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

Rapport final n° 2347 du Service suisse d'enquête de sécurité SESE

concernant l'accident du motoplaneur Binder EB29D, D-KVEB,

survenu le 14 septembre 2016

au nord-ouest du champ d'aviation de Montricher, Commune de l'Isle (VD)

Service Suisse d'enquête de sécurité SESE
3003 Berne
Tel. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01
info@sust.admin.ch
www.sese.admin.ch

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 l'incident grave.

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 (OEIT, RS *742.161*) du 17 décembre 2014 (Etat le 1er février 2015), 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.

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	EB29D			D-KVEB
Exploitant	Privé			
Propriétaire	Privé			
Pilote place avant	Citoyen suisse, né en 1961			
Licence	Licence de pilote de planeur (*sailplane* – SPL) avec l'extension moto-planeur (*touring motor glider* – TMG) ainsi qu'une licence de pilote privé (*private pilot licence* – PPL(A)) 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 planeur	**total**	280:15 h	**au cours des 90 derniers jours**	43:46 h
	sur le type en cause	6:25 h	**au cours des 90 derniers jours**	6:25 h
Pilote place arrière	Citoyen suisse, né en 1963			
Licence	SPL avec l'extension TMG selon EASA, établie par l'OFAC			
Heures de vol	**total**	2081:12 h	**au cours des 90 derniers jours**	115:17 h
	sur le type en cause	16:25 h	**au cours des 90 derniers jours**	16:25 h
Lieu	Au lieu dit « Côte de Châtel »/ Commune de L'Isle (VD)			
Coordonnées	517 247 / 165 101		**Altitude**	1290 m/M
Date et heure	14 septembre 2016, 13 h 56 min LT (LT = UTC +2)			

Type d'exploitation	Privé
Règles de vol	Règles de vol à vue (*Visual Flight Rules* – VFR)
Lieu de départ	Courtelary (LSZJ)
Destination	Courtelary (LSZJ)
Phase de vol	Croisière
Nature de l'accident	Perte de contrôle suivie d'une collision avec le terrain

Personnes blessées

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

Dommages à l'aéronef	Détruit
Autres dommages	Branches d'arbres cassées

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Généralités

La description des faits antécédents et du déroulement du vol repose sur les dépositions des membres des familles et de témoins, sur les relevés de *l'Open Glider Network* (OGN) ainsi que sur les enregistrements du système Logger LX 9000 embarqué. Aucune trace du radar secondaire n'a été enregistrée.

1.1.2 Faits antécédents

Au printemps de l'année 2016, les deux pilotes se rendent chez le constructeur en Allemagne afin d'évaluer en vol le motoplaneur de type EB29D et décident d'en acheter un exemplaire en copropriété.

La livraison du motoplaneur D-KVEB a lieu le 5 septembre 2016 chez le constructeur en Allemagne sans effectuer de vol et ce dernier est acheminé par la route jusqu'à l'aérodrome de Courtelary. Le montage et le premier vol de 37 minutes avec un des copropriétaires se déroulent sans problème le lendemain.

Le jour suivant, soit le 7 septembre 2016, l'autre copropriétaire effectue à son tour un vol d'une durée de 2 heures et 40 minutes seul à bord du D-KVEB avant d'emmener son fils le 8 septembre pour un vol de 3 heures et 45 minutes.

Les 9 et 10 septembre 2016, le copropriétaire ayant effectué le premier vol accomplit à son tour deux vols d'une durée totale de 11 heures et 40 minutes à bord de l'appareil concerné.

Le 13 septembre 2016, soit le jour avant l'accident, les deux copropriétaires volent ensemble avec leur nouvelle acquisition durant 4 heures et 8 minutes. Au retour de ce vol, ils décident d'effectuer un second vol ensemble le lendemain en intervertissant leur place à bord du D-KVEB.

1.1.3 Vol au cours duquel s'est produit l'accident

Les deux pilotes se rencontrent le 14 septembre 2016 vers 11 heures sur l'aérodrome de Courtelary et préparent leur motoplaneur en vue d'un vol dans la région du Jura.

Le décollage a lieu à 13 h 16 min à l'aide du moteur. Les données de vol enregistrées montrent que l'appareil se dirige d'abord en direction du lac de Bienne au-dessus duquel quelques virages sont effectués.

Le vol se poursuit au-dessus des crêtes du Jura par le travers de Neuchâtel, puis de Ste-Croix et le lac de Joux, où les pilotes rebroussent chemin.

Ensuite le motoplaneur vire à droite vers la Côte de Châtel en se rapprochant de l'aérodrome de Montricher et entame des virages à gauche (voir figure 1).

Un pilote remorquant des planeurs au départ de Montricher cet après-midi là remarque le planeur en perdition sur le côté nord-ouest de la Côte de Châtel effectuant des rotations dans un sens puis dans l'autre avant de disparaître dans les arbres avec une attitude de vol en piqué à 13 h 58 min. Il tente de localiser l'appareil en survolant la forêt puis retourne se poser à Montricher afin de donner l'alarme.

Un autre témoin, proche du lieu de l'accident, déclare avoir observé des battements d'ailes du planeur avant qu'il ne s'engage dans une série de rotations serrées en piquant du nez. L'appareil disparaît de son champ de vision, et quelques secondes plus tard, ce témoin entend un fracas de branches cassées.

Il se rend sur les lieux de l'accident et appelle les secours.

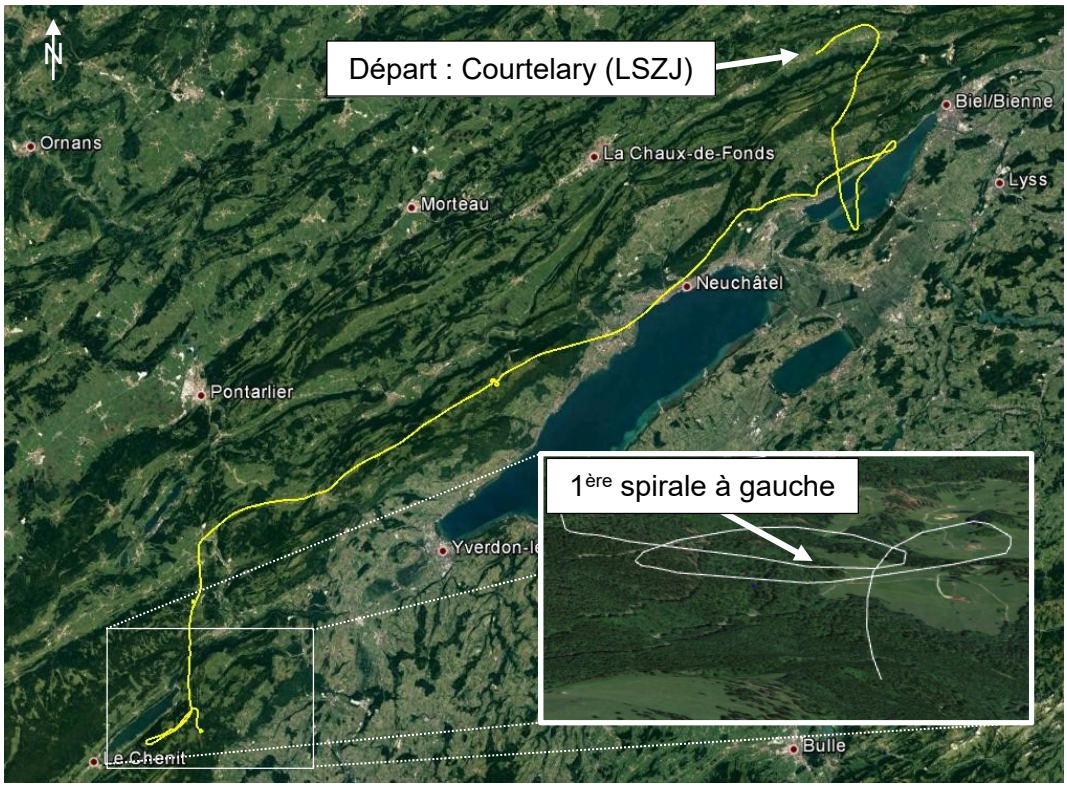

Figure 1 : trajet du vol de l'accident du motoplaneur D-KVEB

1.2 Conditions météorologiques

1.2.1 Situation météorologique générale

La Suisse se trouvait à l'avant d'une dépression centrée sur le golfe de Gascogne.

1.2.2 Situation météorologique sur le lieu et au moment de l'accident

Le temps était ensoleillé et sec. Une forte Bise soufflait le long du pied du Jura entre Cressier et Genève à une altitude de 800 m/M avec une caractéristique de courant-jet de bas niveau.

Basé sur les techniques de modélisation, le vent moyen à cette altitude était compris entre 25 et 35 km/h. Au-dessus de Payerne régnait un régime de Bise maximale entre 1000 et 2000 m/M, également avec une caractéristique de courant-jet[1].

En plus de la turbulence mécanique de relief, la couche limite était thermiquement active. La base de la nébulosité montait du nord-est au sud-ouest et se trouvait en début d'après-midi entre 1900 et 2000 m/M.

La combinaison de cette situation thermique associée à la Bise générait des courants ascendants hachés[2].

---

[1] Courant-jet : désigne une zone relativement petite où se concentrent de fortes rafales de vent.

[2] Courant ascendant haché : Si le vent est irrégulier et fort, les ascendances sont hachées, difficiles à centrer et à exploiter.

1.2.3 Données météorologiques sur les lieux et à l'heure de la survenue de l'accident

Nuages	1/8 – 2/8 CU vers 7900 ft AMSL[3]
Visibilité	10 km ou plus
Vent	020 degrés, 15-20 kt
Température / point de rosée à 1500 m/M	16 °C / 13 °C
Pression atmosphérique (QNH)	1013 hPa, pression réduite au niveau de la mer, calculée selon l'atmosphère standard de l'aviation civile internationale (OACI)
Dangers	Turbulences liées à la Bise jusqu'à une altitude de 2500 m/M

1.2.4 Données astronomiques

Position du soleil	Azimut: 189°	Hauteur: 46°
Conditions d'éclairage naturel	Jour	

1.2.5 Renseignements météorologiques relevés par le pilote remorqueur de Montricher

Le pilote a déclaré avoir remorqué plusieurs planeurs au début de l'après-midi en présence de turbulences liées à la situation de Bise avec le développement d'un bon thermique à l'endroit de la Côte de Châtel.

1.3 Renseignements sur l'aéronef

Immatriculation	D-KVEB
Type d'aéronef	EB29D
Caractéristiques	Planeur biplace de hautes performances d'une envergure de 28,3 m avec moteur escamotable
Constructeur	Binder Motorenbau GmbH
Année de construction	2016
Moteur	Solo Kleinmotoren Caractéristiques : bicylindres à deux temps de 625 cm^3, développant 64 chevaux
Hélice	Bipale à pas fixe
Balise de détresse	Pas installé
Système de parachute de secours de type *Ballistic Rescue System* (BRS)	Pas disponible
Heures d'exploitation	Cellule : 24:13 h TSN[4] Moteur : 12:36 h TSN
Nombre d'atterissages	8
Masse maximale autorisée	850 kg dans la catégorie *normal/utility aircraft*

[3] AMSL: *Above Mean Sea Level*, au-dessus du niveau moyen de la mer

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

Masse et centre de gravité	Les valeurs de la masse et du centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites dans le manuel de vol de l'aéronef (*Aircraft Flight Manual* – AFM)
Position du centre de gravité	Légèrement dans le secteur arrière
Entretien	Vols d'usine effectués le 27 août 2016
Restrictions techniques	Aucune
Champ d'utilisation	Exploitation privée
Catégorie	VFR de jour

1.4 Renseignements sur le lieu de l'accident et sur l'épave

1.4.1 Renseignements sur le lieu de l'accident

Le lieu de l'accident se trouve dans la forêt de la Côte de Châtel sur la pente raide, orientée est-sud-est, à environ 2 km au nord-ouest de Montricher est bien connue des vélivoles pour la pratique du « vol de pente [5]».

1.4.2 Renseignements sur l'épave

Le motoplaneur a percuté le sol quasiment à la verticale en endommageant plusieurs arbres dans sa chute puis s'est maintenu dans cette position, appuyé contre un arbre avec la partie avant du fuselage enfoncée dans le sol.

Les constatations suivantes ont été faites concernant l'épave :

- La verrière était pulvérisée et son système de verrouillage a été détruit.
- Le contrôle visuel des commandes de vol n'a pas révélé de défaillance.
- En raison du degré d'endommagement de l'habitacle, il n'était plus possible de relever la position de la commande des volets de courbure et de la trim.
- L'empennage en T était complet et est resté solidaire du fuselage.
- Le fuselage s'est cassé derrière le compartiment moteur.
- Le train d'atterrissage et le moteur escamotable étaient en position « rentré ».
- Une légère odeur d'essence était perceptible sur le lieu de l'accident.
- Les tableaux de bord avant et arrière, comportant chacun un Logger LX9000, étaient fortement endommagés et ne permettaient plus le relevé de la position des différents interrupteurs.
- Le motoplaneur n'était pas équipé d'un système anticollision Flarm.
- L'aérofrein de l'aile droite était sorti avec sa tige de commande pliée alors que celui de l'aile gauche était rentré.
- Les deux pilotes portaient un parachute de secours et étaient attachés avec des ceintures de sécurité à quatre points qui ont résisté au choc.
- Deux garnitures radio ainsi que deux bouteilles d'eau minérale de 500 ml ont été retrouvées dans les débris.

[5] Vol de pente: recherche des masses d'air ascendantes qui résultent d'un mouvement mécanique dû à l'action du vent sur le relief.

1.5 Renseignements supplémentaires

1.5.1 Renseignements pathologiques

Les deux occupants sont décédés des suites d'un polytraumatisme sévère et n'étaient pas sous l'influence d'alcool ni de substances médicamenteuses ou de stupéfiants.

1.5.2 Extraits du manuel de vol du motoplaneur EB29D

La section 3.4 des procédures d'urgence mentionne le texte suivant pour stopper une vrille ou une spirale [traduction du texte orginal en allemand].

« La vrille n'est en principe pas autorisée. Au cas où le EB29D entre involontairement en vrille, il faut l'arrêter immediatement de la manière suivante :

- *Application du pied contraire au sens de rotation ;*
- *En même temps lâcher le manche jusqu'à ce que la rotation s'arrête ;*
- *Ramener le palonnier en position neutre et reprendre doucement le contrôle du motoplaneur.*

Si la vrille s'arrête tout de suite, la perte de hauteur est d'environ 150 m.

Dans le cas de la survenue d'une spirale, on peut la reconnaître par le fait que la vitesse augmente continuellement. Si cette situation survient, il faut immédiatement entreprendre la procédure suivante :

- *Pied et manche contre le sens de rotation*
- *Attendre que la rotation s'arrête*
- *Ramener le palonnier en position neutre et reprendre doucement le contrôle du motoplaneur*

Dans ce cas, la perte de hauteur est de 200 m environ. »

1.5.3 Commentaires du constructeur

La détermination de la position de centrage du D-KVEB a été vérifiée par le constructeur qui a écrit le commentaire suivant [traduction du texte orginal en allemand]:

« Si le motoplaneur de type EB29D s'engage dans une vrille avec cette position de centrage de 334 mm, celle-ci va occasionner un demi voire un tour en vrille avant de passer à une chute en spirale »

1.5.4 Relevé des paramètres de vol

L'extraction des paramètres de vol des dernières secondes provenant de l'OGN permettent de constater ce qui suit :

- Les valeurs de vitesse déterminée par le *Global Positioning System* (GPS) oscillent entre 47 et 54 kt en passant par 0 kt.
- Les valeurs de taux de montée puis de descente passent de + 1188 ft/min à - 7048 ft/min, soit + 6.03 m/s à – 35.8 m/s.
- Le sens de rotation vers la gauche est interrompu, puis change vers la droite.
- Les enregistrements considérés débutent à une altitude de 1501 m/M et se terminent à 1357 m/M.

1.5.5 Technique du vol de pente

Planer à proximité du relief est exigeant et, en cas d'erreur, la marge de hauteur est faible ; ainsi la brochure *« Sécurité du vol en montagne, propositions techniques de comportement et de progression »*[6] établit une liste des nombreux risques et préconise d'importantes règles de comportement permettant d'éviter des accidents.

Ainsi la brochure recommande que la vitesse de vol minimum à proximité du relief en conditions de turbulences soit équivalente ou supérieure à la vitesse de décrochage (V_S) multipliée avec un facteur de 1.45. Cette réserve d'énergie permet de se dégager rapidement et sans décrocher en cas de descendance soudaine ou fort cisaillement de vent.

De plus, la brochure mentionne à titre de prévention d'actionner le manche vers l'avant dès qu'un signe avertisseur de décrochage est ressenti.

[6] La brochure *« Sécurité du vol en montagne, propositions techniques de comportement et de progression »* se réfère au travail et à l'expérience des instructeurs du Centre National de Vol à Voile de Saint-Auban-sur-Durance (CNVV) en France. Elle a été publiée fin 2011 sur la page internet de la Fédération suisse de vol à voile (FSVV).

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

L'examen visuel de l'épave n'a pas mis en évidence un défaut ayant pu provoquer ou contribuer au déroulement de l'accident.

Au moment de l'accident, le motoplaneur totalisait moins de 25 heures de vol depuis neuf et les deux copropriétaires n'ont pas fait état d'un quelconque problème technique.

2.2 Aspects opérationnels et humains

L'analyse des paramètres de vol enregistrés a permis de constater que le motoplaneur a viré à droite en direction de la Côte de Châtel au lieu de continuer son vol en direction de Courtelary. La raison de ce virage était certainement due à la recherche d'ascendances à cet endroit bien connu des vélivoles car l'altitude du EB29D n'était plus que d'environ 1500 m/M dans cette phase de vol.

Une première spirale a été effectuée, au cours de laquelle une quarantaine de mètres ont été gagnés, suivie d'une seconde légèrement décalée vers le sud-est. La vitesse était basse et le taux de montée de plus de 1100 ft/min est passé à un taux de descente de 2870 ft/min en l'espace de cinq secondes. Par la suite, le taux de descente ne fera qu'augmenter jusqu'à une valeur de 7000 ft/min, soit 35 m/s à une altitude d'environ 1390 m/M.

A cet endroit, le terrain se situe à une altitude d'environ 1300 m/M ce qui laissait donc environ 100 mètres, soit environ 3 secondes pour rétablir le vol horizontal du motoplaneur. Il est vraisemblable que l'appareil est d'abord entré en vrille avant que celle-ci se transforme en spirales serrées au vu du taux de descente important relevé dans l'enregistrement des trois dernières secondes de vol. Le sens de rotation s'est inversé quelques secondes avant l'impact, ce qui indique que les manœuvres d'arrêt de rotation ont fonctionné dans un premier temps, puis ont induit une rotation dans l'autre sens. Dès lors, la hauteur restante ne suffisait plus au rétablissement et l'impact avec le terrain devenait inévitable.

Selon toute vraisemblance, le pilote en place avant tenait les commandes de vol au moment du décrochage et a initié la procédure de rétablissement suite à cette situation de chute involontaire. Il est impossible de déterminer si le pilote en place arrière, plus expérimenté, est intervenu sur les commandes au cours de cette tentative de rétablissement.

Le motoplaneur de type EB29D est un planeur de haute performance avec lequel les deux copropriétaires avaient débuté leurs vols moins de dix jours auparavant. Leur expérience face à cette situation d'urgence était donc faible sur ce type. Cependant, les deux pilotes possèdaient une solide expérience de vol sur un autre planeur de haute performance.

2.3 Aspects environnementaux

Les conditions météorologiques permettaient la practique du vol à voile, toutefois une forte Bise soufflait ce jour-là en générant des turbulences mécaniques proches du relief et renforcées par de l'activité thermique.

La zone de la Côte de Châtel est bien connue des vélivoles du Plateau suisse comme une « usine à ascendances » qui ce jour-là produisait des thermiques hachées (voir chapitre 1.2.1). L'exploitation de telles ascendances est très exigeante du point de vue du pilotage.

L'équipage connaissait cet endroit et désirait vraisemblablement regagner de l'altitude dans la zone afin de permettre le vol de retour vers Courtelary avec une marge de hauteur suffisante.

Le motoplaneur en virage a pu être exposé à un cisaillement de vent (*wind shear*) favorisant le décrochage des filets d'air sur l'aile intérieure et provoquer une entrée en vrille.

C'est la raison pour laquelle les publications traitant du vol près du relief préconisent de voler à une vitesse majorée par rapport à celle utilisée loin du relief. En effet, la sortie d'une vrille ou d'une spirale peut impliquer une perte de hauteur de plusieurs centaines de mètres.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'appareil était admis à la circulation VFR.
- La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites.
- Aucune défectuosité n'a été relevée lors de l'inspection de l'épave.

3.1.2 Aspects opérationnels et humains

- Les documents fournis indiquent que les copropriétaires étaient titulaires d'une licence adéquate.
- Environ trois semaines après l'émission du certificat de navigabilité, le motoplaneur totalisait 24:13 h TSN et huit vols, dont six effectués par les copropriétaires.
- Les occupants étaient équipés d'un parachute de secours et attachés avec des ceintures de sécurité à quatre points.
- Aucun élément n'indique que les occupants aient été affectés dans leur état de santé lors de la survenue de l'accident.
- Les deux occupants sont décédés suite à un polytraumatisme sévère.

3.1.3 Déroulement du vol

- Le décollage a été effectué de façon autonome depuis l'aérodrome de Courtelary (LSZJ).
- Le vol s'est déroulé en grande partie au-dessus des crêtes du Jura.
- Lors du vol de retour, le motoplaneur s'est dirigé vers la zone de la Côte de Châtel.
- L'appareil a décroché lors de l'exécution d'un virage à gauche de 360° à une hauteur d'environ 200 m.
- La position des volets de courbure n'a pu être déterminée.
- Le moteur et le train d'atterrisage étaient rentrés.
- Durant la chute liée à la perte de contrôle, le sens de rotation s'est inversé.
- L'impact a eu lieu avec une grande énergie ne laissant aucune chance de survie aux occupants.

3.1.4 Aspects environnementaux

- Une forte Bise associée à une activité thermique générait des turbulences.
- La visibilité était bonne.

3.2 Causes

L'accident est dû à un décrochage en atmospère turbulente lors d'un virage proche du relief ayant entraîné une perte de contrôle du motoplaneur jusqu'au sol.

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

4.1 Recommandations de sécurité

Aucune

4.2 Avis concernant la sécurité

Aucun

4.3 Mesures prises après l'accident

Aucune

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, 16 juillet 2019 Service suisse d'enquête de sécurité