différentes antennes, a signalé qu'il ne captait aucun signal ELT.
- Le téléphone portable de l'instructeur de vol se situait dans la zone de réception d'une antenne de téléphonie mobile, mais pas celui du pilote.
- A 22 h 00, les forces aériennes ont fourni le relevé radar de l'itinéraire de vol du HB-HFI. Celui-ci menait dans la région de Ricken/Wattwil.
- A 22 h 17, l'opérateur de téléphonie mobile auprès duquel l'instructeur de vol était abonné, était en mesure de relever la position du téléphone portable depuis l'émetteur/récepteur du Säntis, et de fournir une information relative à la provenance du signal émis par l'appareil.
- A 22 h 30, sur la base de ce résultat, la zone de recherche a été limitée à la région située entre Ricken et le Säntis.
- Pour des raisons d'organisation, le SAR n'a entrepris aucun vol de recherche le soir de l'accident.
- Le 18 avril 2007, soit le lendemain de l'accident, les forces aériennes ont entamé les recherches à 06 h 30 à l'aide d'un hélicoptère.

- A 06 h 50, un hélicoptère de l'OFAC a décollé de Berne et entrepris de rechercher l'aéronef le long de l'axe Ricken-Säntis. A 08 h 19, l'équipage de cet hélicoptère a perçu un faible signal ELT et a effectué une recherche méthodique dans ce secteur. A 08 h 22, l'équipage de l'hélicoptère de l'OFAC a découvert l'épave du HB-HFI.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Généralités

Les traces de certains instruments du cockpit ont été analysées: horizon artificiel, indicateur de vitesse, variomètre, accéléromètre, compteur horaire, compte-tours et voyants des paramètres des moteurs (*engine instrument cluster*).

Le moteur a été déposé et installé sur un banc d'essai.

Des échantillons de carburant prélevé dans le réservoir du HB-HFI ont été analysés et les résultats ont été comparés avec les spécifications exigées.

1.16.2 Instruments du cockpit

L'analyse des instruments du cockpit a fourni les résultats suivants:

1.16.2.1 Horizon artificiel

Les traces découvertes sur le cadran indiquent que l'avion s'est retrouvé lors de l'impact dans l'une des attitudes de vol suivantes:

- 10 – 15° Nez en bas, inclinaison à droite d'environ 70°, ou
- 10 – 15° Nez en bas, inclinaison à gauche d'environ 110°

1.16.2.2 Indicateur de vitesse

Sur le cadran, on a retrouvé des traces de l'aiguille vers 165 MPH.

1.16.2.3 Variomètre

Faute de traces, il n'est pas possible de se prononcer quant à la dernière valeur affichée.

1.16.2.4 Accéléromètre

Une des trois aiguilles permet d'indiquer la valeur instantanée de l'accélération g (*main pointer*). Les deux autres sont entraînées par la première et indiquent, depuis la dernière remise à zéro, pour l'une la valeur maximale de l'accélération g en négatif (*auxiliary pointer negative g*) et pour l'autre la valeur maximale de l'accélération g en positif (*auxiliary pointer positive g*).

Les aiguilles ont été trouvées dans les positions suivantes:

- *main pointer*: environ +1,7 g
- *auxiliary pointer negative g*: position inférieure à -4 g, ce qui correspondrait à environ -8,3 g sur une échelle linéaire
- *auxiliary pointer positive g*: environ +10,9 g

Extrait du rapport d'expertise:

„Der reset-Knopf fehlt, die ins Instrument führende Achse ist verbogen. Der main pointer wird durch einen mechanischen Defekt gehemmt, so dass er nicht mehr von selbst in die Ausgangsstellung zurückkehrt. Zeigerabdruckspuren sind auf der Skala nicht erkennbar.

Aufgrund der fehlenden Zeigerspuren können wir die vorliegenden Zeigerstellungen spurenkundlich nicht bestätigen.“

Traduction:

Le bouton permettant la remise à zéro de l'appareil manque tandis que l'axe provenant de l'appareil est tordu. L'aiguille principale est paralysée par un défaut mécanique qui l'empêche de revenir d'elle-même dans sa position initiale. On ne décèle aucune trace des aiguilles sur l'échelle.

Le manque de traces qu'auraient pu déposer les aiguilles ne nous permet pas de confirmer les positions des aiguilles susmentionnées.

Fin de traduction.

1.16.2.5 Compteur horaire

L'avion était équipé d'un compteur horaire mécanique de type Hösli 979-4. Sur le lieu de l'accident, on a pu relever sur le compteur horaire la valeur de 400:50 h. Extrait de l'expertise relatif au compteur horaire:

„Wir konnten am Zählwerk keine Auffälligkeiten finden, die darauf hinweisen würden, dass durch den Unfall ein Verstellen der Zahlentrommeln stattfand. Immerhin ist zu bemerken, dass jede einzelne Zahlentrommel eine volle Umdrehung machen muss, um die nächsthöherwertige Zahlentrommel um eine Stelle weiter zu drehen, was durch einen Aufprall nicht möglich ist. Aufgrund der Funktionsweise des (intakten) Zählwerkes sehen wir keine Möglichkeit, dass sich dieses durch den Unfall verstellt haben könnte.

Spurenkundlich liegen keine Hinweise vor, dass das Zählwerk durch den Unfall verstellt wurde.“

Traduction:

Nous n'avons rien trouvé sur le compteur qui indique que la position des tambours numérotés ait été modifiée lors de l'accident. Il faut néanmoins noter que chaque tambour doit faire une rotation complète afin d'entraîner le tambour suivant et de lui permettre d'avancer d'une position. Or, un choc ne peut provoquer un tel mouvement. En raison du principe de fonctionnement du compteur horaire (encore intact), nous ne voyons pas de quelle façon celui-ci aurait pu se dérégler lors de l'accident.

Selon les traces observées, rien n'indique que les chiffres du compteur horaire auraient été déplacés lors de l'accident.

Fin de traduction.

1.16.2.6 Affichage des paramètres du moteur

Aucune trace exploitable n'a pu être trouvée aussi bien sur le compte-tours (RPM) que sur l'indication des paramètres du moteur (*engine instrument cluster*), dont les informations suivantes étaient affichées: la pression et la température de l'huile ainsi que la température des têtes de cylindre. Toutes les aiguilles affichaient la valeur zéro après l'accident.

1.16.3 Moteur

Le moteur a été déposé et installé sur un banc d'essai. Avant de démarrer le moteur, il a fallu remplacer la *engine driven fuel pump* détruite par déformation mécanique lors de l'impact. Les câbles d'allumage, également endommagés par endroits suite au choc, ont dans un premier temps été laissés sur le moteur.

Le moteur a immédiatement démarré et fournissait une puissance normale. Lorsqu'il dépassait 2300 RPM, il toussait et vibrait. C'est pourquoi, les câbles d'allumage endommagés ont été remplacés. Lors d'un second essai, le moteur s'est comporté tout à fait normalement. Le régime maximal atteint durant cet essai était de 2583 RPM.

1.16.4 Carburant

Environ 50 litres d'essence qui se trouvaient encore dans les réservoirs endommagés ont pu être récupérés et analysés. Le résultat a montré qu'il s'agissait d'AVGAS 100 LL ne présentant pas d'impureté.

1.17 Informations concernant les différentes organisations et leur gestion

1.17.1 Ecole d'aviation Air-Espace

L'école d'aviation Air-Espace, dans le cadre de laquelle se déroulait le vol de l'accident, a été fondée en 2003. En tant qu'organisme de formation au pilotage (*flying training organisation* - FTO), Air-Espace proposait des formations de pilotes privés (PPL), de pilotes professionnels (CPL), de vols aux instruments (IR) ainsi que sur des avions multimoteurs (MEP). Le siège principal d'Air-Espace se trouve sur l'aérodrome de Neuchâtel, une partie des formations pratiques et théoriques est dispensée sur les aérodromes de Lausanne et Genève. L'instructeur était membre fondateur de cette école et fonctionnait comme responsable de l'instruction (*head of training*) depuis la création de l'entreprise.

1.17.2 Plan de formation pour la formation de pilote professionnel

Toute école d'aviation, qui entend proposer des formations en vue d'acquies des licences ou des qualifications, doit présenter aux autorités un plan de formation. Le plan de formation de l'école d'aviation Air-Espace approuvé par l'OFAC contenait, pour le vol en cause, les points suivants (extrait littéral):

CPL Flight-Training, Route Sectors (From Lausanne)

Lausanne – St.Gallen, EOBT 0845LT, (Avis de vol): 2 HRS 30 MIN, FOB 0500, Documents: Carte VFR, AIP-Suisse, KOSIF

Route: ALT 4000' TO>Romont, FRI-VOR, WIL-VOR, LENZBURG, BUTTWIL, ALT 3500' > WANGEN-LACHEN, GOSSAU, (Z)

OFF: Navigation and Fuel Planning (Alternates: LSZV, LSZI, LSGN)

Air-Exercises: Cross-country flying, using dead reckoning and radio-navigation aids, simulated weather deterioration, diversion

Alternate Exercises: Abnormal and Emergency Procedures according AFM/POH and simulated forced landings, Airwork, SOP

1.17.3 Aérodrome de Lausanne

Dans le bureau C de l'aérodrome de Lausanne, les équipages remplissent un formulaire d'avis de vol. Avant le départ, l'équipage du HB-HFI a rempli un tel formulaire, signé par l'instructeur. Ce formulaire requiert les informations suivan-

tes: date, nom du pilote, immatriculation, type d'avion, poids maximum au décollage, type d'appareil (mono ou multimoteur, hélicoptère), vol d'instruction ou privé, vol à vue ou vol aux instruments, heure de décollage et lieu d'arrivée, piste en service pour le décollage, date de retour et itinéraire de vol. Par ailleurs, par sa signature, le pilote confirme avoir vérifié les licences, les conditions météorologiques, les NOTAM et les dangers.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Vols de reconstitution

Lors des recherches et de la récupération de l'épave, plusieurs vols en hélicoptère ont été effectués vers le lieu de l'accident. Durant l'enquête, plusieurs vols de reconstitution, en hélicoptère et en avion, ont été effectués dans la zone de l'accident et à des altitudes différentes.

1.18.2 Enquête auprès d'anciens élèves de l'instructeur

Les carnets de vol de l'instructeur et les carnets de route des deux avions de type FFA AS202/15-1 „Bravo“ de l'école d'aviation concernée ont été examinés. Cela a permis de déterminer les élèves qui, dans le cadre de leur formation de pilote professionnel, avaient effectué en compagnie de l'instructeur décédé un tel vol d'instruction selon le plan de formation ou des vols similaires en terrain difficile.

Les élèves ont été interrogés sur les expériences faites durant ces vols. Durant ces interrogatoires, les enquêteurs ont posé différentes questions concernant le goût du risque de l'instructeur de vol, d'éventuels problèmes de santé, des tactiques spéciales utilisées en montagne ainsi que les distances usuelles par rapport au terrain lors de ces vols de formation. Puis, on leur a présenté une documentation décrivant une procédure contestée dans les milieux spécialisés. Celle-ci décrit le ‚*box canyon turn*‘ respectivement ‚*hammerhead turn*‘. Cette procédure devrait permettre de faire demi-tour au fond d'une vallée encaissée.

Box canyon turn | hammerhead turn



STEEP TURN COURSE REVERSAL – Simultaneously begin bank, add power and extend flaps.

A l'exception d'une seule personne, les pilotes interrogés n'ont pas effectué de telles manœuvres ou de manœuvres similaires durant leur formation.

Un seul des treize pilotes a répondu comme suit:

Question: *Have you flown into valleys at altitudes which made it unable to fly over the ridge/pass at the end of the valley, so that you had to make a 180°-turns at the end of the valley?*

Answer: *Yes. An exercise was to keep a heading into a valley, up to the point where the trainee felt the need to make such a 180°-turn on either side. That exercise was first demonstrated by the instructor then done by the trainee.*

Question: (...) *Have you done such manoeuvres close to the ground?*

Answer: *Quite close over uninhabited land (forest). However the margin was sufficient according to safety requirements (in my point of view). I may add that weather conditions were very good, which permitted to spot the track to follow during the 180°-turn, before getting to the point where that turn was required.*

Question: *Have you done such manoeuvres with high angle of bank?*

Answer: *Some turns were quite steep. But when more bank was eventually required, the track was so flown as to allow some pitch down to recover some speed and avoid approaching the stall regime.*

Question: *During your training with the instructor, did he ever tell you about a manoeuvre called "Box Canyon turn" or "Hammerhead turn"?*

Answer: *These names were not mentioned, but the exercises we did were in a way similar to the "Box Canyon turn": Quite steep turns at low speed. No flaps extension. No aerobatics at all.*

Question: *Have you some other remarkable memories about your introduction into flying close to terrain / mountainous terrain with the instructor?*

Answer: *Those exercises described in the answers above were the only one involving flying that close to terrain (except engine failure exercises!). The "sequence" lasted about 5 minutes and took place in the region of the 4-Kantonensee (as far as I can remember).*

Traduction:

Question: [Au cours des vols de formation avec l'instructeur] Avez-vous volé dans une vallée à une hauteur rendant impossible le survol de la crête ou du col au fond de la vallée, si bien que vous avez dû entreprendre un virage de 180°?

Réponse: Oui. Un exercice consistait à maintenir un cap dans une vallée jusqu'au moment où l'élève ressentait la nécessité de faire demi-tour vers la gauche ou vers la droite. Cet exercice a été démontré tout d'abord par l'instructeur puis effectué par l'élève.

Question: (...) Avez-vous effectué de telles manoeuvres près du sol?

Réponse: Assez près, au-dessus de régions non habitées (forêts). Cependant, la marge était suffisante pour satisfaire les exigences de sécurité (selon mon point de vue). J'aimerais ajouter que les conditions météorologiques étaient très bonnes, ce qui permettait de bien évaluer la trajectoire à suivre lors du virage de demi-tour, ceci avant le point où ce virage devait être effectué.

Question: Avez-vous effectué de telles manoeuvres avec une forte inclinaison?

Réponse: Certains virages étaient assez inclinés. Cependant, lorsqu'une plus grande inclinaison était nécessaire, la trajectoire était choisie de façon à permettre une assiette de vol en légère descente afin de gagner un peu de vitesse et d'éviter de se rapprocher du domaine du décrochage.

Question: Durant les vols de formation avec l'instructeur, ne vous a-t'il jamais mentionné une manoeuvre appelée *,box canyon turn'* ou *,hammerhead turn'*?

Réponse: Ces expressions n'ont jamais été mentionnées, mais les exercices que nous faisons étaient un peu similaires à un *,box canyon turn'*: des virages assez inclinés à basse vitesse. Sans volets d'atterrissage. Pas d'acrobatie du tout.

Question: Avez-vous d'autres souvenirs spécifiques liés à une faible hauteur de vol dans une zone montagneuse avec l'instructeur?

Réponse: Ces exercices décrits dans les réponses susmentionnées sont les seuls qui se sont déroulés aussi près du sol (sauf pour des exercices de panne moteur). La séquence a duré environ 5 minutes et s'est déroulée dans la région du Lac des Quatre cantons (si je m'en souviens bien).

Fin de traduction.

1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

Sans objet.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

2.1.1 Généralités

L'enquête n'a pas mis en évidence de défaillances techniques antérieures susceptibles d'avoir joué un rôle dans l'accident. Au vu des dégâts subis par l'hélice, on peut conclure que le moteur fournissait de la puissance au moment de l'impact.

2.1.2 Analyse des traces laissées sur les instruments du cockpit

Compte tenu des traces laissées au sol et de la position finale de l'épave, on peut en déduire que l'avion a touché une première fois le terrain alors qu'il effectuait un demi-tour avec un fort taux de descente et une inclinaison vers la gauche. Les éclats de peinture provenant du saumon de l'aile gauche ainsi que l'antenne arrachées de la partie inférieure du fuselage de l'aéronef, retrouvés sur l'arête à environ 20 m de l'épave, indiquent que le premier contact s'est fait avec le saumon de l'aile gauche et la partie inférieure de l'avion. Par la suite et jusqu'à l'endroit final de l'épave, alors que l'appareil perdait son énergie cinétique, de grandes forces de décélération sont intervenues dans plusieurs directions. Ces forces ont laissé différentes traces au niveau des instruments du cockpit, qui cependant ne permettent pas d'en déduire les paramètres de vol au moment où l'avion a touché la première fois le terrain.

2.1.2.1 Analyse des empreintes laissées au niveau de l'horizon artificiel

L'analyse de l'horizon artificiel a révélé des empreintes qui correspondent à une assiette de vol en piqué de 10 à 15° *attitude nose down* (AND) et une inclinaison d'environ 70° vers le côté droit ou de 110° vers le côté gauche.

Le 10-15° AND, soit la position autour de l'axe transversal, correspond probablement à l'assiette de vol lors de l'impact. En revanche, la très grande inclinaison de 70° vers le côté droit ne correspond pas aux éclats de peinture provenant du saumon d'aile gauche et retrouvés sur la crête avant la position finale de l'épave. Cette inclinaison vers le côté droit ne correspond pas non plus au virage de demi-tour entamé à gauche.

Quant à l'inclinaison de 110° vers la gauche indiquée par les empreintes, elle ne correspond pas non plus avec le fait que sur le lieu du premier impact, on a retrouvé l'antenne qui elle provient de la partie inférieure de l'avion. Les traces laissées sur le cadran de l'horizon artificiel doivent provenir de la phase de décélération qui s'est produite après le premier contact avec la crête.

2.1.2.2 Indicateur de vitesse

Les empreintes de l'aiguille trouvées sur l'écran indiquent une vitesse d'environ 165 MPH lors de l'impact. Pour atteindre une telle vitesse et dans un vol en virage, un AS202 à pleine puissance et avec un fort taux de descente requiert un temps d'accélération de 20 à 30 secondes. On peut en déduire que ces empreintes ont été provoquées lors d'un choc secondaire. La grandeur de ce cirque montagneux ne permettait pas à l'avion une telle accélération. De ce fait, on peut conclure que l'avion ne s'est pas écrasé à cette vitesse.

2.1.2.3 Compteur horaire

L'avion était équipé d'un compteur horaire mécanique de type Hösli 979-4. Sur les lieux de l'accident, on a pu relever sur le compteur horaire la valeur de 400:50 h. Avant de décoller de Lausanne, ce compteur devait afficher 399:48 h selon le carnet de route, ce qui donne un temps de vol de 1:02 h entre le décollage de Lausanne et l'accident. Selon l'analyse des traces, rien n'indiquait que les chiffres du compteur horaire aient pu être déplacés lors de l'accident. Cependant, le compteur mécanique a malgré tout dû se déplacer au cours des décélérations intervenues, car le HB-HFI n'a pas pu parcourir en 1:02 h la distance séparant Lausanne du lieu de l'accident. 216 km à vol d'oiseau séparent Lausanne du lieu de l'accident, distance qu'il aurait fallu parcourir à une vitesse continue moyenne de 130 MPH. Or, aussi bien le relevé radar que les enregistrements des communications radio et les évaluations du temps de vol montrent que cette durée ne correspond pas aux conditions effectives. Soit lors du choc, les tambours du compteur horaire ont été déplacés, soit le compteur a présenté un défaut ou s'est arrêté après 1:02 h de vol.

2.2 Aspects opérationnels et humains

L'accident a eu lieu lors d'un vol d'instruction qui s'effectuait dans le cadre d'une formation de pilote professionnel. Le pilote assis sur le siège gauche effectuait ce vol dans le rôle de l'élève. Le plan de formation indiquait l'heure du décollage, la quantité de carburant, l'itinéraire et les principaux thèmes de ce vol.

2.2.1 Plan de formation pour la formation de pilote professionnel

Les plans de formation tels que ceux utilisés dans ce cas pour la formation de pilote professionnel donnée par Air Espace, laissaient à l'instructeur une certaine marge de manoeuvre pour effectuer d'autres exercices. Il pouvait s'agir éventuellement d'exercices qui n'auraient pas été correctement exécutés lors des vols précédents ou alors d'exercices qui intervenaient dans une phase ultérieure de la formation, si le niveau de formation et la charge de travail de l'élève le permettaient.

Une analyse détaillée de l'itinéraire et des altitudes choisies entre le décollage de Lausanne et le lieu de l'accident permet de déduire que l'instructeur de vol sollicitait continuellement son candidat. La traversée de la CTR de Berne, puis les exercices de radionavigation ainsi qu'un exercice d'atterrissage forcé dans la région du VOR de Willisau, un autre dans la région au nord du lac de Zoug ainsi que l'itinéraire dans la vallée de la Linth montrent que l'instructeur concevait continuellement de nouvelles situations.

Après l'exercice d'atterrissage forcé au nord du lac de Zoug, le HB-HFI n'est monté qu'entre 2900 ft et 3300 ft AMSL, ce qui signifie que l'instructeur a introduit l'exercice *simulated weather deterioration* prévu dans le plan de formation. Le survol de la chaîne de l'Albis a dû se faire à une hauteur de 600 ft AGL, ce qui correspond à la hauteur prévue dans une telle *simulated weather deterioration*.

Le vol jusqu'au lieu de l'accident s'est poursuivi dans le relief, c'est-à-dire en dessous du niveau des crêtes des chaînes de collines et de montagnes environnantes. On peut en déduire que le pilote a choisi ces basses hauteurs de vol parce que l'instructeur l'y incitait p. ex. en proposant un exercice de 'simulation d'une base des nuages peu élevée'. Les thèmes traités dans le plan de formation pour ce vol, à savoir *cross country and mountain flying, dead reckoning, simulated weather deterioration*, étayaient cette thèse.

2.2.2 Aides à la navigation terrestre

On peut déduire que l'équipage du HB-HFI, originaire de Suisse romande, ne connaissait pas la topographie des cantons de St. Gall et Appenzell avec précision. Seule la carte OACI de la Suisse au 1:500 000 a été retrouvée sur le lieu de l'accident. Sur cette carte, le Neckertal n'est que difficilement reconnaissable. Une analyse détaillée de la carte permet de reconnaître que le Neckertal pourrait être fermé et se terminer par une cuvette, ceci en raison des ombres et de la rivière Necker qui prend sa source tout au fond de la vallée. En outre, la couleur des courbes de niveau et les hachures permettent de déduire que le relief à environ 5 km avant la source du Necker au fond de la vallée, soit 1 cm à l'échelle 1:500 000, présente des altitudes oscillant entre 900 m/M (3000 ft) et 1500 m/M (5000 ft).

Changement dans les hachures:
terrain 900-1500 m/M

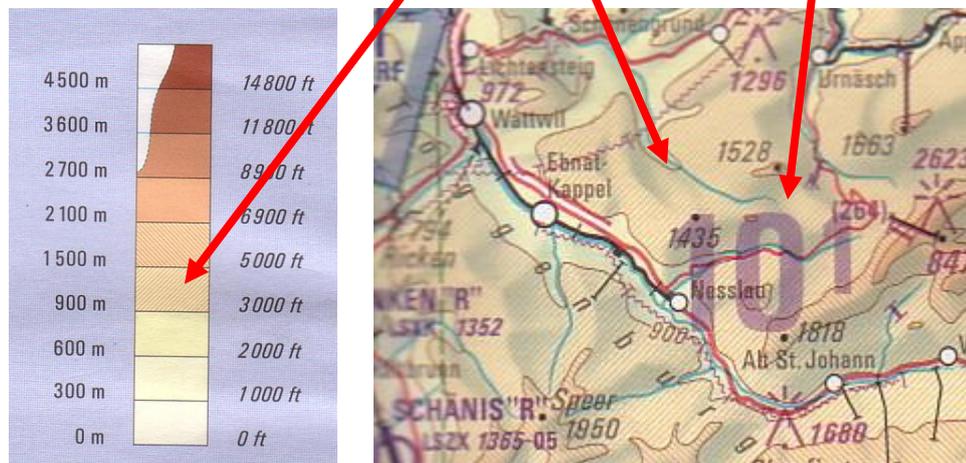


Illustration 1

Illustration 2

2.2.3 Entrée dans le Neckertal

Il paraît peu probable que les deux membres d'équipage aient commis une erreur de navigation dans la région de Wattwil, confondant le Neckertal avec le Toggenburg. Il est difficile de confondre l'étroit Neckertal, parcouru uniquement par un chemin non asphalté, avec le Toggenburg, vallée relativement large dans laquelle se côtoient une route, une voie rapide, une ligne de chemin de fer et une rivière relativement large, la Thur.

A l'entrée du Neckertal, le HB-HFI qui suivait la vallée, doit avoir brièvement volé avec un cap de 110° environ. Lors de l'entrée dans la vallée, la position du soleil avec un azimut de 129° était telle que celui-ci brillait depuis l'avant droit. Au vu de la hauteur du soleil qui était de 42°, on ne peut pas exclure avec certitude que les conditions de visibilité aient été rendues difficiles par éblouissement. Néanmoins, il devait être possible d'identifier la vallée.

Selon les observations faites par un témoin oculaire, l'entrée dans l'arrière-Neckertal s'est faite dans la région de Hemberg à une altitude d'environ 3300 ft AMSL (1000 m/M). Cette altitude correspond à la dernière indication en mode C transmise par le HB-HFI dans le secteur du Rickenpass. Selon les déclarations du témoin qui se trouvait au lieu-dit ‚Hanskuen‘, le HB-HFI volait très bas en remontant la vallée, effectuant ensuite un virage de 180°, puis redescendant brièvement la vallée avant d'effectuer un nouveau demi-tour, pour remonter à nouveau la vallée et disparaître du champ de vision du témoin.

Plusieurs raisons peuvent expliquer cette manoeuvre:

- L'instructeur voulait démontrer au candidat qu'il était encore possible d'effectuer un demi-tour à ce moment-là.
- L'instructeur voulait que le candidat effectue lui-même un tel demi-tour.
- Le pilote, l'instructeur ou tous les deux n'étaient pas très sûrs de leur position et cherchaient, en faisant demi-tour, à retrouver ou confirmer leur orientation.

Le témoin oculaire n'avait pas l'impression que l'avion se trouvait en vol ascensionnel lorsqu'il a disparu de son champ de vision en remontant la vallée. Du lieu-dit ‚Hanskuen‘ au lieu de l'accident, le trajet probablement parcouru par l'avion est de 4 km. A une vitesse de 80 MPH, le temps de vol serait de 2 min environ jusqu'au lieu de l'accident, ce qui, avec un taux de montée d'environ 500 ft/min, aurait permis de gagner une hauteur d'environ 1000 ft (300 m). Ainsi, le HB-HFI aurait pu atteindre au fond du Neckertal une altitude de 1300 m/M (4300 ft AMSL).

Il faut noter que, vu d'ouest, le Neckertal donne l'impression d'être une vallée relativement ouverte qui se termine par une cuvette pentue. C'est peut-être pour cela que l'équipage s'est décidé à poursuivre sa route dans la vallée en direction de l'est. Il est imaginable que l'instructeur ait laissé le pilote continuer, estimant qu'au dernier moment la vallée serait suffisamment large pour leur permettre de faire demi-tour.

Environ deux kilomètres avant le lieu de l'accident, le versant sud de la vallée, donc située à droite de l'avion, devient nettement plus escarpé (cf. annexe 3). Lors des différents vols de reconstitution effectués aussi bien avec des avions que des hélicoptères, il est apparu que les pilotes avaient tendance à voler plutôt au centre de la vallée en raison de ce versant couvert de forêts. Si le même phénomène s'est produit avec l'équipage du HB-HFI, la largeur disponible pour faire demi-tour était encore réduite.

Largeur de la vallée à proximité du lieu de l'accident (cf. annexe 4):

- à 1100 m/M (env. 3700 ft AMSL): environ 114 m
- à 1200 m/M (env. 4000 ft AMSL): environ 470 m
- à 1300 m/M (env. 4300 ft AMSL): environ 780 m

En considérant une distance minimale latérale par rapport au versant de 50 m, l'équipage aurait bénéficié d'un espace de 14 à 680 m pour faire le demi-tour. A une vitesse de 80 MPH, il serait théoriquement possible de faire un demi-tour sur moins de 300 m, ceci avec une inclinaison de 45° et une accélération d'environ 1,4 g. Un tel virage abrupt, notamment avec une inclinaison de plus de 45°, peut entraîner une perte de vitesse qui pourrait conduire jusqu'au décrochage.

Le HB-HFI, qui avec une masse de 978 kg se situait juste au-dessous du poids maximal autorisé au décollage, n'a probablement plus été en mesure de gagner de l'altitude après avoir passé le lieu-dit 'Hanskuen', ce qui lui aurait permis de survoler les crêtes au fond de la vallée. Le demi-tour a dû être entrepris à une altitude comprise entre 3500 ft et 4300 ft AMSL.

C'est au cours de ce demi-tour qu'est intervenue la collision avec le terrain. Quant à savoir si cette collision est due à une perte de maîtrise, on ne peut y répondre.

2.2.4 Enquête auprès des anciens élèves de l'instructeur

Les dépositions d'élèves qui avaient effectué en compagnie de l'instructeur décédé des vols d'instruction dans des régions fortement vallonnées et montagneuses, ont fourni les résultats suivants: selon les pilotes interrogés, l'instructeur instruisait de manière réfléchie, prudente et en tenant compte de la sécurité. Les réponses à l'enquête mentionnée au chap. 1.18.2 peuvent cependant aussi laisser supposer que l'instructeur de vol a laissé le pilote s'engager dans une vallée étroite pour lui faire ensuite exécuter une manoeuvre de demi-tour ou pour lui en faire la démonstration.

2.2.5 Service de recherches et de sauvetage - SAR

Bien que les conditions météorologiques étaient bonnes, aucun vol de recherche n'a été entrepris le soir de l'accident malgré qu'à 22 h 17 l'opérateur du réseau de téléphonie mobile a pu situer le téléphone mobile de l'instructeur sur un axe Ricken-Säntis. L'hélicoptère effectuant la recherche le lendemain de l'accident a pu situer le gisement du signal ELT et trouver l'épave dans cet axe.

Si l'équipage avait survécu à l'accident, ce retard aurait pu avoir des conséquences plus graves.

3 Conclusions

3.1 Résultats de l'enquête

3.1.1 Aspects techniques

- L'avion était admis à la circulation pour le vol selon les règles de vol à vue VFR.
- Au moment de l'accident, la masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites.
- L'enquête n'a pas mis en évidence de défaillances techniques antérieures susceptibles d'avoir été à l'origine de l'accident.
- Le dernier contrôle 50 h a été effectué le 22.03.2007 après 12 379:58 heures d'exploitation.

3.1.2 Equipage

- L'équipage était en possession des licences requises pour le vol.
- En raison des problèmes cardiaques existants, l'instructeur de vol pouvait subir un malaise durant le vol de l'accident. L'autopsie n'a pas révélé d'élément indiquant qu'un trouble aigu de la santé ait été provoqué par les problèmes cardiaques préexistants. L'autopsie a révélé que le décès a été provoqué par les blessures subies lors de l'accident.
- Aucun élément n'indique que le pilote ait été affecté dans son état de santé lors du vol faisant l'objet de ce rapport.
- Le pilote portait les moyens de correction de la vue prescrit par le médecin-conseil.

3.1.3 Déroulement du vol

- L'avion est entré dans le fond du Neckertal au niveau de Hemberg à une altitude comprise entre 3300 et 3500 ft AMSL.
- A quelque 4 km avant la cuvette qui termine le Neckertal, le HB-HFI a effectué un virage de 180° en direction de l'entrée de la vallée, puis immédiatement après à nouveau un autre demi-tour pour ensuite remonter la vallée.
- En faisant demi-tour à gauche, l'avion est entré en collision avec le terrain à une altitude de 1100 m/M (3606 ft AMSL).

3.1.4 Environnement

- L'accident a eu lieu alors que les conditions de visibilité étaient bonnes et qu'il n'y avait presque pas de vent.
- Les vols de recherche ont débuté le jour suivant l'accident à 06 h 30.

3.2 Causes

L'accident est dû à une collision avec le terrain lors d'un vol à trop faible hauteur dans une vallée étroite se terminant par un cirque montagneux ne permettant ni un virage de rebroussement, ni le survol des plus basses crêtes environnantes.

Facteurs ayant pu jouer un rôle dans l'accident:

- Intervention trop tardive de l'instructeur de vol;
- Manque de connaissances de la topographie locale.

Berne, le 10 septembre 2008

Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

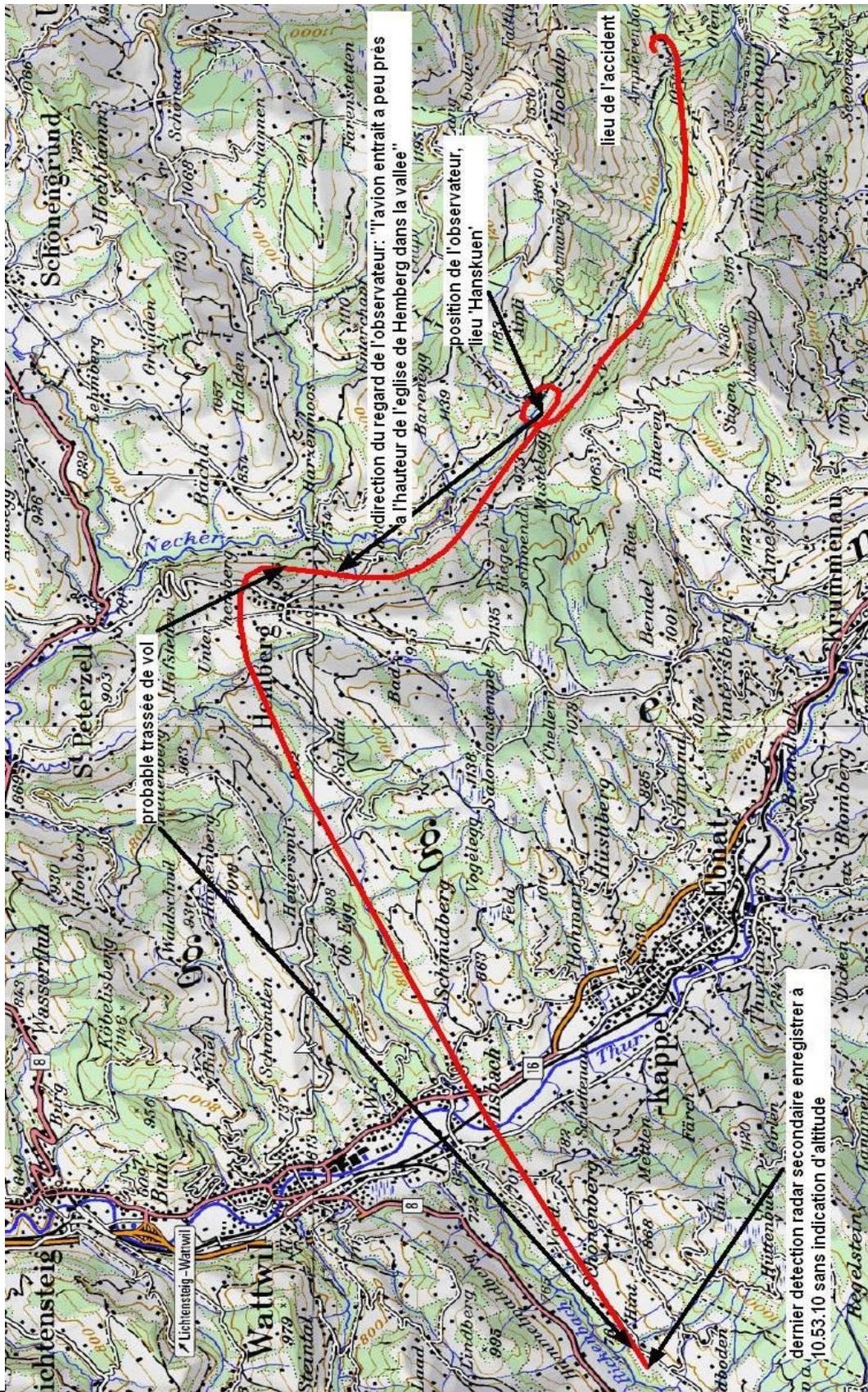
Le présent rapport contient les conclusions du BEAA quant aux causes et circonstances de cet accident.

Conformément à la Convention relative à l'aviation civile internationale du 7 avril 1944 (OACI, Annexe 13) et à l'article 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention de futurs accidents ou incidents. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un grave incident. Le présent rapport ne vise donc nullement à établir les responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

Si le présent rapport est utilisé à d'autres fins que la prévention d'accidents, il convient d'en tenir dûment compte.

Annexe 1

Itinéraire de vol probablement choisi entre le Rickenpass et le lieu de l'accident



Annexe 2

Vue vers l'amont depuis «Hinternecker»



Annexe 3

Position selon Annexe 4, prise de vue en direction de l'amont



