



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. 2000 du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

concernant l'accident

de l'avion Robin DR-400/500, HB-KFE

survenu le 23 septembre 2006

à Suot Crasta, commune de Celerina/GR

3 km au sud-ouest de l'aérodrome de Samedan

Ursachen

Der Unfall ist auf eine unzweckmässige Flugtaktik zurückzuführen, welche zum Verlust der Kontrolle über das Flugzeug und in der Folge zur Kollision mit dem Gelände führte.

Folgende Faktoren haben zum Unfall beigetragen:

- Die fehlende Erfahrung des Piloten auf diesem Flugplatz im Gebirge
- Das Überschätzen der Flugleistungen
- Der fehlende Hinweis auf einen zweckmässigen Abflugweg

Remarques d'ordre général concernant ce rapport

Le présent 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 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 (*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.

Index

Synopsis	6
Sommaire	6
Enquête	6
1 Renseignements de base	7
1.1 Déroulement du vol	7
1.1.1 Généralités	7
1.1.2 Préambule	7
1.1.3 Déroulement du vol	7
1.2 Tués et blessés	8
1.3 Dommages à l'aéronef	8
1.4 Autres dommages	8
1.5 Renseignements sur le personnel	9
1.5.1 Pilote	9
1.5.1.1 Expérience de vol	9
1.5.2 Passagers	9
1.6 Renseignements sur l'aéronef	10
1.6.1 Généralités	10
1.6.2 Performances de montée	11
1.6.3 Entretien	11
1.6.3.1 Moteur	11
1.6.3.2 Hélice	11
1.6.3.3 Dépassement des heures de service	11
1.6.3.4 Consignes de navigabilité	12
1.6.3.5 Ceintures de sécurité	12
1.7 Conditions météorologiques	12
1.7.1 Généralités	12
1.7.2 Situation générale	12
1.7.3 Valeurs mesurées et observées	12
1.7.4 Situation météorologique sur les lieux et à l'heure de l'accident	13
1.7.5 Données astronomiques	13
1.7.6 Bulletins météorologiques émis par l'aérodrome	13
1.7.7 Observations de témoins oculaires	13
1.8 Aides à la navigation	14
1.9 Télécommunications	14
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	14
1.11 Enregistreurs de bord	15
1.12 Renseignements sur l'épave, l'impact et le lieu d'accident	15
1.12.1 Renseignements sur l'épave	15
1.12.2 Impact	16
1.12.3 Renseignements sur le lieu de l'accident	16
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	16
1.14 Incendie	17

1.15	Questions relatives à la survie des occupants	17
1.15.1	Généralités	17
1.15.2	Emetteur de secours	17
1.16	Essais et recherches	17
1.16.1	Moteur	17
1.16.2	Système de carburant	17
1.16.3	Ceintures de sécurité	17
1.16.4	Volets de courbure	18
1.16.5	Emetteur de secours	18
1.17	Renseignements sur les organismes et la gestion	18
1.18	Renseignements supplémentaires	18
1.19	Techniques d'enquête utiles ou efficaces	18
2	Analyse	19
2.1	Aspects techniques	19
2.1.1	Généralités	19
2.1.2	Documentation technique	19
2.2	Aspects opérationnels et humains	19
3	Conclusions	21
3.1	Faits établis	21
3.1.1	Aspects techniques	21
3.1.2	Equipage	21
3.1.3	Conditions-cadres	21
3.2	Causes	22
4	Recommandations de sécurité et mesures prises depuis l'accident	23
4.1	Recommandations de sécurité	23
4.1.1	Améliorations des informations concernant l'aérodrome de Samedan	23
4.1.1.1	Déficit de sécurité	23
4.1.1.2	Recommandation en matière de sécurité No. 401	23

Rapport final

Propriétaire	Groupe de Vol à Moteur, Aéroport, 1950 Sion
Exploitant	Groupe de Vol à Moteur, Aéroport, 1950 Sion
Type d'aéronef	S.A. Avions Pierre Robin DR-400/500
Pays d'immatriculation	Suisse
Immatriculation	HB-KFE
Lieu	Suot Crasta, commune de Celerina/GR
Date et heure	23 septembre 2006, 15:30 h

Synopsis

Sommaire

Le 23 septembre 2006 à 15:28 h, le pilote, accompagné de trois passagers, a décollé de la piste 21 de l'aérodrome de Samedan à bord de l'appareil Robin DR-400/500, HB-KFE, pour effectuer son vol de retour vers son aérodrome de départ, Sion. Après deux minutes de vol, l'avion s'est écrasé au sol à quelque trois kilomètres au sud-ouest de l'aérodrome dans la région de Suot Crasta près de Celerina. Les quatre occupants ont subi des blessures mortelles. L'avion a pris feu après avoir heurté le sol et a été détruit.

Enquête

L'accident a eu lieu à 15:30 h. Le Bureau d'enquêtes sur les accidents d'aviation (BEAA) a été informé à 15:52 h par la centrale d'intervention de la REGA. L'enquête a été ouverte par le BEAA le jour même vers 18:00 h en collaboration avec la police cantonale des Grisons.

L'accident est dû à une tactique de vol inappropriée, qui a entraîné la perte de contrôle de l'appareil et, par la suite, la collision avec le terrain.

Les facteurs suivants ont joué un rôle dans l'accident:

- Manque d'expérience du pilote sur cet aérodrome de montagne
- La surestimation des performances de vol
- L'absence d'indications relatives à une route de départ appropriée

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Généralités

La description ci-dessous des préliminaires et du déroulement du vol s'appuie sur les enregistrements des conversations radiotéléphoniques, l'étude des traces et les déclarations de témoins oculaires et d'informateurs.

1.1.2 Préambule

Le 23 septembre 2006 à 10:12 h, le pilote, accompagné de trois passagers, a décollé de l'aérodrome de Sion à bord de l'appareil Robin DR-400/500, immatriculé HB-KFE, pour se rendre à Friedrichshafen (D). Selon les prévisions météorologiques dont disposait le pilote avant son décollage à Sion, un atterrissage à Friedrichshafen semblait possible à l'heure d'arrivée prévue. Altenrhein était prévu comme aérodrome de dégivrage. A 10:19:30 h, le pilote quitte la fréquence de la tour de contrôle de Sion.

Au cours du vol, le pilote a décidé de n'atterrir ni à Friedrichshafen (D) ni à Saint-Gall-Altenrhein, puisque contrairement aux prévisions météorologiques aux deux endroits, les conditions de visibilité étaient restreintes et des nuages à basse altitude étaient présents.

A 11:24:47 h, le pilote a donc pris contact avec le service d'information de vol de Zurich pour lui transmettre le message suivant: „(...) *we have a flight plan to Friedrichshafen, actually äh...äh... Sankt Gallen and we cannot land to Friedrichshafen due to haze. Could you cancel our flight plan äh... and send the destination to Samedan*”.

Par la suite, le pilote a poursuivi son vol en direction de Samedan, où il a posé l'avion HB-KFE à 11:59 h.

1.1.3 Déroulement du vol

L'après-midi du même jour, le pilote a conduit sa machine à la pompe à essence. Il a fait avitailler l'appareil de 40 litres d'essence aviation (AVGAS) pour le retour à Sion. Après l'avitaillement, il a eu des difficultés à mettre le moteur en marche et a dû recourir à un groupe électrogène externe. Lorsque le moteur marchait enfin, il a conduit l'avion au point d'attente de la piste 21 en suivant les instructions de la tour de contrôle.

Après avoir reçu l'autorisation de décoller et les informations relatives aux vents, étant de 220° à 30 noeuds, le pilote a décollé à 15:28 h. Selon le contrôleur de la circulation aérienne, lorsque l'appareil est passé devant la tour de contrôle, sa hauteur de vol était "*certes inférieure à la moyenne, mais pas à un point alarmant*". Il a vu le HB-KFE amorcer un léger virage à droite, puis il a cessé de suivre l'appareil, étant appelé à s'occuper d'autres vols.

Le pilote a volé directement en direction du point de compte rendu WHISKY, c'est-à-dire du lac de Saint-Moritz. Dans la région de Charnadüra, où la route cantonale monte dans une vallée étroite en direction du lac, le pilote a amorcé à faible altitude un virage à droite. L'appareil a alors commencé à vaciller, puis il a basculé sur l'aile droite avant de s'écraser au sol à une centaine de mètres d'une ferme.

Le pilote et les trois passagers furent mortellement blessés. L'avion, qui a pris feu, a été détruit. Une vache dans le pâturage a été grièvement blessée et a dû être abattue.



Illustration 1: lieu de l'accident vu de l'ouest, au fond la localité de Celerina. La trajectoire de vol du HB-KFE est dessinée en rouge.

1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Autres personnes
Mortelles	1	3	4	---
Graves	---	---	---	---
Légères	---	---	---	---
Aucune	---	---	---	---
Total	1	3	4	---

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été détruit.

1.4 Autres dommages

Une pièce métallique de l'avion a blessé une vache dans le pâturage si grièvement qu'elle a dû être abattue. De la terre a été polluée en raison de l'accident et a dû être évacuée.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Pilote

Personne	Citoyen suisse, année de naissance 1972
Licence	Licence de pilote privé pour avions PPL(A), délivrée par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 27.04.2000 Licence de pilote de planeur délivrée par l'OFAC le 26.11.2003
Qualifications	Qualification pour la classe monomoteur à pistons (<i>single engine piston</i> – SEP land) et motoplaneur (TMG) RTI (VFR)
Certificat médical	Classe 2, sans restriction valable du 03.11.2004 au 03.11.2006
Dernière visite médicale	17.09.2004
Début de la formation aéronautique	1998 en Afrique du sud. Licence de pilote privé (PPL) établie par l'Afrique du sud le 24.03.1998. Licence PPL(A) suisse établie par l'OFAC le 27.04.2000 sur la base de la licence sud-africaine.

1.5.1.1 Expérience de vol

Total	314:06 h
Avec ce type d'aéronef	103:04 h
Au cours des 90 derniers jours	5:57 h
Avec ce type d'aéronef	2:02 h
Au cours des dernières 24 h	1:47 h
Avec ce type d'aéronef	1:47 h
Avec des planeurs	43:21 h

Selon le carnet de vol du pilote, celui-ci n'avait encore jamais atterri ou décollé à Samedan avant le jour de l'accident.

Le 30 août 1999, le pilote avait été initié au départ de Sion au vol dans les Alpes par un instructeur de vol.

1.5.2 Passagers

Citoyen suisse, année de naissance 1953
Citoyen suisse, année de naissance 1954
Citoyen suisse, année de naissance 1946

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1	Généralités	
	Immatriculation	HB-KFE
	Type d'aéronef	Robin DR-400/500
	Caractéristiques	Monomoteur aile basse à 5 places, construction en bois avec train d'atterrissage fixe
	Constructeur	S.A. Avions Pierre Robin, Darois, France
	Année de construction	1999
	Numéro de série	15
	Propriétaire	Groupe de Vol à Moteur, Aéroport, 1950 Sion
	Exploitant	Groupe de Vol à Moteur, Aéroport, 1950 Sion
	Moteur	Moteur à pistons à quatre cylindres, fabriqué par Textron Lycoming Div. Type IO-360-A1B6 Numéro de série S/N L-28274-51A Année de construction: 1999 Puissance 200 HP (CV) à 2700 RPM au niveau de la mer
	Hélice	Hélice bipale à pas variable, fabriquée par TRW Hartzell Propellers Type HC-C2YK-1BF Numéro de série S/N CH33435B Année de construction: 1999
	Equipement	1 VHF COM/NAV King KX-155 1 VHF-COM and GPS Garmin GNC-300XL 1 récepteur radioborne King KMA-26 1 transpondeur King KT-76C
	Heures d'exploitation de la cellule, du moteur et des hélices	Total des heures depuis la construction 2390:55 h
	Masse maximale au décollage	1150 kg
	Masse et centre de gravité	La masse de l'appareil était d'env. 1124 kg au moment de l'accident. Tant la masse que le centre de gravité étaient compris dans les limites autorisées par le manuel de vol (<i>aircraft flight manual</i> – AFM).
	Entretien	Les travaux d'entretien périodiques de la cellule des 2000 heures ont été effectués le 29.01.2005 après 1997:00 h. Les derniers travaux d'entretien périodiques de la cellule et du moteur des 100 heures ont été effectués le 26.06.2006 après 2303:28 h. Les derniers travaux d'entretien périodiques de la cellule et du moteur des 50 heures ont été effectués le 04.08.2006 après 2352:39 h.

Entreprise d'entretien	Farner Air Services Swiss SA
Carburant	Essence pour avion AVGAS 100LL
Endurance	Deux réservoirs dans les ailes, un réservoir principal et un réservoir auxiliaire dans le fuselage offrant une capacité de 274 l de carburant consommable. Au moment de l'accident, les réservoirs contenaient environ 145 litres de carburant, soit une quantité suffisante pour voler env. 3:30 h.
Examen de l'état	Le dernier examen périodique de l'état délégué par l'OFAC le 08.09.2005 a été effectué après 2112:19 heures de service.
Certificat d'immatriculation	Etabli le 27.07.1999 par l'OFAC Délivré par l'OFAC le 02.08.1999, valable jusqu'à révocation
Champ d'utilisation	VFR de jour et de nuit dans l'exploitation non commerciale

1.6.2 Performances de montée

En vertu du manuel de vol (*aircraft flight manual – AFM*), le type d'avion Robin DR-400/500 dispose, compte tenu des températures qui régnaient au moment de l'accident, de performances de montée qui lui auraient permis, par vent nul, d'atteindre une altitude d'env. 6400 ft AMSL au lieu de l'accident. Au point de compte rendu WHISKY, l'appareil aurait théoriquement pu atteindre une altitude de vol d'env. 6800 ft AMSL (cf. illustration 2 au chap. 1.10).

1.6.3 Entretien

1.6.3.1 Moteur

La durée de service recommandée par le fabricant dans sa publication *Lycoming Service Instruction N°1009* jusqu'à la révision générale du moteur (*time between overhaul – TBO*) de 2000 h était dépassée au moment de l'accident. Depuis sa sortie d'usine, le moteur avait été en service durant 2390:55 heures (*time since new – TSN*).

1.6.3.2 Hélice

Le fabricant de l'hélice recommande dans sa publication *Hartzell Service Letter HC-SL-61-61, Overhaul Periods and Service Life Limits* une révision générale après 72 mois civils ou après 2400:00 heures de service. Lors de l'accident, l'intervalle calendaire était dépassé depuis le 22.07.2005. Au moment de l'accident, l'hélice avait été en service durant 2390:55 heures depuis sa sortie d'usine (TSN).

1.6.3.3 Dépassement des heures de service

Dans sa Communication Technique (CT-I) 02.020-30, l'OFAC règle l'application des heures de service recommandées pour l'exploitation d'un avion à titre privé.

1.6.3.4 Consignes de navigabilité

L'exécution de quelques consignes de navigabilité (CN) éditées par l'OFAC et applicables au modèle Robin DR400/500 (cellule), au moteur Lycoming IO-360-A1B6 ainsi qu'à l'hélice Hartzell HC-2CYK-1BF n'a été attestée ni dans la documentation technique ni dans le carnet de route de l'avion HB-KFE. Les procès-verbaux des examens de l'état effectués par l'OFAC en 2003 et 2005 ne mentionnent pas l'absence de ces attestations.

1.6.3.5 Ceintures de sécurité

Le 15 avril 2002, l'OFAC a publié la CN HB-2002-135 qu'il a ultérieurement remplacée par la CN HB-2003-233, DGAC CN 2002-104 R2 *restraint systems-buckle spring, Anjou aeronautique* B.S 3443-T-25.01. Cette CN avait pour but d'empêcher le mauvais fonctionnement du dispositif de fermeture de la ceinture de sécurité pour les occupants de l'appareil. Elle aurait dû être appliquée jusqu'au 12 novembre 2005. Rien, dans la documentation technique, n'atteste qu'elle l'a été.

L'examen du mécanisme de verrouillage de la ceinture, eu égard à la CN susmentionnée, a révélé que ce mécanisme fonctionnait encore, mais que le ressort portait des nets signes d'usure. Le fabricant relève à ce propos: „*Un ressort affaibli provoque un mauvais fonctionnement du mécanisme de verrouillage. La faiblesse du ressort est la conséquence d'une maintenance insuffisamment définie.*”

1.7 Conditions météorologiques

1.7.1 Généralités

Les informations contenues dans les chapitres 1.7.2 à 1.7.5 ont été fournies par MétéoSuisse.

1.7.2 Situation générale

Zwischen einem Hoch mit Kern über Osteuropa und einem Tief über dem Nordatlantik herrschte über der Schweiz eine schwache Südströmung. Eine Frontalzone erstreckte sich von den Pyrenäen bis nach Grossbritannien. Sie verlagerte sich nur sehr langsam ostwärts.

Traduction:

Entre un anticyclone centré sur l'Europe de l'est et une dépression sur le nord de l'Atlantique nord, il régnait en Suisse un faible courant du sud. Une zone frontale s'étendait des Pyrénées jusqu'en Grande-Bretagne; elle ne se déplaçait que très lentement vers l'est.

1.7.3 Valeurs mesurées et observées

Les bulletins METAR ne sont pas établis à l'aérodrome de Samedan.

*Observation synoptique oculaire de 1200 UTC:
Samedan: 210/15 2/8 9000 ft AGL (14 593 ft AMSL), 30 km, 16/09*

Réseau de mesure automatique (ANETZ/ENET)

*Mesures de 1330 UTC:
Samedan: 220/18, Pointes de vent 27, température/point de rosée. 15° C / 09° C*

1.7.4 Situation météorologique sur les lieux 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 différentes stations météorologiques.

Aufgrund der aufgeführten Informationen können auf folgende Wetterbedingungen am Unfallort zur Unfallzeit geschlossen werden:

<i>Wolken</i>	<i>1/8 um 14 000 ft AMSL, darüber Cirren</i>
<i>Sicht</i>	<i>Um 30 km</i>
<i>Wind</i>	<i>Südwestwind mit 17 – 19 kt, Windspitzen bis 28 kt</i>
<i>Temperatur/Taupunkt</i>	<i>15 °C / 09 °C</i>
<i>Luftdruck</i>	<i>QNH LSZH 1012 hPa, LSZA 1016 hPa</i>
<i>Gefahren</i>	<i>Starker, böiger Wind in den bodennahen Schichten, dadurch mässige Turbulenzen möglich</i>

Traduction:

Vu ces informations, les conditions météorologiques sur le lieu de l'accident étaient vraisemblablement les suivantes:

<i>Nébulosité</i>	<i>1/8 à 14 000 ft AMSL, cirrus au-dessus</i>
<i>Visibilité</i>	<i>Autour de 30 km</i>
<i>Vent</i>	<i>Vent du sud-ouest de 17 à 19 kt, avec des pointes jusqu'à 28 kt</i>
<i>Température/Point de rosée</i>	<i>15 °C / 09 °C</i>
<i>Pression atmosphérique</i>	<i>QNH LSZH 1012 hPa, LSZA 1016 hPa</i>
<i>Dangers</i>	<i>Vent fort soufflant par rafales dans les couches proches du sol, d'où turbulences modérées possibles</i>

1.7.5 Données astronomiques

Position du soleil Azimut: 223° Élévation: 35°

1.7.6 Bulletins météorologiques émis par l'aérodrome

Au moment de l'accident, le bulletin suivant a été diffusé sur la fréquence ATIS à l'aérodrome de Samedan:

„1320 UTC, RWY in use 21, wind 230/30 kt, visibility 10 km or more, clouds few 10 000 ft, temperature 15 °C, QNH 1019 hPa, density altitude 6770 ft“

1.7.7 Observations de témoins oculaires

„Es hatte starke Windböen. Man sah es auch am nachher entstandenen Rauch, wie es ihn stark nach rechts Richtung EW [Elektrizitätswerk] Islas/Innschlucht blies.“

„Wir stellten einen konstanten, sehr starken Wind vom Gebiet Brattas, bzw. aus allgemeiner Richtung St. Moritz fest. Wie gesagt, es war sehr ein starker Wind.“

Traduction:

„Il y avait de fortes rafales de vent. On s'en est aussi rendu compte par la suite en voyant la fumée emportée par le fort vent vers la droite en direction de la centrale d'électricité et d'Isas/Gorges de l'Inn.“

„Nous avons remarqué un vent constant, très fort venant de la région de Brattas, c'est-à-dire de la direction générale de Saint-Moritz. Il s'agissait donc, comme nous l'avons dit, d'un vent très fort.“

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Télécommunications

Les communications radio entre le pilote et le contrôleur de la circulation aérienne se sont déroulées normalement et sans difficulté jusqu'au moment de l'accident.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome de Samedan est situé dans la vallée de l'Inn (Engadine) à une altitude de 5600 ft AMSL. Il dispose d'une piste de 1800 mètres de long en dur et orientée 03/21. Sur la carte d'approche à vue (*visual approach chart* - VAC), un virage à droite à 90° est indiqué pour le décollage de la piste 21 à quelque 500 mètres après la fin de la piste. Ce virage contre la pente est suivi d'un virage à gauche à 180° aboutissant dans un *crosswind* court. Puis, un nouveau virage à gauche à 90° est prévu, lequel se termine en vent arrière (*downwind*). Quelques obstacles sont indiqués dans le prolongement de l'axe de la piste 21; ils cachent en partie la trajectoire de départ décrite (cf. illustration 2).

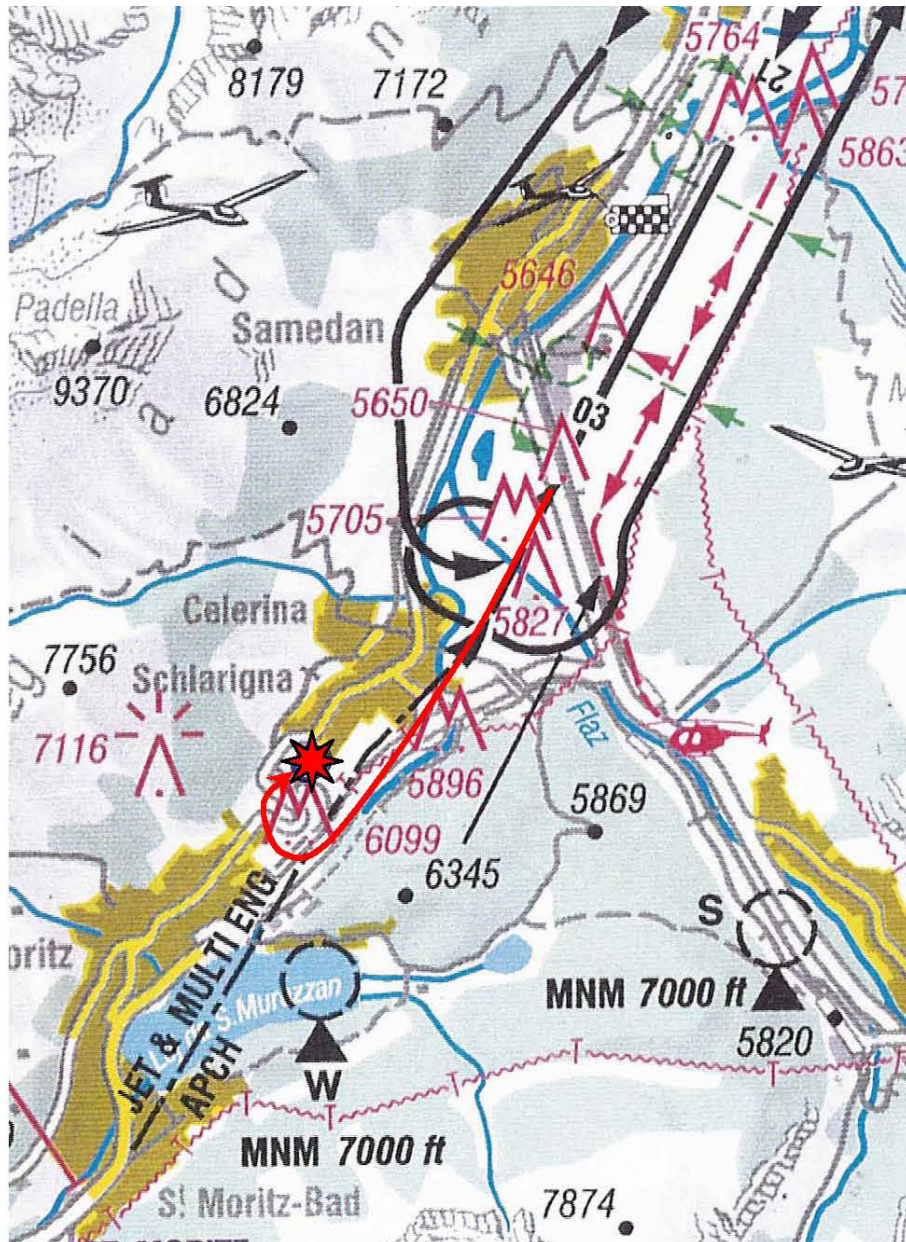


Illustration 2: Extrait de la carte d'approche à vue (VAC) de l'aérodrome de Samedan. La trajectoire du HB-KFE ainsi que le lieu de l'accident sont marqués en rouge.

1.11 Enregistreurs de bord

Ni installés, ni prescrits.

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

1.12.1 Renseignements sur l'épave

Certains éléments de l'appareil, tels que la verrière en plexiglas, le tableau de bord ou le siège du pilote, étaient dispersés sur une surface d'une cinquantaine de mètres de large et de 100 mètres de long. Le moteur, renversé sur le dos, se trouvait à proximité de l'épave principale entièrement calcinée. La déformation des pales de l'hélice permet de conclure que le régime du moteur était élevé au moment de l'accident.

Le contrôle visuel des connexions de la gouverne de direction, des tringleries, des guignols de commande, des câbles de transmission et des tendeurs ainsi que des poulies n'a fourni aucun indice de dysfonctionnements préexistants.

Le siège du pilote se trouvait à une dizaine de mètres de l'épave principale et ne portait aucune trace de calcination. Les ceintures de sécurité du siège étaient ouvertes. La verrière du cockpit, qui était sortie de la glissière de guidage, se trouvait à une vingtaine de mètres de l'épave principale et était courbée sur la gauche. Les deux leviers rouges de largage de secours étaient en position "fermé" et assurés par fil métallique. Le crochet de fermeture de la verrière était décalé. Le levier permettant d'ouvrir la verrière était en position "fermé".

1.12.2 Impact

Les traces relevées sur le lieu de l'accident permettent de conclure que l'appareil a touché le sol en pente plusieurs fois avant de s'immobiliser définitivement. Des traces de terre se trouvaient sur la béquille de queue. Les antennes radio aménagées sous le fuselage étaient fortement endommagées. Les traces ont permis d'établir que l'appareil a d'abord heurté le sol avec l'aile gauche avant de tourner à droite à 90°, de capoter et finalement de prendre feu.

1.12.3 Renseignements sur le lieu de l'accident

Le lieu de l'accident était situé dans un pâturage en dévers, à une centaine de mètres d'un bâtiment agricole, à l'ouest de la commune de Celerina.

Lieu de l'accident	Suot Crasta, commune de Celerina/GR
Coordonnées suisses	785 362 / 153 583
Latitude	N 46° 30' 28"
Longitude	E 009° 51' 14"
Altitude	1720 m/M (5643 ft AMSL)
Situation	3 km au sud-ouest de l'aérodrome de Samedan, 600 mètres à droite du prolongement de l'axe de la piste 21
Carte topographique de la Suisse	Feuille no. 1257, Saint-Moritz S. Murezzan, échelle 1:25 000

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Le pilote et les passagers ont été identifiés au moyen d'une analyse de l'ADN.

Les occupants sont décédés sur le coup des suites des graves blessures subies lors de l'impact.

L'autopsie du pilote a révélé que celui-ci était attaché à une ceinture à trois points de fixation lors de l'accident. Les examens toxicologiques effectués lors de l'autopsie concernant l'alcoolémie, la prise de stupéfiants ou de médicaments ont tous été négatifs.

Rien n'indique que le pilote ait souffert de problèmes de santé durant le vol de l'accident.

1.14 Incendie

L'appareil a pris feu après l'impact et a été entièrement détruit.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1 Généralités

L'accident n'offrait aucune chance de survie.

1.15.2 Emetteur de secours

L'avion était équipé d'un émetteur de secours (*emergency location beacon aircraft* – ELBA) de type Jolliet JE290. L'émetteur a été retrouvé à quelques mètres de l'épave et ne portait pas de traces de calcination. L'interrupteur était en position ON/ARM et l'ELBA avait été déclenché lors de l'impact. Comme l'accident avait toutefois entraîné la perte de l'antenne, les signaux ne pouvaient être captés qu'à proximité immédiate de l'émetteur, ce qui rendait impossible un relèvement par le système de localisation COSPAS/SARSAT.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Moteur

Les dommages subis par le moteur du fait de l'impact et de l'incendie qui s'en est suivi ont rendu impossible tout examen sur le banc d'essai. On n'a pas trouvé de particules ni de pièces métalliques dans le filtre à huile. L'examen du dispositif d'échappement et du silencieux n'a pas révélé de dommages existant avant l'accident ; ils n'étaient pas davantage obstrués. Les composants des magnétos ont été si endommagés sous l'effet de la chaleur qu'aucune mesure n'était plus possible. Toutes les bougies d'allumage de type REM 38^E ont été examinées. Elles présentaient un taux d'usure de 40 à 50%. Les bougies inférieures étaient légèrement plombées. Seule la bougie inférieure du cylindre n°2 n'a pas fonctionné sur le banc d'essai, probablement en raison des dommages résultant de l'impact.

1.16.2 Système de carburant

Les injecteurs n° 2, 3 et 4 étaient en bon état. L'injecteur du cylindre n° 1 était partiellement obstrué par des résidus de l'incendie.

Le levier de commande de richesse du mélange a été retrouvé en position médiane. La manette des gaz était arrêtée en position "pleins gaz". Le boîtier du système d'injection s'était en partie détaché du bloc du moteur. La commande de richesse du mélange avait fondu et s'était séparée du reste du système.

1.16.3 Ceintures de sécurité

L'avion HB-KFE, homologué pour cinq occupants, était équipé de ceintures à trois points de fixation de type *Anjou aéronautique 343-1* sur quatre sièges. Le siège du milieu du banc arrière était seulement équipé d'une ceinture abdominale.

En raison du degré de destruction, il n'a plus été possible de constater si les ceintures de sécurité des passagers ont résisté au choc. Seules les deux fixations des ceintures du pilote étaient encore attachées au siège. Lors de l'impact, la fermeture du harnais d'épaule s'était défectueuse et le dispositif de fermeture de la ceinture abdominale s'était ouvert.

1.16.4 Volets de courbure

L'examen du moteur actionnant les volets de courbure a révélé que ceux-ci étaient rentrés („up“) au moment de l'accident.

1.16.5 Emetteur de secours

L'examen de l'émetteur de secours a montré que celui-ci était en état de marche et qu'il a été déclenché par l'impact.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

Sans objet.

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 Généralités

Malgré le dépassement des durées de service recommandées par les fabricants du moteur et de l'hélice avant la révision générale (TBO), rien n'indique la présence de défauts techniques préalables qui auraient pu provoquer l'accident.

La déformation des pales de l'hélice permet de conclure que le régime du moteur était élevé au moment de l'accident.

Selon le manuel de vol de l'appareil (*aircraft flight manual* – AFM) du modèle Robin DR-400/500, le moteur Lycoming IO-360-A1B6 atteint au niveau de la mer dans une atmosphère type une puissance maximale de 200 HP en effectuant 2700 RPM. Selon le constructeur, le même moteur développe à une altitude de 1720 m (5643 ft AMSL) et en conditions standards, une puissance inférieure de 20 % env.

2.1.2 Documentation technique

L'examen de la documentation technique de l'appareil Robin DR-400/500, HB-KFE a révélé qu'à plusieurs égards, l'exécution des travaux d'entretien et des consignes de navigabilité (CN) n'était attestée ni dans les documents techniques ni dans le carnet de route.

Le TBO recommandé par les fabricants était dépassé pour le moteur et l'hélice. Dans sa Communication technique (CT-I) 02.020-30, l'OFAC tolère certes un tel dépassement pour l'exploitation d'un aéronef à titre privé, mais conseille néanmoins à tous les exploitants de suivre les recommandations des fabricants.

2.2 Aspects opérationnels et humains

Comme les conditions météorologiques défavorables dans la région du lac de Constance concernaient aussi bien l'aéroport de Friedrichshafen que l'aérodrome de décollage d'Altenrhein, le pilote s'est résolu à atterrir à Samedan. Le pilote a profité du bref arrêt à Samedan pour faire l'appoint de carburant en vue du retour à Sion.

Pour le départ l'après-midi, le contrôleur de la circulation aérodrome a communiqué au pilote du HB-KFE un vent à 220° de 30 nœuds. Le pilote ne s'est probablement pas rendu compte que, vu la topographie locale, un vent de cette force a de toutes autres répercussions aux abords de l'aérodrome en altitude de Samedan (5600 ft AMSL) qu'à Sion (1581 ft AMSL). L'axe de sortie de la piste 25 à Sion est notamment pratiquement dépourvu d'obstacles. De ce fait, un décollage dans des conditions de vent similaires est moins critique à Sion. En revanche, à Samedan, trois kilomètres après la fin de la piste 21, le terrain s'élève de 300 mètres sur une courte distance. C'est la raison pour laquelle la carte d'approche à vue pour Samedan prévoit, 500 mètres après la fin de la piste 21 un virage à droite à 90°, suivi d'un demi-tour à gauche et de l'entrée dans une zone de vent arrière. Il est à noter que des changements de direction de cette importance sont assez inhabituels immédiatement après le décollage. La carte d'approche à vue ne les fait pas apparaître clairement à cause de quelques obstacles qui sont encore indiqués immédiatement après la fin de la piste 21 et qui

dissimulent en partie la trajectoire de vol (cf. illustration 2). La carte n'indique pas non plus pourquoi il faut strictement suivre cette trajectoire. La raison en est que, par fort vent du sud-ouest (vent de Maloja), si l'on prolonge la trajectoire en direction du sud-ouest après le décollage sur la piste 21, on court le risque de pénétrer dans une zone de courants descendants au nord-est de Saint-Moritz.

Comme l'atterrissage à Samedan n'était pas prévu et que le pilote n'y avait encore jamais atterri ni décollé, il est concevable qu'il n'ait pas été au courant de l'importance de la trajectoire dans les conditions de vent qui régnaient à ce moment.

Par ailleurs, le déroulement du vol semble indiquer que le pilote a été surpris par les conditions topographiques dans l'aire de montée au décollage de la piste 21. Du fait qu'il a volé directement en direction de Saint-Moritz au-dessus de la région de Charnadüra, il n'a eu aucune possibilité d'effectuer un virage à gauche étant donné qu'il longeait la colline de God da Spuondas. Comme le montrent les données du manuel de vol du Robin DR-400/500 relatives aux performances de vol, une sortie en ligne droite est possible après le décollage de la piste 21 en cas d'absence de vent, même si la hauteur de vol, par rapport au terrain, reste peu élevée. Dans l'étroite tranchée entre Saint-Moritz et Celerina, le vent a pris de la vitesse, avant de se transformer ensuite dans la pente descendante, près de la piste de bob, en un vent descendant. Ceci a réduit la pente ascendante de l'avion par rapport à la valeur théorique à atteindre. Par des vents d'une telle vitesse, il faut s'attendre à des turbulences modérées à fortes à proximité du sol.

Dans ces conditions, le HB-KFE n'a pas atteint durant le vol ascensionnel en ligne droite la hauteur dont il aurait eu besoin pour poursuivre sa route vers Saint-Moritz. C'est pourquoi le pilote a été forcé de virer à droite ce qui l'a toutefois entraîné dans une zone de turbulences et de vents descendants encore plus forts. Durant ce virage, le pilote a perdu le contrôle de son appareil et n'a plus pu éviter la collision avec le sol.

La baisse de la puissance du moteur due à la grande altitude-densité et le poids au décollage élevé, qui était proche du maximum de 1150 kg, ont contribué à réduire davantage les performances de vol de l'appareil.

L'enquête a établi que le pilote était attaché avant l'accident. Le dispositif de fermeture de la ceinture de sécurité s'était ouvert à la suite de l'impact.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'avion était autorisé à voler en trafic non commercial VFR jour et nuit.
- La masse et le centre de gravité se trouvaient au moment de l'accident dans les limites indiquées dans l'AFM. La masse au décollage s'élevait à env. 1124 kg.
- L'enquête n'a pas mis au jour de défaillances techniques préalables susceptibles d'avoir été à l'origine de l'accident.
- La déformation des pales de l'hélice permet de conclure que le régime du moteur était élevé au moment de l'accident.
- L'examen du moteur actionnant les volets de courbure a révélé que ceux-ci étaient rentrés (*„up“*) au moment de l'accident.
- L'examen de la documentation technique a révélé que sur plusieurs points, l'exécution des travaux d'entretien et de consignes de navigabilité (CN) n'était attestée ni dans le dossier technique ni dans le carnet de route.
- L'examen de l'émetteur de secours a établi que celui-ci a été déclenché par l'accident. Comme l'antenne a toutefois été arrachée par l'impact, les signaux ne pouvaient être captés qu'à proximité immédiate de l'épave.
- Le dernier contrôle des 50 heures a été effectué le 04.08.2006 après 2352:39 heures de service.
- Le dernier examen d'état délégué par l'OFAC a été effectué le 08.09.2005.

3.1.2 Equipage

- Le pilote était en possession des licences nécessaires pour le vol.
- Rien n'indique que le pilote ait souffert de problèmes de santé durant le vol de l'accident.
- Le 30 août 1999, le pilote avait été initié au vol dans les Alpes par un instructeur lors d'un vol effectué depuis Sion.
- Le pilote a atterri pour la première fois à l'aérodrome de Samedan le jour de l'accident.

3.1.3 Conditions-cadres

- La carte d'approche à vue de l'aérodrome de Samedan ne précise pas la procédure de décollage de manière explicite.
- Selon les mesurages de la station de MétéoSuisse, un vent de 220° d'une force de 18 nœuds, avec rafales à 27 nœuds, soufflait à l'aérodrome de Samedan au moment de l'accident.

3.2 Causes

L'accident est dû à une tactique de vol inappropriée, qui a entraîné la perte de contrôle de l'appareil et, par la suite, la collision avec le terrain.

Les facteurs suivants ont joué un rôle dans l'accident:

- Manque d'expérience du pilote sur cet aérodrome de montagne
- La surestimation des performances de vol
- L'absence d'indications relatives à une route de départ appropriée

4 Recommandations de sécurité et mesures prises depuis l'accident

4.1 Recommandations de sécurité

4.1.1 Améliorations des informations concernant l'aérodrome de Samedan

4.1.1.1 Déficit de sécurité

Le 23 septembre 2006 à 15:28 h, le pilote, accompagné de trois passagers, a décollé de la piste 21 de l'aérodrome de Samedan, à bord de l'appareil Robin DR-400/500, HB-KFE, pour effectuer son vol retour à l'aérodrome de départ à Sion. Il régnait un fort vent du sud-ouest.

Le pilote a volé directement en direction du point de compte rendu WHISKY, c'est-à-dire du lac de Saint-Moritz. Dans la région de Charnadūra, où la route cantonale monte vers le lac par une vallée étroite, le pilote a amorcé un virage à droite à faible altitude au cours duquel il a perdu le contrôle de l'appareil. Ensuite, l'avion s'est écrasé au sol à quelque trois kilomètres au sud-ouest de l'aérodrome dans la région de Suot Crasta près de Celerina. Les quatre occupants ont subi des blessures mortelles. L'avion, qui a pris feu après avoir heurté le sol, a été détruit.

L'enquête a montré que l'accident était lié aux conditions topographiques et météorologiques régnant aux abords de l'aérodrome de Samedan. En effet, trois kilomètres après la fin de la piste 21, le terrain s'élève de 300 mètres sur une courte distance. C'est la raison pour laquelle la carte d'approche à vue pour Samedan prévoit, 500 mètres après la fin de la piste 21 un virage à droite à 90°, suivi d'un demi-tour à gauche et de l'entrée dans une zone de vent arrière. La carte d'approche à vue n'indique pas clairement ces changements de direction, la trajectoire de vol étant partiellement masquée par des obstacles indiqués immédiatement après la fin de la piste 21. Elle n'indique pas non plus pourquoi il faut strictement respecter cette trajectoire. La raison en est que, par fort vent du sud-ouest (vent de la Maloja), si l'on élargit la trajectoire en direction du sud-ouest après le décollage sur la piste 21, on court le risque de pénétrer dans une zone de courants descendants au nord-est de Saint-Moritz.

A part ces informations concernant la manière de suivre les circuits de piste, il manque des informations sur les itinéraires de décollage appropriés. On est en droit de supposer que c'est la raison pour laquelle le pilote a choisi une direction qui l'a mis en danger.

Entre 1965 et 2006, au moins trois accidents présentant des caractéristiques similaires au cas présent se sont produits au décollage de l'aérodrome de Samedan.

4.1.1.2 Recommandation en matière de sécurité No. 401

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait veiller à ce que les équipages d'aéronefs utilisant l'aérodrome de Samedan soient suffisamment bien informés des spécificités topographiques et météorologiques de celui-ci. En particulier, des instructions sur des itinéraires de décollage adéquats devraient être fournies.

Par ailleurs, le BEAA a, en rapport avec l'accident HB-CWT survenu le 8 août 2003 à Saanen, déjà émis les deux recommandations suivantes concernant l'utilisation d'aérodromes d'un accès difficile en avion:

- N° 330: L'Office fédéral de l'aviation civil devrait examiner dans quelle mesure il serait possible d'améliorer les cartes d'approche à vue (*visual approach charts*) pour les d'aérodromes d'un accès difficile sur le plan aéronautique. Ces cartes pourraient par exemple proposer des itinéraires de décollage ou comprendre des informations sur la puissance restreinte du moteur en cas de températures élevées ou de vents dangereux. En outre, il faudrait examiner s'il y a lieu de signaler ces aérodromes spécialement sur une carte de l'OACI.
- N° 331: L'Office fédéral de l'aviation civil devrait examiner pour quels aérodromes il conviendrait de recommander ou de prescrire une initiation par un instructeur de vol.

Berne, le 23 septembre 2008

Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

Le présent 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.