Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Domaine aviation

Rapport final n° 2277 du Service suisse d'enquête de sécurité SESE

concernant l'accident du motoplaneur Arcus T, HB-2483,

survenu le 3 août 2015

à environ 600 m au sud-est de l'aérodrome de Bex, commune de Bex / VD

Aéropôle 1, 1530 Payerne
Tel. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01
info@sust.admin.ch
www.sese.admin.ch

Ursachen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass das Segelflugzeug beim Anflug auf ein Notlandefeld während einer Rechtskurve aufgrund einer Bodenberührung um die Hochachse gedreht wurde und auf den Boden aufschlug.

Als beitragender Faktor wurde der Umstand ermittelt, dass der Pilot seine Flugtaktik nicht den Wetterverhältnissen und dem Segelflugzeugmuster mit Klapptriebwerk anpasste, nicht genügend Reserven einplante und nicht rechtzeitig einen Flugplatz oder ein Aussenlandefeld anflog sowie die Notlandung zu spät einleitete.

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport relate les conclusions du Service suisse d'enquête de sécurité (SESE) relatives aux circonstances et aux causes de cet accident.

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

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

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

Toutes les informations contenues dans ce rapport, sauf indication contraire, se réfèrent au moment où s'est produit l'accident.

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 où s'est produit 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 (*coordinated universal time* – UTC) est : LT = CEST = UTC + 2 h.

Rapport final

Type d'aéronef	Arcus T		HB-2483	
Exploitant	Segelfluggruppe Knonaueramt, Postfach, 8910 Affoltern am Albis			
Propriétaire	Segelfluggruppe Knonaueramt, Postfach, 8910 Affoltern am Albis			
Pilote	Citoyen suisse, né en 1951			
Licence	Licence de pilote de planeur (*sailplane pilot licence*) selon l'agence européenne de la sécurité aérienne (*European Aviation Safety Agency* – EASA) établie par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC)			
Heures de vol	**total**	813 h	**au cours des 90 derniers jours**	41 h
	sur le type en cause	14 h	**au cours des 90 derniers jours**	10 h
Lieu	à environ 600 m au sud-est de l'aérodrome de Bex (LSGB)			
Coordonnées	565 743 / 122 565		**Altitude**	406 m/M
Date et heure	3 août 2015, 14 h 57 min 41 s			
Type de vol	Règles de vol à vue, (*visual flight rules* – VFR), privé			
Phase de vol	Approche			
Nature de l'accident	Collision avec des obstacles juste avant un atterrissage d'urgence			

Personnes blessées

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

Dommages à l'aéronef	Fortement endommagé
Autres dommages	Légers dégâts causés aux cultures

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Généralités

La description des faits antécédents et du déroulement du vol se base sur les données enregistrées par le calculateur de vol LX 9000 ainsi que sur les déclarations du pilote.

Il s'agissait d'un vol privé, effectué selon les règles de vol à vue.

1.1.2 Faits antécédents

Le groupe de vol à voile *Segelfluggruppe Zürich* organise chaque année un camp de vol à voile en milieu alpin sur l'aérodrome de Saanen (LSGK). Depuis plus de dix ans, le pilote du motoplaneur HB-2483 participait régulièrement à des camps de vol à voile en Valais et avait acquis à cette occasion, une bonne connaissance de cette région située au sud de la Suisse et de ses alentours. En tant qu'ancien co-exploitant d'un Arcus M et exploitant d'un Antares 20E, il était expérimenté dans le maniement de motoplaneurs équipés de moteurs rétractables.

La première des deux semaines du camp de vol à voile de 2015 a été marquée par des conditions météorologiques défavorables. Pendant la deuxième, le pilote a effectué le 3 août 2015 un vol avec une passagère qui n'avait pas d'expérience de vol préalable. Les prévisions météorologiques pour le vol à voile de MétéoSuisse de ce jour annonçaient des ascendances moyennes modérées à bonnes dans les Alpes et hautes Alpes. Les préparations de vol se déroulèrent normalement.

1.1.3 Déroulement du vol

Le 3 août 2015 à 12 h 29, le motoplaneur Arcus T, immatriculé HB-2483, décolle en vol remorqué de la piste 26 de l'aérodrome de Saanen. Arrivé à l'ouest de Gstaad, le pilote largue le remorqueur, puis gagne de l'altitude en effectuant des spirales dans des courants ascendants. Il se dirige ensuite vers le col de Rawil, qu'il survole à 13 h 26 min à une altitude de 2700 m/M et poursuit le vol le long du flanc nord de la vallée en direction de Visp. Le pilote constate alors que les conditions de vol en ascendance thermique en Valais sont considérablement moins bonnes qu'escompté selon les prévisions. Au nord de Leuk/VS, il décide donc de rebrousser chemin et de voler à nouveau le long du flanc nord de la vallée vers l'aval en direction du col du Sanetsch, tout en gardant la possibilité d'atterrir sur l'aéroport de Sion (LSGS).

A 14 h 06 min, à une altitude de 1260 m/M, au nord-ouest et 780 m au-dessus de l'aéroport de Sion, le pilote du motoplaneur HB-2483 sort le moteur d'appoint et procède à son démarrage par rotation induite par le vent relatif de l'hélice (*windmilling*) (voir chapitre 1.3.2). La vitesse sol maximale atteinte est de 133.2 km/h.[1]

Le moteur d'appoint et les ascendances thermiques rencontrées permettent au pilote de gagner une altitude d'environ 2150 m/M le long de la crête à l'est de la vallée du Sanetsch. Lorsqu'il quitte la crête et lors du survol de la vallée du Sanetsch à 14 h 33 min il ne parvient pas à gagner d'altitude supplémentaire, ceci

[1] La vitesse sol a été calculée à partir des données de paramètres de l'enregistreur de vol, émises à intervalles de 4 secondes.

même avec l'aide du moteur d'appoint. Il décide en conséquence de ne pas continuer plus avant dans la vallée du Sanetsch, mais de continuer le vol vers l'aval en direction de Martigny.

A 14 h 38 min, au nord d'Ardon/VS et à une altitude de 2203 m/M, le pilote coupe et rentre le moteur d'appoint alors que le calculateur de vol indique une hauteur d'arrivée à Bex d'environ 1000 m au-dessus du sol (voir figure 1). Il observe l'escamotage du moteur d'appoint au moyen du rétroviseur et par les bruits et secousses ressenties dans la cellule. A cet instant, le coupe-circuit principal du système d'entraînement du verrin se déclenche (voir figure 5). Après l'avoir manuellement repoussé à deux reprises, le coupe-circuit reste dans la position enclenché. Ceci résulte cependant en un déclenchement de la commande automatique et au fait que le moteur d'appoint ne peut être sorti que manuellement.

Suite à la rentrée du moteur d'appoint, le pilote décide de se diriger vers Bex en limitant au mieux la perte d'altitude et, à cet endroit, de gagner de l'altitude, si besoin est à l'aide du moteur, afin de rentrer à Saanen en passant par le col des Mosses. Un atterrissage à l'aérodrome de Bex (LSGB) est choisi comme option en cas de conditions de descendances thermiques. Le pilote sélectionne donc l'aérodrome de Bex dans le calculateur de vol ainsi que sa fréquence sur la radio de bord.

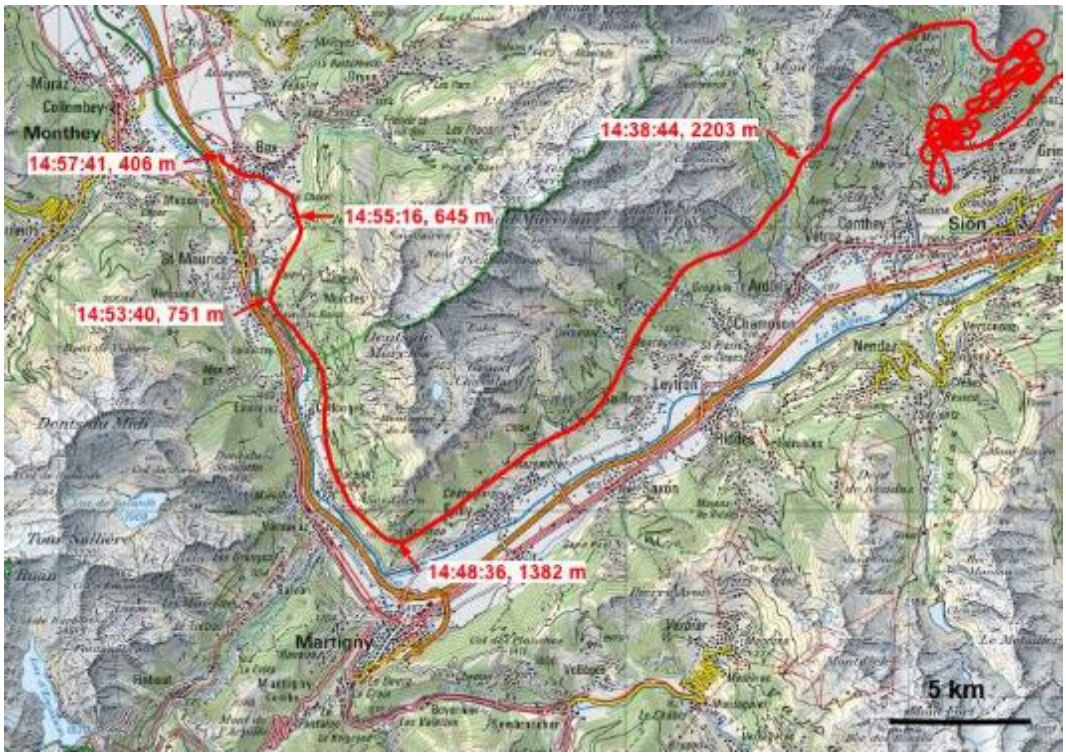


Figure 1 : Trajectographie du motoplaneur HB-2483 (en rouge) après la rentrée du moteur d'appoint. Les flèches étiquetées des données de temps et d'altitude en mètres au-dessus du niveau de la mer indiquent des points distincts du vol; carte reproduite avec l'autorisation de l'Office fédéral de la topographie Swisstopo (JA 150149).

Le vol est poursuivi le long du flanc nord de la vallée en direction de Martigny. Le taux de descente moyen est de 1.4 m/s, la vitesse sol moyenne de 123 km/h (voir annexe 1).

A 14 h 48 min 36 s, au nord de Martigny et à l'altitude de 1382 m/M, le pilote prend la direction de Saint-Maurice. Suite au changement de direction, le taux de descente augmente et atteint la valeur moyenne de 2 m/s, la vitesse sol moyenne est

de 124 km/h. Peu après le passage du nez rocheux à Martigny et avant le rétrécissement de la vallée à Saint-Maurice, les valeurs maximales enregistrées indiquent un taux de descente de 5.8 m/s, respectivement 6.0 m/s (voir annexe 1).

A 14 h 53 min 40 s le pilote survole le flanc droit de la vallée par le travers de Saint-Maurice à une altitude de 751 m/M, respectivement 351 m au-dessus de l'aérodrome de Bex. A cet endroit, il se rappelle avoir observé sur le calculateur de vol une hauteur d'approche d'une valeur de 350 m au-dessus du sol[2]. Sitôt l'aérodrome en vue, il s'annonce sur la fréquence en vue de rejoindre l'étape de la finale de la piste 33.

Après le rétrécissement de la vallée le pilote vire à droite en suivant le terrain dans l'espoir de trouver des ascendances (voir figure 2). Le taux de descente diminue et atteint la valeur de 1.1 m/s.

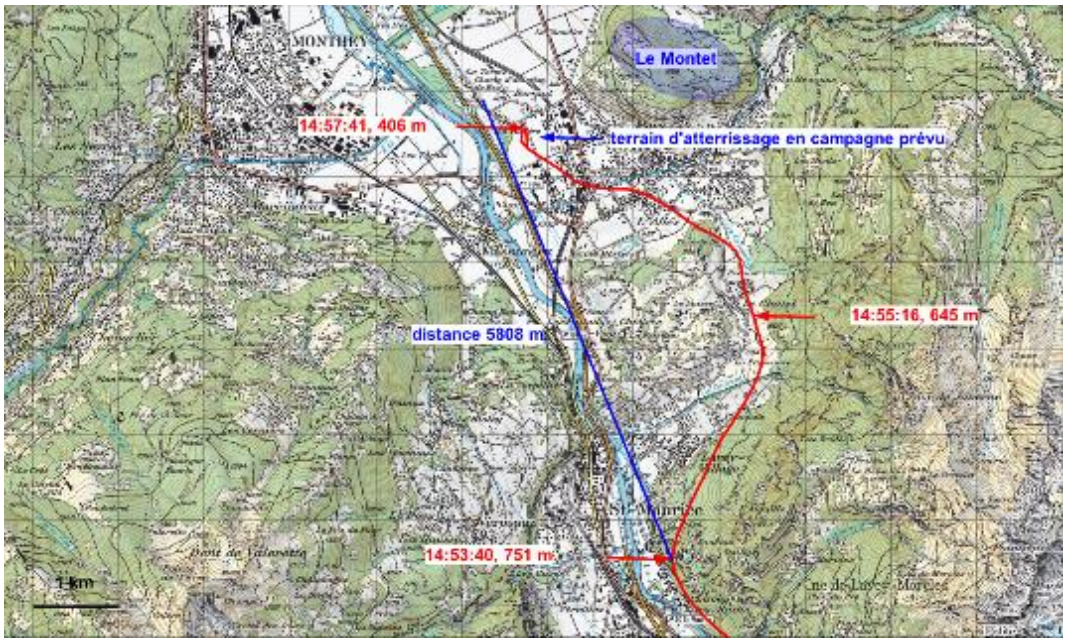


Figure 2 : Extrait agrandi de la trajectoire du motoplaneur HB-2483 (en rouge) après le rétrécissement de la vallée à Saint-Maurice. Les flèches étiquetées des données de temps et d'altitude en mètres indiquent des points distincts de la trajectoire. La ligne droite bleue indique la trajectoire directe jusqu'à l'aérodrome de Bex ; carte reproduite avec l'autorisation de l'Office fédéral de la topographie Swisstopo (JA 150149).

A 14 h 55 min 16 s, à l'altitude de 645 m/M, respectivement à la hauteur de 105 m, le pilote commande à nouveau et manuellement la sortie du moteur d'appoint et le démarre par rotation induite par le vent relatif de l'hélice. A cet effet, il accélère à la vitesse sol maximale de 122.5 km/h. Le pilote constate que le régime du moteur monte jusqu'à la valeur d'environ 5600 RPM[3].

Le vol est poursuivi avec le moteur en marche et la vitesse sol moyenne d'environ 100 km/h. Même à l'aide du moteur, le pilote ne parvient pas à gagner de l'altitude et le taux de descente est d'environ 1.5m/s.

Le pilote ne peut s'expliquer la perte d'altitude malgré le fait que le moteur fonctionne et décide alors de virer à droite pour effectuer un atterrissage dans le pré au nord de la route qui mène à l'aérodrome. A 14 h 57 min 41 s l'aile droite du

[2] Une hauteur de sécurité de 0 m est programmée dans le calculateur de vol. La hauteur d'approche est ainsi calculée au-dessus de l'aérodrome de Bex.

[3] RPM: *revolution per minute*, tours par minute

motoplaneur touche les tiges de maïs d'un champ situé au sud de la route, environ 600 m au sud-est de l'aérodrome de Bex (voir figure 6). L'aéronef tourne alors autour de son axe vertical dans le sens des aiguilles d'une montre et heurte le sol d'une faible hauteur. Le fuselage se brise derrière les ailes, à la hauteur des trappes de logement du moteur. Le motoplaneur HB-2483 s'immobilise dans le champ de maïs, fortement endommagé. Le pilote et la passagère sont indemnes, et sortent de l'aéronef par eux-mêmes.

Le pilote déclarera plus tard avoir fait confiance au moteur ; il était d'avis que ce dernier n'avait cependant pas fonctionné normalement.

1.2 Renseignements météorologiques

1.2.1 Situation météorologique générale

Une dorsale à faibles gradients avec des vents du sud-ouest influençait le temps en altitude. Au sol se trouvait un anticyclone centré sur la République tchèque. Une dépression thermique s'est formée au cœur des Alpes, alimentée par le réchauffement local et une divergence sur les régions de montagne.

1.2.2 Situation météorologique au moment de l'accident

Le temps était ensoleillé et chaud. Une brise de vallée soufflait à proximité du sol (voir figures 3 et 4).

Temps	Ensoleillé
Nuages	1/8 cumulus, 2800 m/M
Visibilité	40 km
Vent	020°, 7 kt
Température / point de rosée	30° C / 17° C
Pression atmosphérique (QNH)	1017 hPa
Dangers	Aucun

1.2.3 Données astronomiques

Position du soleil	Azimut : 219°	Hauteur : 56°
Conditions d'éclairage naturel	Jour	

1.2.4 Conditions météorologiques locales

Le radiosondage de Payerne montrait une couche isotherme de près de 1000 mètres au-dessus de l'altitude de 2200 m, qui atténuait considérablement les courants thermiques. Entre le lac Léman et Martigny soufflait une forte brise de vallée. L'interaction de cette dernière avec les courants de pente ascendants et descendants peut être très complexe, en particulier en des endroits où l'orientation de la vallée change, avec par endroits des phénomènes de vents ascendants et descendants qui peuvent sembler paradoxaux. De plus, le flanc ouest de la vallée était ensoleillé en première partie de journée, cela laissant supposer qu'il était thermiquement actif, alors que le flanc est survolé a été exposé à un ensoleillement moins important.

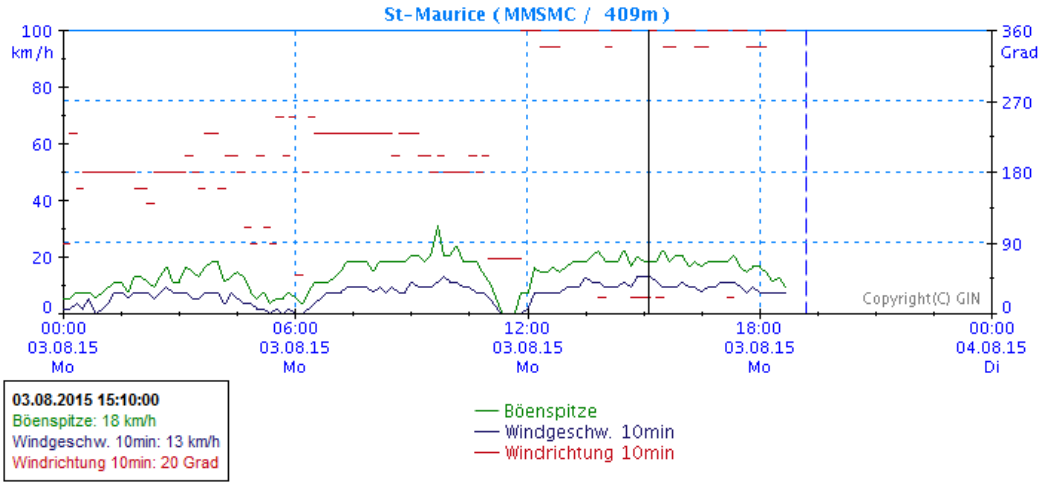


Figure 3 : mesure du vent à la station MeteoGroup de Saint-Maurice

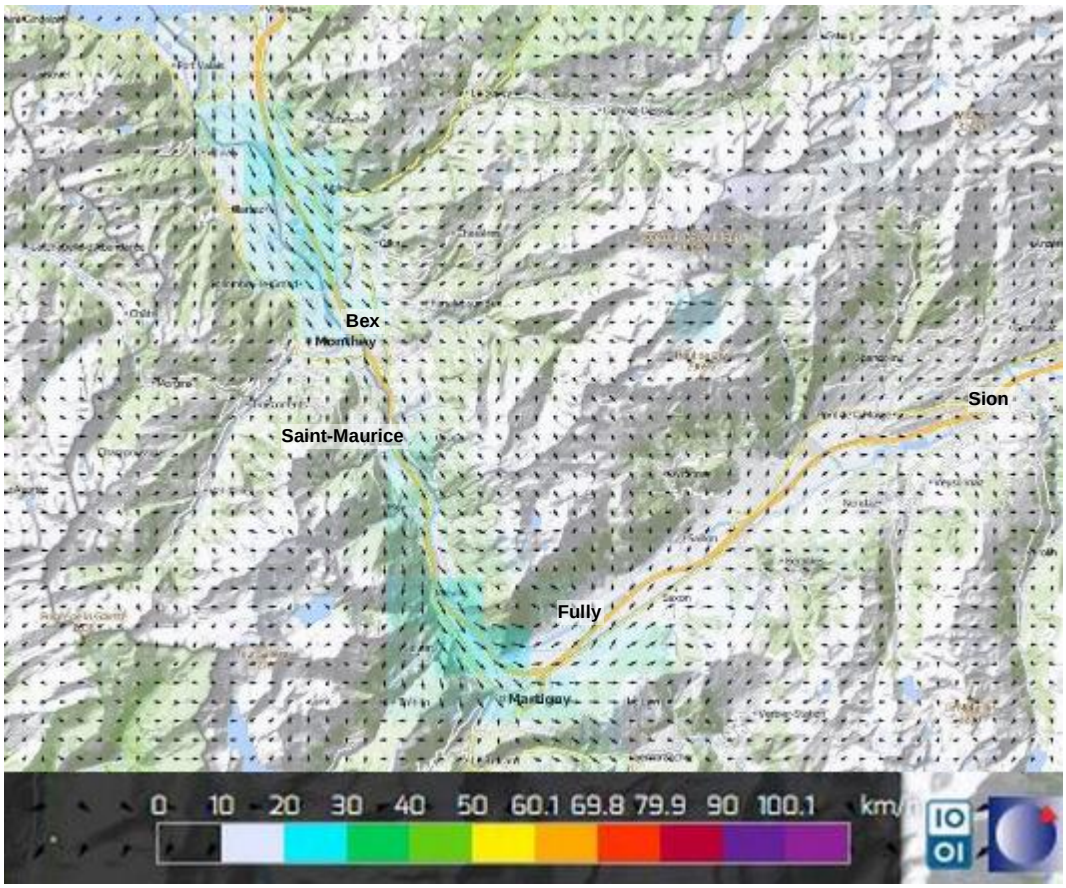


Figure 4 : modèle AROME[4] de Météo-France, champ de vent, 10 m au-dessus de la topographique du modèle numérique à 15 h 00 min (vitesse du vent en km/h)

[4] AROME : *applications of research to operations at mesoscale*

1.3 Renseignements sur l'aéronef

1.3.1 Renseignements généraux

Immatriculation	HB-2483
Type d'aéronef	Arcus T
Caractéristiques	Motoplaneur biplace de haute performance, en matériaux composites avec empennage horizontal en T et volets de courbure, ne disposant pas d'un dispositif d'envol autonome incorporé
Envergure	20 m
Finesse maximale	49-50
Constructeur	Schempp-Hirth Flugzeugbau GmbH, Kirchheim/Teck, Allemagne
Année de construction	2009
N° de série	2
Propriétaire	Segelfluggruppe Knonaueramt, Postfach, 8910 Affoltern am Albis
Exploitant	Segelfluggruppe Knonaueramt, Postfach, 8910 Affoltern am Albis
Moteur d'appoint	Constructeur : Solo Vertriebs- und Entwicklungs GmbH, Sindelfingen, Allemagne Modèle : Solo 2350 D Année de construction / numéro de série : 2012 / 257 Caractéristiques : moteur automatique à deux temps, type bicylindre en ligne, d'une cylindrée de 430 cm^3, puissance au démarrage et en continu de 22 kW à 6500 RPM, refroidissement à air, régulation de mélange par 2 carburateurs à membrane, allumage par magnéto sans contact, entraînement de l'hélice avec transmission par courroie, sans démarreur, pompe de carburant à entrainement pneumatique par impulsions
Hélice	Constructeur : Technoflug Leichtflugzeugbau GmbH & Co. KG, Schramberg, Deutschland Modèle : OE-FL 5.110/83 av Caractéristiques : hélice asymétriquement repliable à cinq pales
Emetteur de localisation d'urgence	ELT: Ameri-King AK 451, 406 MHz

Heures d'exploitation	Cellule	1284:22 h TSN[5]
	Moteur et hélice	9:21 h TSN
Nombre d'atterrissages	447	
Masse maximale autorisée au décollage	800 kg	
Masse et centre de gravité	La masse et le centre de gravité étaient dans les limites prescrites par le manuel d'exploitation de l'aéronef (*aircraft flight manuel* – AFM)	
Entretien	Le dernier contrôle annuel a été effectué le 15 novembre 2014, la cellule totalisait 1122:44 h TSN et le moteur 8:01 h TSN	
Restrictions techniques	Aucune restriction technique n'était signalée dans le carnet de route	
Types de carburants autorisés	Mélange pour moteur à deux temps, essence voiture (sans plomb) min. 95 ROZ[6], essence aviation (AVGAS 100 LL)	
Type de carburant utilisé lors du vol de l'accident	Le mélange de carburant pour moteur deux-temps récupéré du réservoir avait la teneur en huile de lubrification escomptée. L'indice d'octane ROZ, dont la valeur approximative était de 105, dépassait la plus haute valeur calibrée normale (voir chapitre 1.5.2). Ceci n'a cependant eu aucune influence sur la performance du moteur.	
Capacité totale du réservoir	15.9 litres (0.2 litre non utilisable)	
Quantité de carburant retiré du réservoir après l'accident	6.7 litres	
Consommation moyenne de carburant	Environ 16 litres par heure	
Base de certification	CS-22 *utility,* ne disposant pas d'un dispositif d'envol autonome incorporé	
Champ d'utilisation	Privé	
Catégorie	VFR de jour	
Modifications	Voir chapitre 1.3.2	

1.3.2 Examen rétrospectif et renseignements sur les réparations

Le motoplaneur HB-2483, a été construit en décembre 2009, sans moteur d'appoint et comme premier aéronef de type « Arcus ». Il était immatriculé en Allemagne.

En juillet 2010, la cellule a subi des réparations chez le constructeur en raison de dommages importants. Le moteur d'appoint Solo 2350 D (numéro de série 257) a

[5] TSN : *time since new*, temps d'utilisation depuis neuf

[6] ROZ : *research-Oktanzahl*

été installé sur l'aéronef en novembre 2012 chez le constructeur. Suite à ces travaux, le motoplaneur a reçu la dénomination « Arcus T » ainsi que le numéro de série 2.

Le 10 janvier 2013, le motoplaneur a été importé en Suisse avec 653 h TSN et immatriculé HB-2483. Le moteur affichait 0 h TSN au compteur.

1.3.3 Renseignements sur le moteur d'appoint

1.3.3.1 Généralités

Le moteur d'appoint 2350 D à deux temps du constructeur Solo Vertriebs- und Entwicklungs GmbH, est en premier lieu conçu comme aide au retour et comme moteur de croisière.

La rentrée et la sortie du moteur s'effectuent au moyen d'un vérin électrique. Le moteur démarre entrainé par la rotation induite par le vent relatif de l'hélice asymétriquement repliable à cinq pales et il fonctionne continuellement à pleine puissance.

Le moteur est arrêté en réduisant la vitesse de vol et en coupant l'allumage.

Après avoir coupé l'allumage sur l'unité de commande ILEC[7] TB 06, la rentrée du moteur est automatique. Elle a lieu quelle que soit la position de l'hélice, les pales se repliant automatiquement.

L'unité de commande du moteur d'appoint comprend l'interrupteur d'allumage, l'indication de la vitesse de rotation, le robinet de carburant et la poignée « Deko »[8]. Le niveau de carburant y est indiqué en litres.

En cas de panne du système, le taux de descente induit si le moteur est en position sorti est d'environ de 1.4 à 1.6 m/s.

Le vérin électrique est protégé par le coupe-circuit principal (7½ A).

Figure 5 : unité de commande du moteur d'appoint avec le coupe-circuit principal (cercle rouge)

1.3.3.2 Renseignements sur la rentrée et la sortie du moteur d'appoint.

Que le moteur d'appoint soit mis en service automatiquement ou manuellement, la vitesse de vol doit être d'au moins 100 km/h pour que la vitesse de rotation nécessaire à son démarrage soit atteinte.

L'augmentation de la vitesse de rotation du moteur induite par une augmentation de la vitesse de vol est électroniquement limitée par la diminution du nombre d'impulsions d'allumage. Lorsque la vitesse de vol dépasse 125 km/h (5 à 10 km/h de moins en conditions de vol avec rafales), il peut arriver que le moteur démarre et que cette limitation s'active en raison d'une vitesse de rotation trop élevée (de 6550 à 6600 RPM). Il faut alors réduire la vitesse de vol entre 95 et 105 km/h pour réactiver l'allumage automatique.

Le manuel de vol conseille de ne pas tenter de démarrage en-dessous de 300 m.

---

[7] ILEC : Industrie-und Luftfahrtelektronik GmbH

[8] Les soupapes de décompression peuvent être actionnées au moyen de cette poignée.

1.4 Renseignements sur l'épave, sur l'impact et sur le site d'accident

Le premier contact avec les tiges de maïs du champ a eu lieu alors que le motoplaneur était orienté vers le nord-est. L'aéronef a alors tourné de plus de 90 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre autour de son axe vertical et a heurté le sol du champ de maïs d'une faible hauteur.

Figure 6 : position finale du motoplaneur HB-2483 dans le champ de maïs, à environ 600 m au sud-est de l'aérodrome de Bex

Le motoplaneur a été fortement endommagé lors de l'impact ; le fuselage s'est brisé derrière les ailes, à la hauteur des trappes de logement du moteur.

Les constatations suivantes ont été faites sur l'épave du motoplaneur HB-2483 :

- le moteur d'appoint se trouvait en position sorti ; l'hélice repliable à cinq pales était en position de fonctionnement ;
- les aérofreins étaient rentrés ;
- la commande des volets de courbure se trouvait sur la position de vol rapide « S » (*Schnellflug*); les tiges de commande étaient déformées et sous tension mécanique ;
- le train d'atterrissage était rentré ;
- la commande de compensation se trouvait en position neutre ;
- le robinet de carburant se trouvait en position ouvert « *AUF* » ;
- le robinet du purgeur de carburant dans le fuselage était fermé ;
- l'interrupteur « *Bat-Wählschalt-Avionic* » était sur la position « *C1* » ;
- une perte de carburant insignifiante a été constatée au niveau des conduites de la pompe mécanique de carburant ;
- le filtre à carburant contenait du carburant et était très gras ;

- les câbles et fils du système d'allumage étaient en état de fonctionnement ;
- tous les interrupteurs de contact dans l'habitacle étaient éteints ;
- tous les coupe-circuits (*circuit breakers*) étaient poussés ;
- l'émetteur de localisation d'urgence (*emergency locator transmitter* - ELT) de type 406 MHz Ameri-King et le système d'allumage ont tous deux été désactivés par les premiers intervenants.

1.5 Aspects techniques

1.5.1 Généralités

Suite aux déclarations du pilote relatives au mauvais fonctionnement du moteur d'appoint lors de sa deuxième utilisation et de l'impossibilité de maintenir l'altitude, des examens techniques ont été entrepris. Ils ont porté sur le carburant, le coupe-circuit principal, les carburateurs ainsi que sur les données du niveau de bruit du moteur (*engine-noise-lebel* – ENL) enregistrées dans le calculateur de vol.

1.5.2 Carburant

Le mélange deux temps extrait du réservoir de carburant avait la teneur en huile de lubrification escomptée. Le ROZ, dont la valeur approximative était de 105, se trouvait au-dessus de la plus haute valeur calibrée normale. Compte tenu de cette valeur élevée ainsi que de la proportion de plomb mesuré, le carburant était vraisemblablement composé d'un mélange d'essence de voiture et d'essence d'aviation (*aviation gasoline* – AVGAS) 100 LL, avec de l'huile de lubrification.

Le constructeur du moteur a estimé que le mélange de carburant trouvé dans le réservoir du motoplaneur HB-2483, composé d'essence sans plomb d'indice d'octane 95 et d'AVGAS, n'était pas susceptible de causer un quelconque problème. Une proportion de mélange de 1:40 (2.5 %) est prescrite par le constructeur du moteur ; la quantité d'huile de lubrification de 2.1% dans le cas présent se trouvait dans le domaine des proportions (de 1:25 (4 %) à 1:50 (2 %)) pour lequel le moteur fonctionne sans problème.

Selon l'estimation du constructeur du moteur, la qualité du carburant analysé n'a eu aucune influence sur la performance du moteur.

1.5.3 Coupe-circuit principal

Selon les informations fournies par le constructeur, il est possible que le contacteur de fin de course de la position rentrée du moteur se soit déplacé, amenant ainsi le vérin en butée mécanique. Ceci aurait causé l'ouverture du coupe-circuit principal (7½ A) sur l'unité de commande (voir figure 5). Une mise en service du moteur associée à une réduction de la tension de la batterie peut également mener à l'ouverture du coupe-circuit en raison d'une augmentation du flux de courant. La tension de la batterie a été contrôlée et les résultats n'ont pas mis en évidence d'anomalie.

Le fait de réenclencher le coupe-circuit principal n'a pas d'influence sur la performance du moteur.

1.5.4 Carburateurs

Les deux carburateurs ont été soumis à des examens techniques approfondis.

Leur étanchéité a été contrôlée selon les directives du constructeur à une pression de contrôle de 0.4 bar. Une perte de pression horaire de 0.1 bar a été constatée. Les résultats des mesures étaient dans les tolérances prescrites par le constructeur.

Lors du démontage des carburateurs aucune impureté n'a été décelée, ni à l'intérieur des chambres, ni sur les membranes. Une déformation de la membrane de l'un des carburateurs a été constatée, mais qui, selon le constructeur, n'a pas eu d'influence sur la performance du moteur. L'examen des valves n'a pas révélé de défectuosité.

1.5.5 Données du niveau de bruit du moteur

Les valeurs ENL enregistrées par le calculateur de vol ne révèlent rien de particulier lors du vol de montée au nord de Sion. Dans le dernier quart de ce tronçon, au cours duquel il n'y a pas eu de gain d'altitude, les valeurs ENL sont dans une bande passante plus élevée, variant entre 500 et la valeur maximale de 1000 (voir annexe 1).

Lors de la deuxième mise en service du moteur d'appoint, les valeurs ENL ne révèlent rien de particulier dans la première moitié du temps de fonctionnement. Ensuite, les mêmes oscillations variant entre 500 et 1000 présentes lors de la première mise en service sont constatées.

Selon les indications du fabriquant du calculateur de vol et sur la base de ses enregistrements on peut conclure que lors de ses deux mises en service, le moteur a fonctionné avec l'allumage enclenché et qu'il n'a pas uniquement été entrainé par le moulinet de l'hélice (*windmilling*).

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

L'enquête n'a révélé aucune défectuosité technique ayant pu provoquer l'accident ou y contribuer.

2.2 Aspects humains et opérationnels

Suite à la rentrée du moteur au nord d'Ardon/VS, le pilote du motoplaneur HB-2483 a décidé de voler en direction de Bex en limitant au mieux la perte d'altitude, avec l'intention d'y gagner à nouveau de l'altitude. A ce moment, son altitude était de 2200 m/M, soit 1800 m au-dessus de l'aérodrome de Bex et, selon son calculateur de vol, le pilote pouvait compter sur une hauteur d'environ 1000 m au-dessus de l'aérodrome pour effectuer son approche (voir figure 1).

A Fully/VS, le pilote se trouvait à l'altitude de 1590 m/M, à partir de laquelle l'aéroport régional de Sion aurait encore pu être rejoint à une hauteur de 300 m, compte tenu de la pente volée de 1:25. En conditions similaires, il aurait atteint l'aérodrome de Bex à une hauteur de 380 m. La décision du pilote de continuer selon le parcours de vol planifié en direction de Bex est compréhensible, une hauteur d'arrivée de 380 m au-dessus d'un terrain d'aviation étant normalement suffisante. La différence entre la pente volée et la meilleure finesse de 1:50 de l'Arcus T demande cependant une surveillance continue du parcours de vol planifié. Au vu des forts vents de face (voir chapitre 1.2.4) et des taux de descente importants rencontrés, la poursuite du vol en direction de l'aérodrome de Bex ne dénotait pas une tactique de vol adaptée aux conditions météorologiques du moment.

Le taux de descente a fortement augmenté devant le nez rocheux de Martigny. Au nord de celui-ci et par la suite au niveau du rétrécissement de la vallée à Saint-Maurice, le motoplaneur a perdu de l'altitude à raison de 6 m/s. Surpris par les taux de descente importants, le pilote a été soumis à une pression grandissante. Au vu de la pente de vol de 1:17 entre Martigny et Saint-Maurice, il n'aurait été possible d'atteindre l'aérodrome de Bex en ligne droite depuis Saint-Maurice qu'avec une hauteur d'arrivée calculée de 0 m (voir ligne bleue, figure 2).

C'est au plus tard au moment de son appel pour une longe finale vers la piste 33 sur la fréquence de l'aérodrome de Bex que le pilote a manifestement abandonné son projet initial de gagner de l'altitude à l'aide du moteur au-dessus de l'aérodrome et de rentrer à Saanen par le col des Mosses.

Le pilote s'est ensuite dirigé vers la droite le long du relief dans l'espoir de trouver encore des ascendances dans cette région qui lui était familière. Alors que le terrain devenait plus plat et donc moins exposé au vent contraire, le taux de descente moyen a diminué pour atteindre la valeur de 1.1 m/s, lequel aurait également permis d'atteindre l'aérodrome de Bex en se basant sur une trajectoire calculée plus longue. En raison de la décision de ne pas continuer vers Bex par le chemin le plus court et de ne pas se diriger vers un terrain d'atterrissage en campagne approprié, les réserves d'altitude et donc la marge de manœuvre se sont réduites rapidement.

Le niveau de stress auquel le pilote était soumis a encore augmenté lorsque le niveau du fond de la vallée s'est élevé le long du parcours de vol choisi. A l'altitude de 645 m/M, soit à la hauteur de 105 m, le pilote a sorti le moteur d'appoint et l'a démarré, afin d'assurer une plus grande marge de sécurité pour l'approche à Bex.

Cette décision est contraire aux recommandations du constructeur (voir chapitre 1.3.3.2) et les pratiques courantes au sein des groupes de vol à voile (voir rapport final n° 2206, chapitre 1.8.3 et 2.2.2), selon lesquelles le moteur doit être sorti à

une hauteur minimale de 500 m au-dessus d'un terrain d'atterrissage en campagne. Une telle décision ne peut s'expliquer que par l'état de stress élevé et la volonté d'atteindre coûte que coûte la piste (*target fascination*).

Les examens techniques ainsi que les mesures ENL n'ont indiqué aucune défectuosité du moteur d'appoint. Il faut en conclure que celui-ci développait une puissance normale. La trajectoire du motoplaneur est passée au sud du lieu-dit Le Montet, le long d'une chaine de collines au nord de Bex (voir figure 2). On peut considérer que le motoplaneur, qui se trouvait en aval de la chaine de collines exposées à un courant du nord-ouest, n'a plus été en mesure de maintenir son altitude malgré la puissance développée par le moteur. On ne peut en outre exclure que la vitesse de vol et l'intensité des rafales de vent rencontrées lors de cette phase de vol aient activé le dispositif de protection du moteur, limitant électroniquement le nombre d'impulsions d'allumage (voir chapitre 1.3.3.2).

A ce moment, le pilote disposait encore de possibilités pour un atterrissage en campagne dans la direction de vol au sud-est de l'aérodrome. Il n'a, malgré une perte supplémentaire d'altitude, pas perçu l'urgence d'une décision d'effectuer un atterrissage en campagne. Ceci amène à conclure que le pilote a, à ce moment, surestimé la puissance développée par le moteur d'appoint et n'a pris conscience que trop tard de la perte d'altitude au-dessus d'un terrain en pente descendante.

Ce n'est que lorsqu'il a réalisé que l'aérodrome de Bex ne pourrait plus être atteint qu'il a viré à droite pour un atterrissage d'urgence sur le pré au nord de la route menant à l'aérodrome. A 14 h 57 min 41 s l'aile droite de l'aéronef a touché les tiges de maïs d'un champ, environ 600 m au sud-est de l'aérodrome de Bex. Suite à ce contact avec le sol, le motoplaneur HB-2483 a tourné autour de son axe vertical dans le sens des aiguilles d'une montre, puis a heurté le sol et s'est brisé en deux.

Le fait que le train d'atterrissage était rentré et les volets de courbure en position de vol rapide *Schnellflug* (S) démontre que l'atterrissage d'urgence a été initié trop tardivement et accompli avec un haut niveau de stress.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'aéronef était admis à la circulation VFR.
- La masse et le centre de gravité du motoplaneur se trouvaient au moment de l'accident dans les limites prescrites selon l'AFM.
- L'enquête n'a révélé aucune défectuosité technique ayant pu provoquer l'accident ou y contribuer.

3.1.2 Aspects humains

- Le pilote était en possession des licences nécessaires pour le vol.
- Aucun élément n'indique que le pilote ait été affecté dans son état de santé lors de l'accident.

3.1.3 Déroulement du vol

- Le motoplaneur HB-2483 a décollé en vol remorqué le 3 août 2015 à 12 h 29 min de la piste 26 de l'aérodrome de Saanen.
- Le pilote a gagné le Valais par le col du Rawil et y a constaté que les conditions d'ascendances thermiques étaient considérablement plus mauvaises qu'il n'avait pu s'y attendre selon les prévisions.
- A 14 h 06 min, à une altitude de 1260 m/M, au nord-ouest et 780 m au-dessus de l'aéroport de Sion, le pilote du motoplaneur HB-2483 sort le moteur d'appoint et procède à son démarrage par rotation induite par le vent relatif de l'hélice (*windmilling*).
- A 14 h 39 min, au nord d'Ardon/VS et à l'altitude de 2200 m/M, le pilote du motoplaneur HB-2483 a décidé de suivre la vallée vers l'aérodrome de Bex et d'y gagner de l'altitude, au besoin à l'aide du moteur, afin de rentrer à Saanen en passant par le col des Mosses.
- Le vol en direction de Martigny a entamé une partie de sa réserve d'altitude en raison du manque d'ascendances thermiques et des conditions de vent défavorables.
- Le vol entre Martigny et Saint-Maurice s'est poursuivi par vent de face, en partie en contrebas de la topographie. Les réserves d'altitudes ont été épuisées avant d'atteindre Saint-Maurice mais il était encore possible d'atteindre l'aérodrome de Bex en ligne droite.
- A la hauteur de Saint-Maurice, le pilote du motoplaneur HB-2483 a opté pour une trajectoire le long du relief dans l'espoir d'y trouver des ascendances thermiques.
- Le manque de réserve d'altitude pour atteindre l'aérodrome de Bex et le rapprochement du relief sur la trajectoire choisie ont contribué à l'augmentation du niveau de stress auquel le pilote était soumis.
- A 14 h 55 min 16 s et à l'altitude de 645 m/M, soit à la hauteur de 105 m, le pilote a sorti le moteur d'appoint et l'a démarré par la rotation induite par le vent relatif de l'hélice (*windmilling*).
- La performance du moteur n'a pas suffi à conserver l'altitude en aval de la chaine de collines.

- Comme l'aérodrome de Bex ne pouvait plus être atteint, le pilote a viré vers la droite afin d'effectuer un atterrissage d'urgence dans un pré.
- A 14 h 57 min 41 s l'aile droite de l'aéronef a touché un champ de maïs se trouvant au sud de la route, environ 600 m au sud-est de l'aérodrome de Bex. Le motoplaneur a alors tourné de plus de 90 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre autour de son axe vertical et a heurté le sol d'une faible hauteur.
- Le fuselage s'est brisé derrière les ailes, à la hauteur des trappes de logement du moteur.
- Le pilote et la passagère, indemnes, ont été en mesure de sortir de l'aéronef par eux-mêmes.

3.1.4 Conditions environnementales

- Les conditions de visibilité tout au long du vol étaient bonnes.
- Des conditions de brise de vallée étaient présentes sur le tronçon de vol entre Fully/VS et Saint-Maurice en passant par Martigny.

3.2 Causes

L'accident est dû au fait que le planeur, suite à un contact avec le terrain durant un virage à droite lors de l'approche pour un atterrissage d'urgence dans un champ, a été mis en rotation autour de l'axe de lacet et a heurté le sol.

Le fait que le pilote n'a pas adapté sa tactique de vol aux conditions météorologiques ainsi qu'au type de planeur à moteur rétractable, qu'il n'a pas prévu suffisamment de marge pour atteindre un aérodrome ou un terrain propice à un atterrissage extérieur en temps utile et qu'il n'a pas effectué l'atterrissage d'urgence à temps, a joué un rôle dans l'accident.

4 Recommandations de sécurité, avis concernant la sécurité et mesures prises après l'accident

4.1 Avis concernant la sécurité

Aucun

4.2 Recommandations de sécurité

Aucune

4.3 Mesures adoptées depuis l'accident pour améliorer la sécurité aérienne

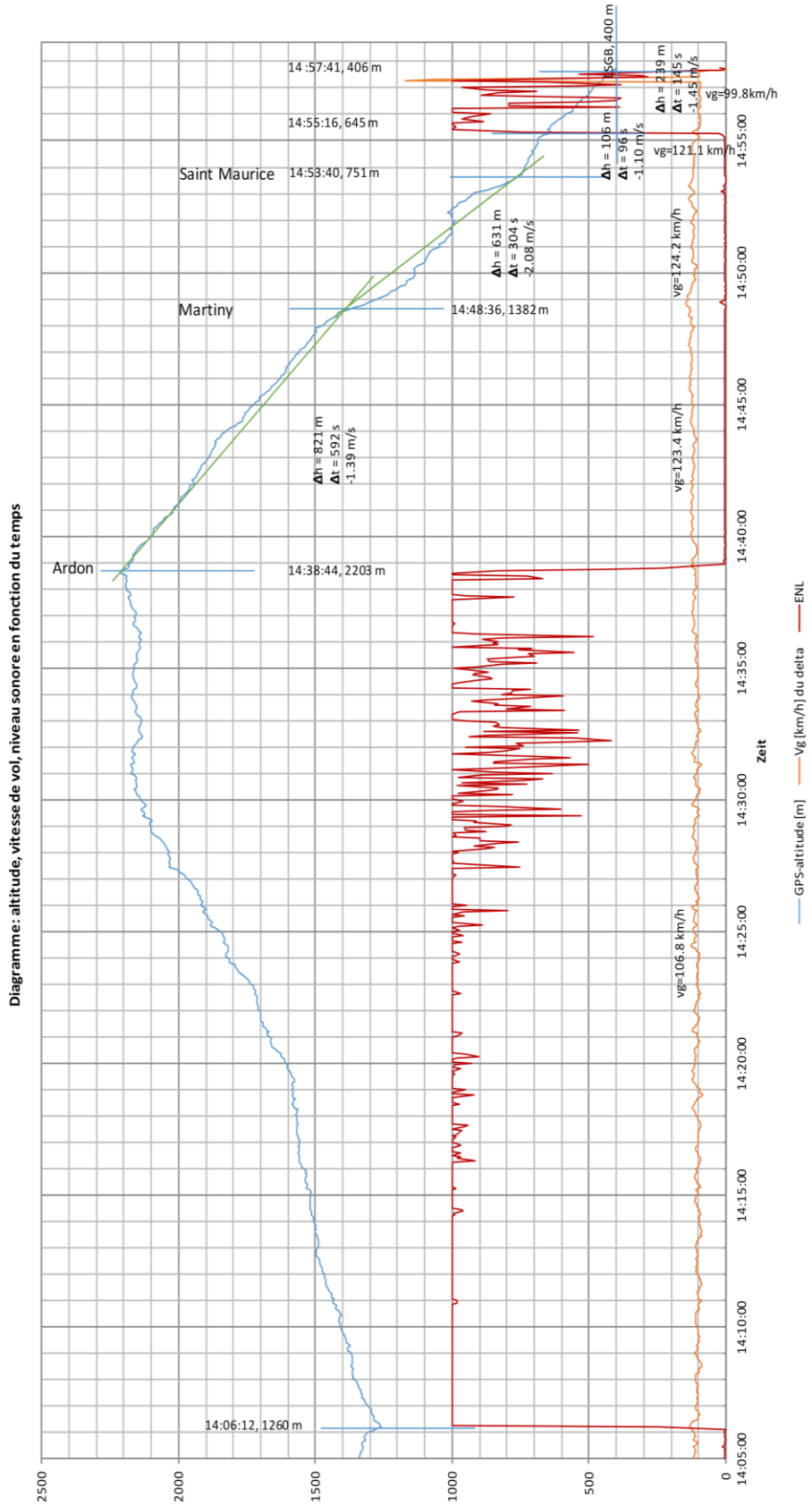
Aucune

Payerne, 22 novembre 2016 Bureau d'enquête du SESE

Ce rapport final a été approuvé par la commission du Service suisse d'enquête de sécurité SESE (art. 10 lit. h de l'Ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports du 17 décembre 2014).

Berne, 1er septembre 2016

Annexe 1: enregistrement du calculateur de vol LX 9000



Tracé de l'altitude après le démarrage du moteur d'appoint à Sion (en bleu) avec les données d'enregistrements sonores ENL (en rouge) et la vitesse sol (en orange). Les droites (en vert) montrent les taux de descente moyens rencontrés le long des tronçons de vol entre Ardon et Martigny et entre Martigny et Saint-Maurice.