



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° 2383

du Service suisse d'enquête de sécurité SESE

concernant l'accident
de l'avion Piper PA-28RT-201, G-BVDH,

survenu le 25 août 2019

Col du Simplon, commune de
Simplon (VS)

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'accident.

Conformément à l'article 3.1 de la 12^{ème} édition de l'annexe 13, applicable dès le 5 novembre 2020, 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 l'aviation (LA; RS 748.0) du 21 décembre 1948 (état au 1^{er} mai 2022), 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 française.

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

Résumé

Type d'aéronef	Avion Piper PA-28RT-201	G-BVDH		
Exploitant	Privé			
Propriétaire	Privé			
Pilote	Anglais, né en 1968			
Licence	Licence de pilote privé d'avions (<i>Private Pilot Licence Aeroplane – PPL(A)</i>) selon l'Agence de l'Union européenne pour la sécurité aérienne (<i>European Union Aviation Safety Agency – EASA</i>), établie par l'autorité de l'aviation civile du Royaume-Uni (UK CAA)			
Heures de vol	total	361 h	au cours des 90 derniers jours	15:10 h
	sur le type on cause	183 h	au cours des 90 derniers jours	15:10 h
Lieu	Col du Simplon			
Cordonnées	121 443 / 646 490 (<i>Swiss Grid 1903</i>) N 46° 14' 34" / E 008° 02' 29 (WGS ¹ 84)	Altitude	2246 m/M	
Date et heure	25 août 2019, 10 h 25 min LT			
Type d'exploitation	Privé			
Règles de vol	Règles de vol à vue (<i>Visual Flight Rules – VFR</i>)			
Lieu de départ	Aérodrome de Lausanne-La Blécherette, Suisse (LSGL)			
Destination	Aérodrome de Perugia, Italie (LIRZ)			
Phase de vol	Croisière			
Nature de l'accident	Perte de contrôle en vol			
Personnes blessées				
Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Autres personnes
Mortelles	1	2	3	0
Graves	0	0	0	0
Légères	0	0	0	0
Aucune	0	0	0	sans objet
Total	1	2	3	0
Dommages à l'aéronef	Détruit			
Autres dommages	Légère pollution du sol due aux hydrocarbures et propagation d'un feu post impact.			

¹ WGS: *World Geodetic System*, système géodésique mondial

1 Renseignements de base

1.1 Faits antécédents et déroulement du vol

1.1.1 Généralités

La description des faits antécédents et du déroulement du vol repose sur les données du plan de vol soumis, du tracé radars, des relevés de Flightradar24², des dépositions de divers témoins oculaires présents près du lieu de l'accident, et des photographies prises par un des passagers lors du vol et partagées avec des proches sur un réseau social.

1.1.2 Faits antécédents

Le pilote avait l'intention de rejoindre Perugia en Italie depuis le champ d'aviation de North Weald (EGSX) en Angleterre avec le Piper PA-28RT-201, immatriculé G-BVDH, avec deux passagers à bord, en effectuant une escale à Troyes (France) et un hébergement de nuit à Lausanne (Suisse).

Le 13 août 2019 il a planifié une première fois son cheminement complet jusqu'à Perugia sur sa tablette électronique en utilisant l'application Skydemon³. Le matin du 24 août 2019 le pilote avec ses deux passagers ont décollé du champ d'aviation de North Weald. Après l'arrivée à l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette, où tous les occupants du G-BVDH ont passé une nuit, il a soumis son plan de vol OACI à destination de Perugia comme illustré dans la figure 2, en utilisant la même application de navigation, Skydemon. Dans la rubrique 15 du plan de vol OACI aucune altitude de vol n'était renseignée mais uniquement la mention VFR était indiquée.

Le lendemain matin, environ 2 heures avant le départ pour Perugia, il a modifié latéralement son trajet prévu sur sa tablette électronique en rajoutant des points de cheminement (*waypoints*) pour mieux respecter les contours du relief de la vallée du Simplon lors de la traversée prévue des Alpes Suisse. La modification qui a été entreprise par le pilote est représentée dans la figure ci-dessous.

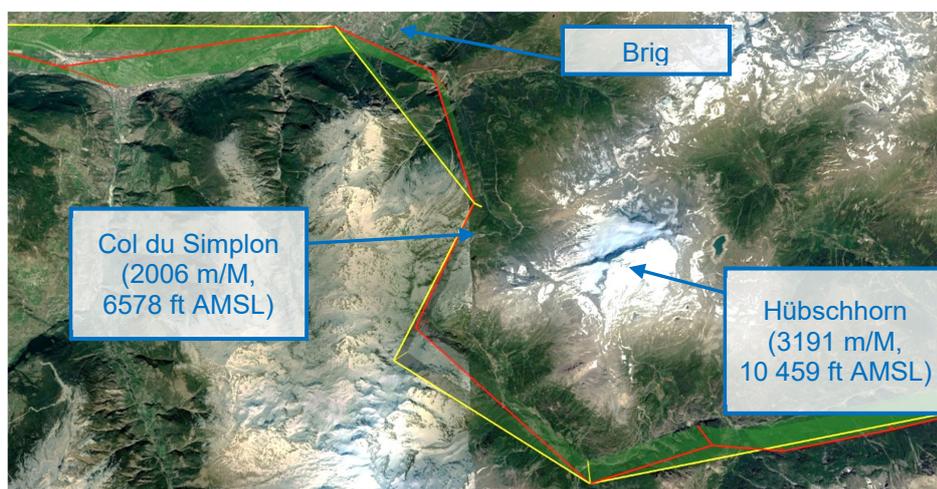


Figure 1: représentation dans GoogleEarth du trajet planifié pour la traversée des Alpes Suisse avec les altitudes en m/M et ft AMSL⁴. En jaune, la route planifiée du 13 août 2019 et en rouge, celle planifiée au matin du 25 août 2019.

² Flightradar24: site web qui affiche en temps réel des informations sur des aéronefs volant à travers le monde.

³ Skydemon: Logiciel de planification et de navigation VFR.

⁴ AMSL: *Above Mean Sea Level*, au-dessus du niveau moyen de la mer.

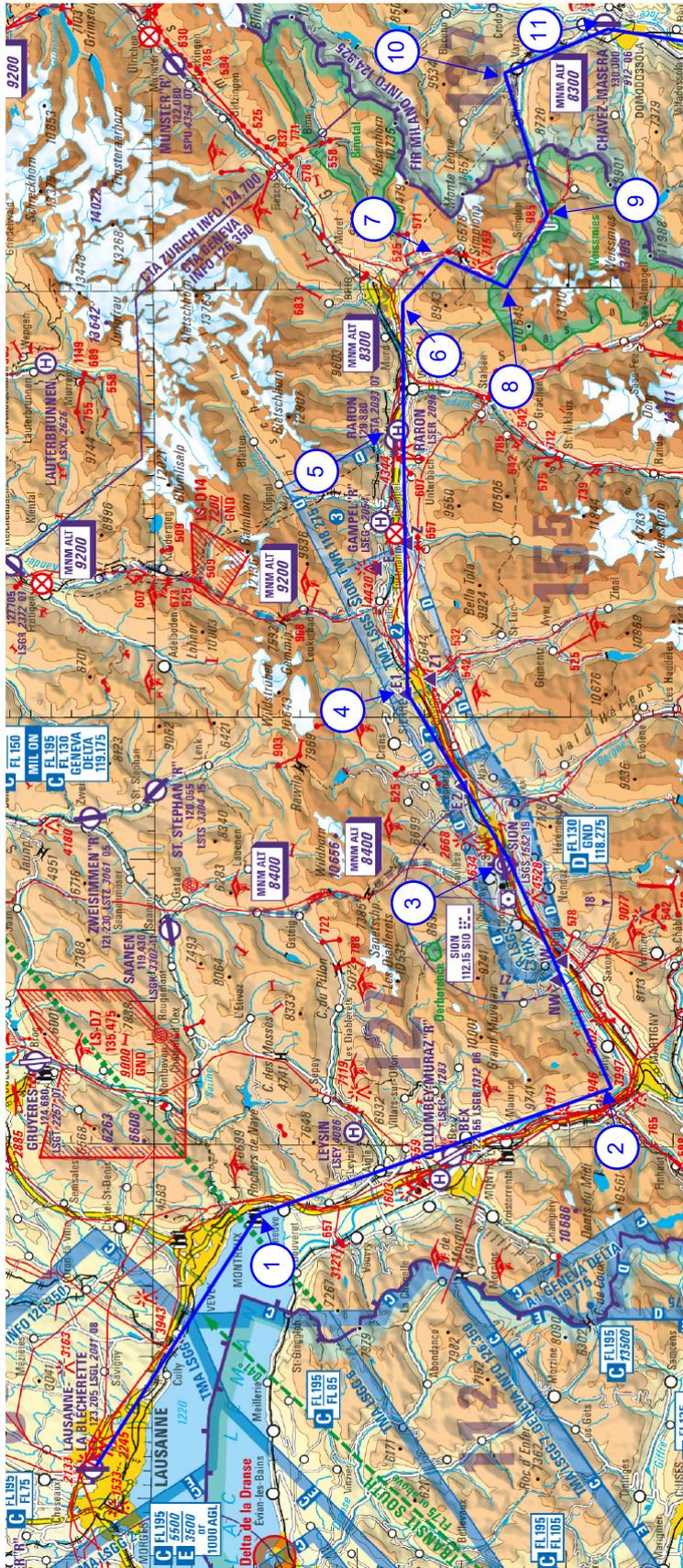


Figure 2: extrait de la route planifiée selon le plan de vol OACI déposé (points de cheminement 1-11) entre l'aérodrome de départ, Lausanne-La Blécherette, et le point de cheminement intermédiaire situé sur l'aérodrome de Chavez – Masera (11). Source de la carte OACI Suisse à l'échelle 1:500 000: l'Office fédéral de topographie Swisstopo.

1.1.3 Déroulement du vol au cours duquel s'est produit l'accident

L'avion monomoteur à quatre places de type Piper PA-28RT-201 décolle de Lausanne à 09 h 43 min avec à son bord le pilote et deux passagers. Le pilote est assis à l'avant gauche et les passagers à l'arrière de l'avion, voir figure 3.



Figure 3: décollage de l'avion G-BVDH de l'aéroport de Lausanne à 09 h 43 min le jour de l'accident, avec à son bord le pilote et deux passagers. Le plan de peinture de l'avion avec le bas du fuselage en bleu est clairement identifiable.

Après le décollage le pilote rejoint le début de la vallée du Rhône dans les environs de Montreux, point de cheminement N°1 de la figure 2, à une altitude de 4100 ft AMSL. En s'approchant de Martigny, point de cheminement N°2, le pilote maintient une légère montée de 100 ft/min avec une vitesse indiquée de 120 kt et suit sa route planifiée à l'aide de sa tablette électronique, sur laquelle le plan de vol a été préalablement enregistré, voir la figure ci-dessous.



Figure 4: photographie prise par le passager assis sur le siège arrière droit en approchant Martigny, point de cheminement N°2. L'avion vol au cap 170 à une altitude de 4700 ft QNH⁵. La tablette électronique est fixée sur le volant de commande et est utilisée comme moyen de navigation primaire. (1) position actuelle de l'avion, (2) position du point de cheminement N°2, (3) prochain segment de la route planifiée en direction du point de cheminement N°3 (voir figure 2). Aucun nuage significatif n'est visible sur cette photographie.

⁵ QNH: pression réduite au niveau de la mer, calculée selon l'atmosphère standard de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI)

Après avoir passé Martigny, le pilote prend contact avec la tour de contrôle de Sion pour demander l'autorisation de traverser la zone de contrôle et rapporte une altitude de 5300 ft. Il reçoit l'autorisation de traverser et il lui est demandé de recontacter la tour de contrôle lorsqu'il quittera la zone. Quand l'avion quitte la zone de contrôle, le contrôleur indique au pilote qu'il peut quitter la fréquence et lui indique la fréquence locale du service d'information de vol, Genève information.

À 10 h 23 min dans les environs de Brig avec une altitude de 6100 ft AMSL et une vitesse sol de 120 kt, le pilote tourne à droite en direction du Col du Simplon (2006 m/M ou 6578 ft AMSL) avec l'intention de poursuivre sa montée dans la vallée du Simplon.

À 10 h 25 min, des témoins oculaires près du Col du Simplon observent le G-BVDH voler à faible hauteur avec une assiette nez-haut puis s'écraser sur la face nord-ouest du Hübschhorn (voir figures 5 et 6).

Tous les trois occupants sont mortellement blessés.

1.2 Description du lieu d'accident

1.2.1 Renseignements sur le lieu de l'accident

Le lieu de l'accident se trouvait dans un pierrier à environ 1.5 km au sud-est du Col du Simplon (2006 m/M ou 6578 ft AMSL) sur la pente raide du Hübschhorn (somet à 3190 m/M ou 10 459 ft AMSL), orientée au nord-ouest.

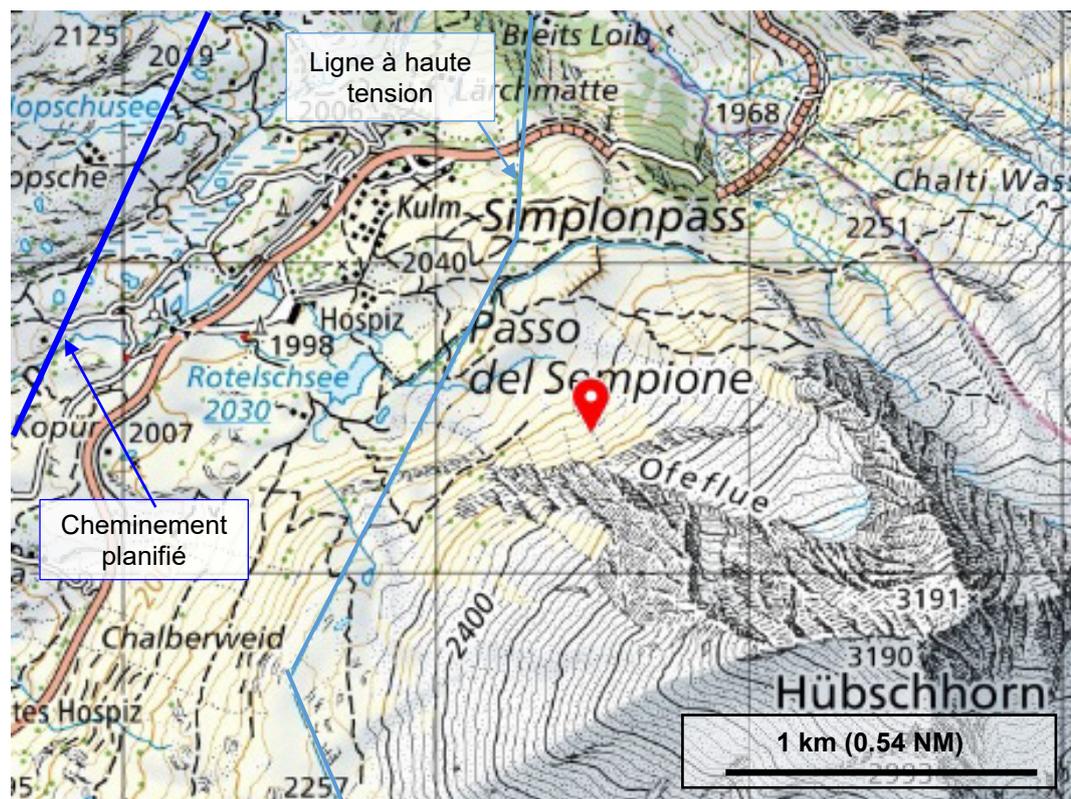


Figure 5: lieu du site d'accident à 2246 m/M (7364 ft AMSL) sur la face nord-ouest du Hübschhorn. Source de la carte avec les indications d'altitude en mètre: l'Office fédéral de topographie Swisstopo.

1.2.2 Description de l'épave

Le monomoteur s'est écrasé pratiquement à plat dans le pierrier avant de glisser sur une dizaine de mètres sur le flanc de la montagne pour finalement s'immobiliser en contrebas et prendre feu.

Les constatations suivantes ont été faites sur l'épave :

- Le monomoteur reposait à plat sur le sol.
- En raison du feu post-impact la zone de la cabine et du cockpit ont été détruites et le compartiment moteur fortement endommagé.
- Il n'a pas été possible de relever la position de la trim ou une défaillance des commandes de vol.
- L'empennage en T était complet mais était désolidarisé de la partie arrière du fuselage.
- L'aile droite était moins endommagée par rapport à l'extrémité de l'aile gauche.
- Le train d'atterrissage escamotable était rentré.
- Le levier des volets de courbures était en position « rentré ».
- Les documents de bord, le carnet de route et le manuel de vol ont été détruits lors de l'incendie survenu après l'impact.
- Les impacts observés sur l'hélice démontrent que le moteur délivrait de la puissance.
- Aucun émetteur de localisation d'urgence (*Emergency Locator Transmitter – ELT*) n'était installé.
- Une légère pollution d'hydrocarbure a dû être neutralisée par le service du feu.

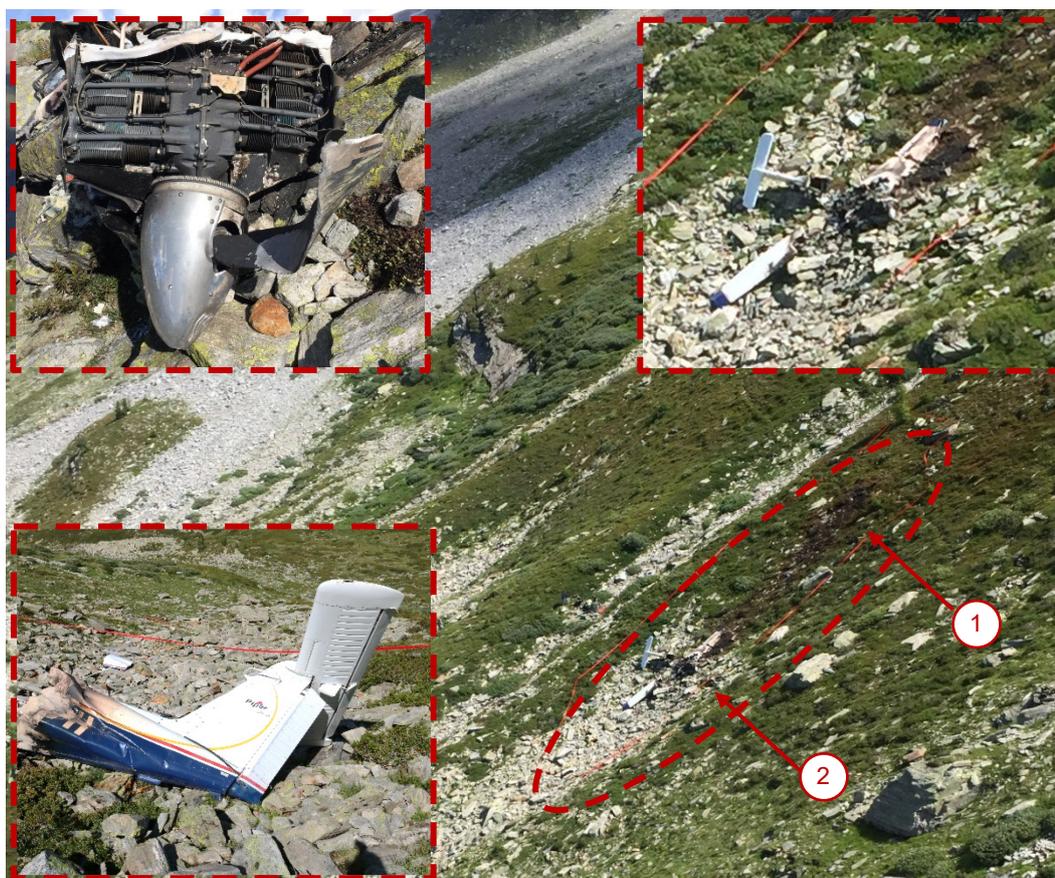


Figure 6: vue du point d'impact (1) et de la position finale (2) du G-BVDH dans un pierrier sur le flanc nord-ouest du Hübschhorn. Du point d'impact jusqu'à sa position finale, l'avion a glissé sur une dizaine de mètres.

1.3 Renseignements sur l'aéronef

Immatriculation	G-BVDH
Type d'aéronef	PA-28RT-201 (« Arrow IV »)
Caractéristiques	Monomoteur métallique quadriplace à aile basse, empennage en T et avec train d'atterrissage escamotable
Constructeur	Piper Aircraft Ltd
Année de construction	1979
Moteur	Caractéristiques : 4 cylindres Boxer à injection avec refroidissement à air Constructeur : Lycoming Engines, USA Type : IO-360-C1C6 Puissance : 149 kW (200 CV) à 2700 tours par minute
Hélice	Bipale à pas variable Constructeur : McCauley Type : B2D34C213
Emetteur de localisation d'urgence	Pas installé
Heures d'exploitation	Cellule : 4391:24 h TSN ⁶ Moteur : 124 h TSO ⁷
Masse et centre de gravité	Les valeurs de la masse et du centre de gravité se trouvent dans les limites prescrites dans le manuel de vol de l'aéronef (<i>Aircraft Flight Manual – AFM</i>).
Quantité de carburant	La quantité embarquée de carburant était suffisante pour le vol envisagé avec une réserve de 45 minutes à l'arrivée.
Entretien	Dernier contrôle de 50 h effectué le 8 novembre 2018 à 4351:18 h TSN Contrôle annuel effectué le 23 mars 2019 à 4373:06h TSN
Restrictions techniques	Aucune
Catégorie	VFR de jour

Les performances ascensionnelles de l'avion permettaient le franchissement du Col du Simplon.

1.4 Renseignements concernant le pilote

1.4.1 Expérience de vol

Le pilote a obtenu sa licence PPL(A) en janvier 2012 à bord d'un Piper PA28. Il totalisait à ce moment 70 heures de vol. Quelques jours après la réussite de son examen PPL(A) il a commencé une formation afin de pouvoir effectuer des vols

⁶ TSN: *time since new*, temps d'utilisation depuis neuf

⁷ TSO: *time since overhaul*, temps d'utilisation depuis révision

dans les conditions météorologiques de vol aux instruments (*Instrument Meteorological Conditions* – IMC). Jusqu'au mois d'août de la même année il a accumulé plus de 27 heures de vol selon les règles de vol aux instruments (*Instrument Flight Rules* – IFR) puis a décidé d'arrêter temporairement cette formation et de continuer à voler régulièrement en Angleterre à bord d'avions de type PA28.

Entre décembre 2014 et février 2015 il a entrepris une formation traitant des différences afin d'étendre ses privilèges au Piper immatriculé G-BVDH nécessitant les variantes train escamotable (*Retractable Undercarriage* – RU) et hélice à pas variable (*Variable Pitch* – VP). À la fin de cette formation il totalisait 6:42 h sur le G-BVDH et son expérience totale était de plus de 179 heures. Depuis ce moment-là, il n'a volé que sur cet avion.

Début 2016 il a repris sa formation de vol aux instruments dans le but d'obtenir une qualification de vol aux instruments restreinte (*Instrument Rating Restricted* – IR(R))⁸ qu'il a ensuite clôturé par une épreuve pratique en vol (*skill test*) en septembre 2016 après 10:36 h de vol additionnels effectués sous les conditions IFR.

Le 14 avril 2017 il a franchi pour la première fois le canal de la manche pour un vol à destination de l'aéroport Le Touquet-Côte d'Opale (LFAT) en France. Il retourne au champ d'aviation de North Weald le 6 mai 2017.

Entre mai 2017 et mars 2018, le moteur du G-BVDH a été révisé, et le pilote n'a pas volé.

Son premier vol après cette interruption a été effectué avec un instructeur à bord.

Entre le 15 juin et le 1^{er} juillet 2018, il a entrepris un voyage au départ de North Weald à destination de l'aéroport de Marina di Campo (LIRJ), sur l'Îles d'Elbe en Italie. Lors du vol retour il a fait une escale d'une nuit à Lugano (LSZA) en Suisse. Le 1^{er} juillet il est parti de Lugano et a rejoint l'aéroport de Reims (LFQA) en France en empruntant pour la première fois le Col du Simplon du sud en direction du nord. Ce vol correspond également à la seule traversée des Alpes jusqu'au vol de l'accident. De Reims il a poursuivi son voyage à destination de North Weald.

Le 24 septembre 2018 il a renouvelé sa qualification de vol aux instruments IR(R) par une épreuve pratique en vol (*proficiency check*).

Au 4 août 2019, il totalisait 365 heures de vol dont plus de 61 heures effectuées en IFR.

Aucune mention ou attestation n'a été retrouvée concernant un entraînement pratique dédié au vol montagne.

1.4.2 Renseignements médicaux et pathologiques

Tous les occupants sont morts immédiatement après l'impact en raison d'un traumatisme contondant grave.

Les analyses toxicologiques se sont révélées négatives pour l'alcool et toutes les substances dépistées.

Il n'était pas possible de survivre à l'accident.

⁸ IR(R) : *Instrument Rating Restricted*, est une qualification de vols aux instruments uniquement applicable dans l'espace aérien du Royaume-Uni et elle ne peut qu'être délivrée aux pilotes détenteurs d'une licence PPL(A) du Royaume-Uni.

1.5 Conditions météorologiques

1.5.1 Situation générale

La Suisse se trouvait sur une dorsale plate entre un anticyclone centré sur la Mer Baltique et un anticyclone centré sur l'atlantique.

1.5.2 Conditions météorologiques sur les lieux et à l'heure de l'accident

Les données météorologiques sur les lieux et à l'heure de l'accident se basent sur une interpolation spatiale et temporelle de plusieurs stations météo.

Temps/Nuages	Ensoleillé
Visibilités	70 km ou plus
Vent à 2000 m/M	020 degrés, 8 kt
Température / point de rosée à 2000 m/M	15 °C / 11°C
Pression atmosphérique (QNH)	1021 hPa
Danger	Aucun

1.5.3 Données astronomiques

Position du soleil	Azimut: 118°	Hauteur: 38°
Conditions d'éclairage naturel	Jour	

1.5.4 Extrait du GAFOR

Le contenu d'un message d'un *General Aviation Forecast* (GAFOR) transmet des prévisions météorologiques pour l'aviation générale. Le GAFOR comprend l'identification de l'itinéraire et la visibilité prévue en kilomètres ainsi que la couverture nuageuse prévue (couverture nuageuse de 5/8 et plus). En Suisse, le GAFOR est publié quatre fois par jour en été pour les routes VFR définies. Une description complète du GAFOR est disponible en Français, Allemand, Anglais et Italien dans le « *VFR Manual* » pour la Suisse.

Selon le plan de vol initial, le pilote prévoyait un vol au départ de Lausanne, pour rejoindre Montreux puis longer la vallée du Rhône jusqu'à Brig pour survoler ensuite le Col du Simplon avant de rejoindre Perugia. En référence au GAFOR, le plan de vol emprunte la route VFR N°40, qui comprend les segments N°41, 42, 43 et 44 indiqués dans la figure 7 et 8.

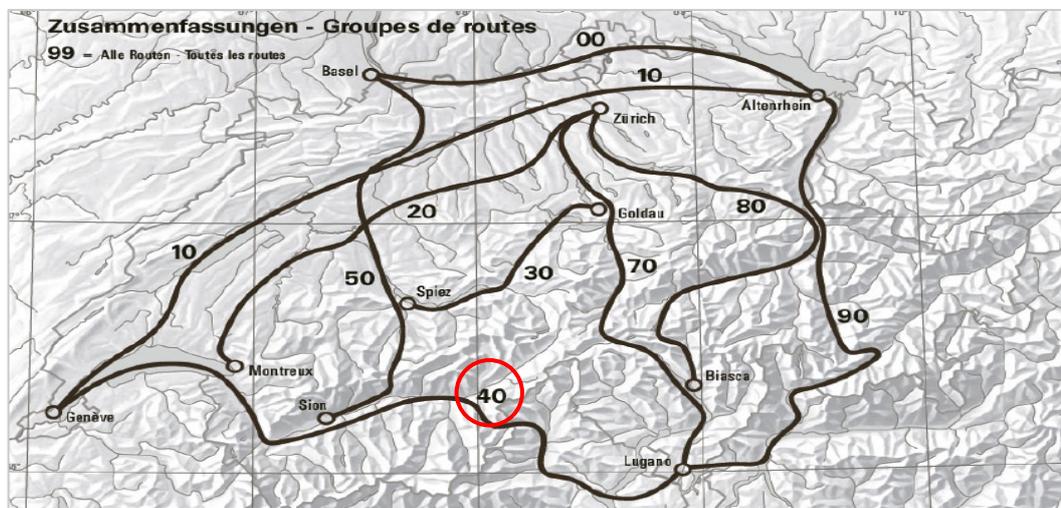


Figure 7: groupes de routes aériennes VFR en Suisse publié dans le « *VFR Manual* ». Le plan de navigation pour le vol de l'accident emprunte des tronçons de la route N°40.

Entre 06 UTC et 12 UTC les prévisions météorologiques pour ces routes VFR indiquent une visibilité supérieure à 8 km et un plafond à 2000 ft ou plus au-dessus du sol (voir figure 8). Sur le segment N°44, l'obstacle le plus élevé est à 6800 ft AMSL comme indiqué dans l'encadré du segment 44. L'altitude minimale recommandée pour un segment est obtenu en additionnant 1500 ft (500 m) à l'altitude de l'obstacle le plus haut, soit 8300 ft pour le segment 44. L'altitude minimale recommandée de 8300 ft est également indiquée sur la carte OACI 1:500 000 de la figure 10.

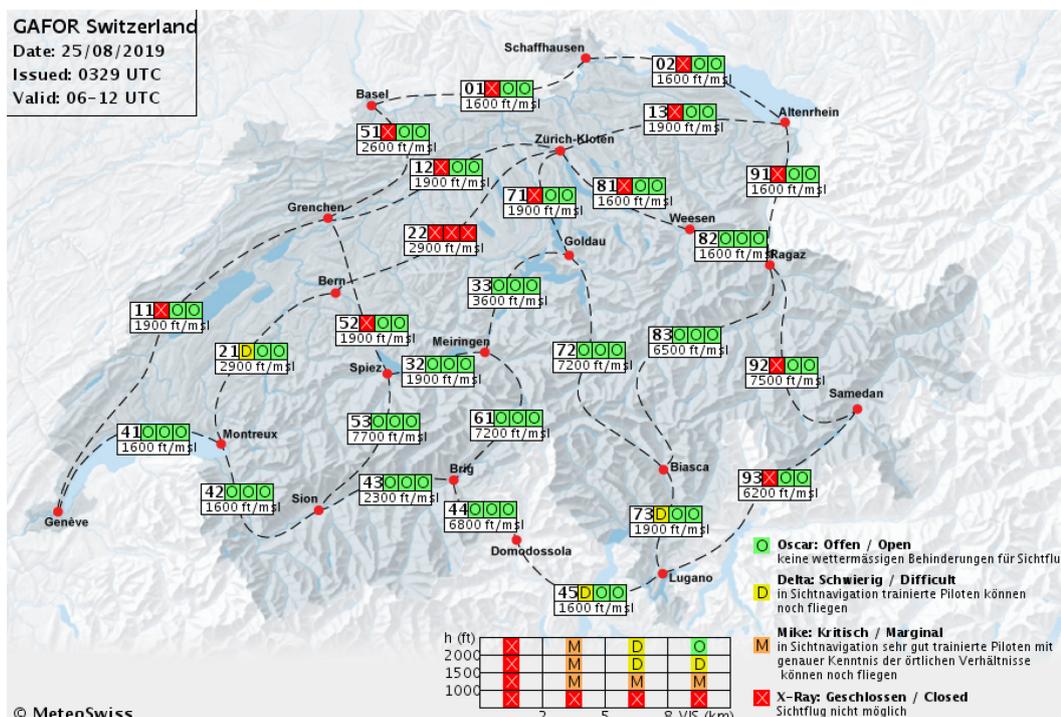


Figure 8: GAFOR publié le 25 août 2019 valable pour toute la durée du vol prévu. La route VFR N°40 est ouverte (O).

1.6 Enregistrement des données du vol

À cause du départ de feu post-impact, qui a détruit tous les appareils électriques à bord de l'avion et la nature montagneuse dans les environs du lieu de l'accident, les seuls enregistrements du tracé ont été ceux obtenus par Flightradar24.

Comme illustré dans la figure 1, le pilote a modifié pour la dernière fois son cheminement 2 heures avant le départ de Lausanne-La Blécherette avec des points de cheminement supplémentaires dans la région du Col du Simplon. Les deux cheminements ont été planifiés par le pilote à une altitude de 15 900 ft dans le logiciel Skydemon installé sur sa tablette électronique. Ci-dessous une image de GoogleEarth compare l'altitude planifiée par rapport à l'altitude de l'avion enregistré par Flightradar24. La dernière altitude enregistrée vers 6100 ft AMSL dans les environs de Brig. Une vitesse sol moyenne de 120 kt est restée constante tout au long depuis Montreux jusqu'à Brig avec un taux de montée moyen d'environ 100 ft/min.

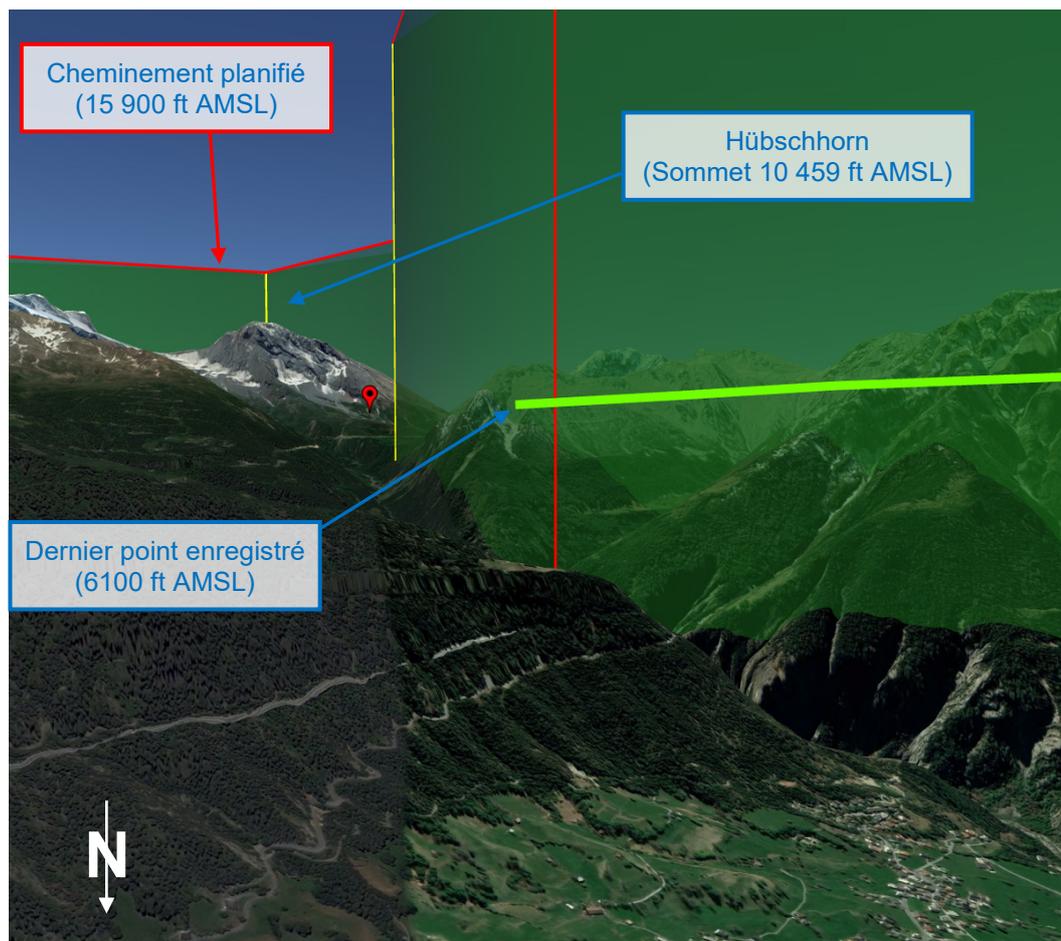


Figure 9: vue depuis les environs de Brig du tracé enregistré (vert) et du cheminement planifié 2 h avant le départ (rouge). Ce cheminement a été planifié à une altitude de 15 900 ft AMSL, tout comme le cheminement initialement prévu. Le tracé de vol enregistré indique une dernière altitude d'environ 6100 ft à 10 h 23 min au début de la vallée du Simplon. À cause du relief il n'a pas été possible d'obtenir les enregistrements du tracé de vol en direction du Col du Simplon. Le lieu d'impact à 7364 ft est symbolisé par le marqueur rouge en dessous du Hübschhorn. Illustration faite depuis GoogleEarth.

1.7 Reconstitution du vol

Grâce aux données collectées le vol de l'avion a pu être reconstitué 10 jours après l'accident. Ci-dessous la dernière partie du vol depuis Brig jusqu'au point d'impact est décrite à l'aide de photographies prise lors de ce vol.

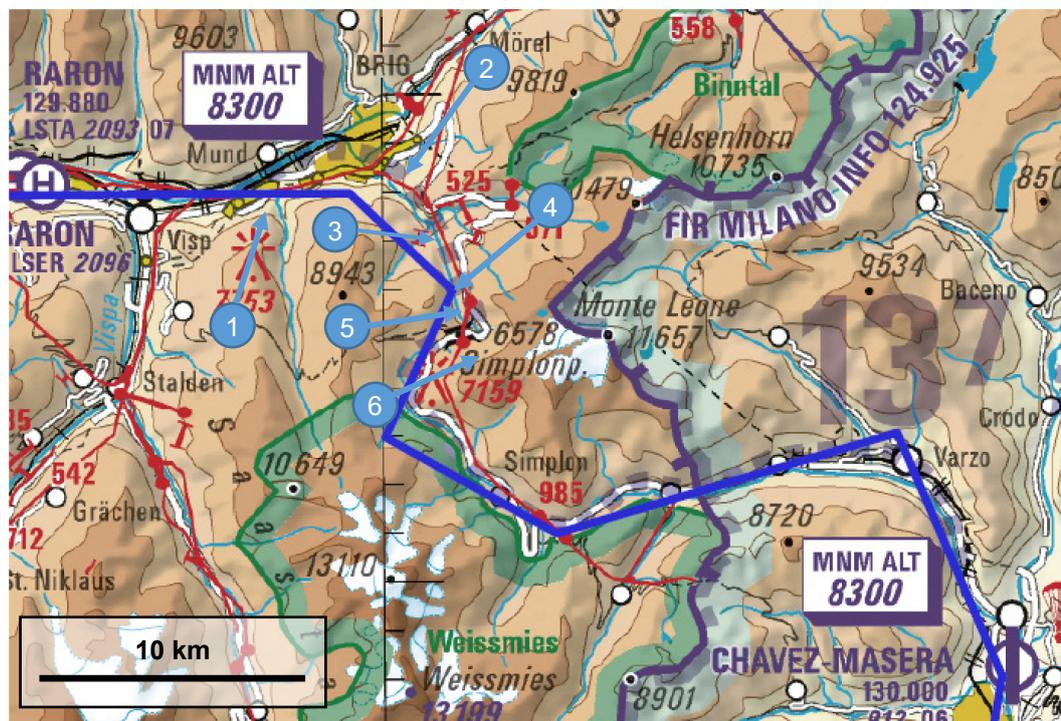
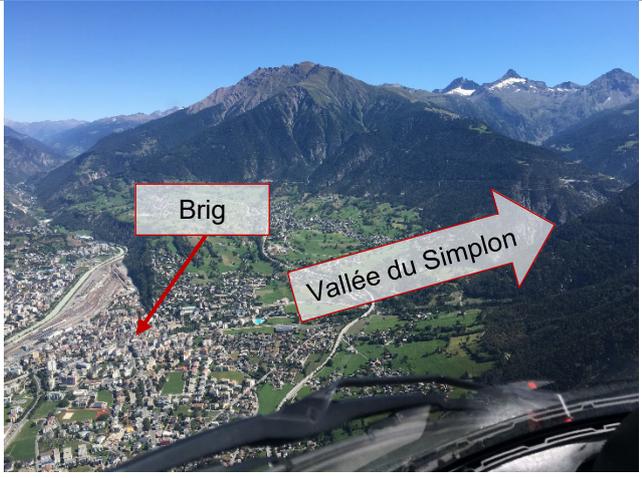
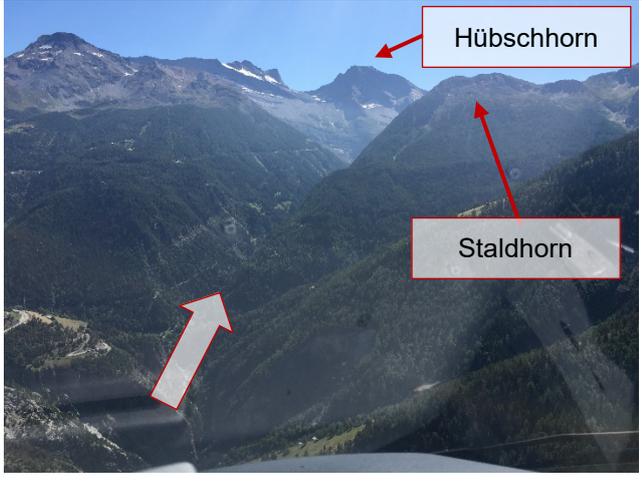


Figure 10: Reconstitution du vol depuis Brig (VS) jusqu'à l'impact à proximité du Col du Simplon avec les positions depuis lesquelles les photographies 1 à 6 ont été prises. La ligne bleue représente le trajet planifié selon plan de vol OACI soumis. L'altitude minimale de sécurité recommandée sur le segment de la route 44 du GAFOR est de 8300 ft AMSL, comme indiquée dans l'encadré violet ci-dessus. Source de la carte: l'Office fédéral de topographie Swisstopo.

N°	Observations	Photos
1	<p>Altitude : 6000 ft</p> <p>Cap : 090°</p> <p>Distance jusqu'à l'impact : 6 NM</p> <p>Observations</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gauche : Ville de Brig - Droite : Début vallée du Simplon 	
2	<p>Altitude : 6100 ft</p> <p>Cap : 170°</p> <p>Distance jusqu'à l'impact : 5 NM</p> <p>Observations</p> <ul style="list-style-type: none"> - Début vallée du Simplon - Sommet du Hübschhorn, 10 466 ft - Col du Simplon situé derrière le Staldhorn, 8072 ft 	
3	<p>Altitude : 6500 ft</p> <p>Cap : 170°</p> <p>Distance jusqu'à l'impact : 3 NM</p> <p>Observations</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lieu d'impact, 7364 ft (point rouge) - Ligne à haute tension (ligne bleue) 	

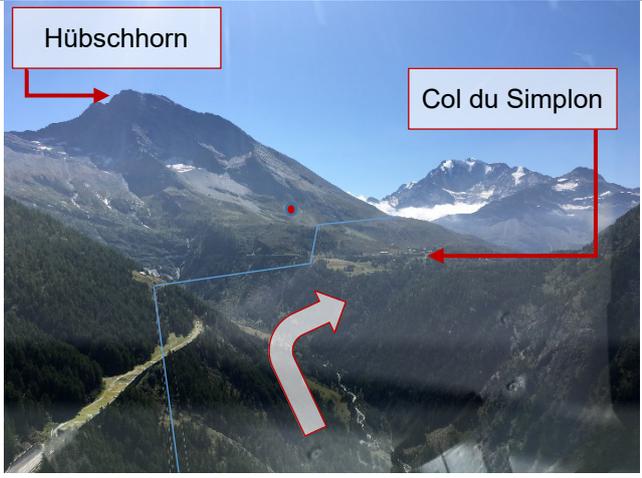
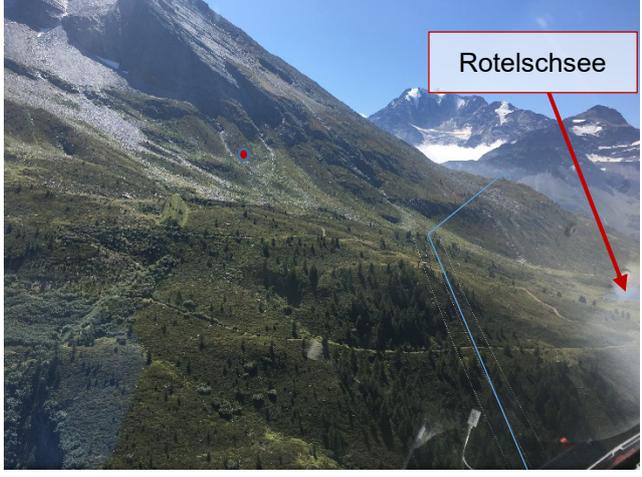
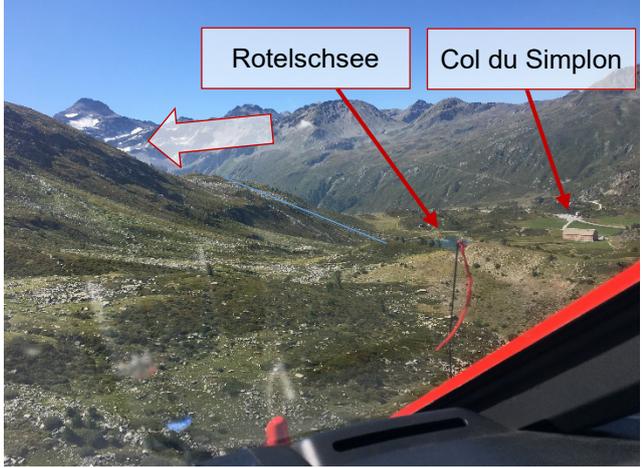
N°	Observations	Photos
4	Altitude : 6600 ft Cap : 170° Distance jusqu'à l'impact : 1.5 NM Observations <ul style="list-style-type: none"> - Col du Simplon, 6578 ft - Lieu d'impact, 7364 ft - Ligne à haute tension 	
5	Altitude : 7100 ft Cap : 190° Distance jusqu'à l'impact : 0.3 NM Observations <ul style="list-style-type: none"> - Lieu d'impact, 7364 ft - Ligne à haute tension - Rotelschsee, 6656 ft 	
6	Altitude : 7400 ft Cap : 270° Distance jusqu'à l'impact : 0 NM Observations <ul style="list-style-type: none"> - Col du Simplon, 6578 ft - Rotelschsee, 6656 ft - Ligne à haute tension 	

Tableau 1: Photographies prises lors du vol de reconstruction, toutes les altitudes sont indiquées en AMSL.

1.8 Expertise du moteur

L'expertise du moteur s'est effectuée sur un nombre de pièces limité en raison des dommages subis lors de l'impact et de l'incendie de l'avion (voir figure 6), détruisant partiellement le boîtier d'accessoires du moteur, ainsi que tous les accessoires installés. Le carter inférieur a également été détruit.

Les vérifications des bougies, des échappements, des injecteurs de cylindres ainsi que du filtre à huile, n'ont pas démontré de défauts pouvant justifiés un mauvais fonctionnement du moteur avant l'accident.

1.9 Observations de l'accident depuis les environs du col du Simplon

Au moment de l'accident, deux groupes de personnes pratiquaient la randonnée dans les environs du Col du Simplon. Leur position exacte est illustrée ci-dessous.

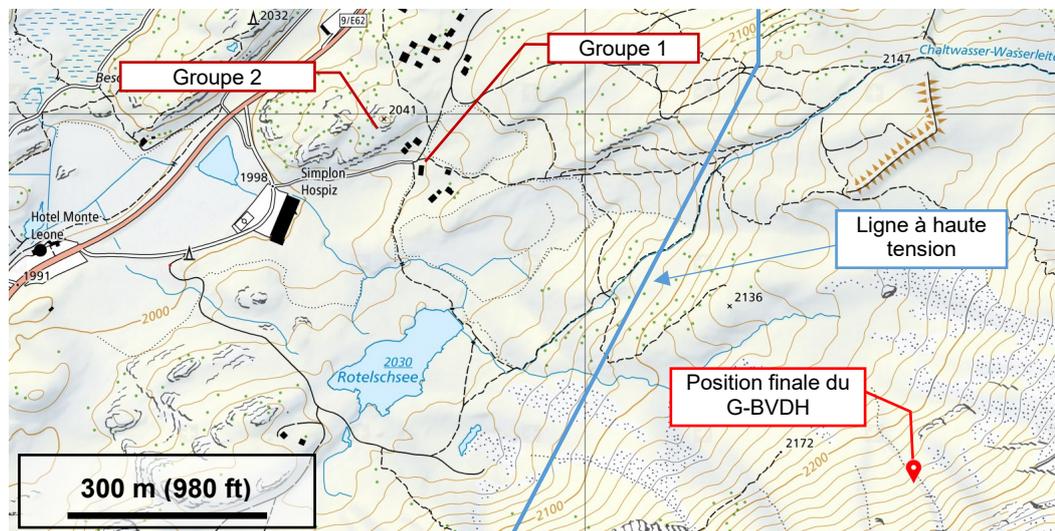


Figure 11: position de l'épave et des deux groupes de randonneurs. Source de la carte: l'Office fédéral de topographie Swisstopo.

Un des randonneurs du groupe 1 observe l'avion Piper évoluer à faible hauteur et décide de le prendre en photo. La photographie ci-dessous est prise quelques secondes avant l'impact.

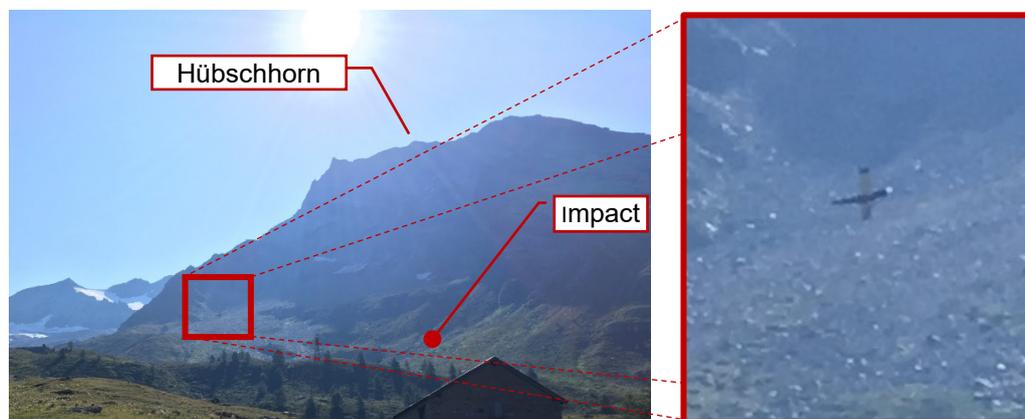


Figure 12: vue du G-BVDH quelques secondes avant l'impact depuis la position du randonneur 1.

La photo prise par ce randonneur montre une position cabrée de l'avion. Le plan de peinture de l'avion, avec le bas du fuselage en bleu (voir figure 3), permet de déterminer qu'il est fortement incliné à gauche.

Le randonneur de l'autre groupe (2) prend une photo de l'avion juste après l'impact avec le sol. Un départ de feu post-impact avec le dégagement d'une fumée grise sont visibles.

1.10 Formation de vol requise pour l'obtention de la licence PPL(A) en Suisse

Le syllabus de formation pour l'obtention d'une PPL(A) selon l'EASA⁹ ne prévoit pas d'entraînement dédié au vol montagne. Cependant cette technique de vol requière l'acquisition d'un savoir-faire spécifique qui, par exemple en Suisse, est acquis généralement dans deux sections de navigation distinctes du syllabus PPL(A) effectuées à des stades différents de progression et comprend au minimum deux vols en montagne. Ces deux vols de navigation en montagne sont effectués à l'aide des références visuelles et il est également prévu de traverser les Alpes dans différentes directions. Ces deux exercices comprennent généralement de la navigation basique en-dessus des montagnes, la traversée de cols alpins à des altitudes recommandées minimales de sécurité comme indiquée sur la carte OACI 1 : 500 000, un calcul du point de montée/descente et traitent des phénomènes spécifiques rencontrés en milieu alpin.

1.11 Description des fonctionnalités d'alertes terrain de Skydemon

L'application Skydemon offre des fonctionnalités d'alertes de terrain dans le mode de planification et lors du suivi en vol (navigation) qui peuvent être utilisés comme aide à la navigation. Cependant, il est important de relever, que ce genre d'applications n'est pas certifié comme moyen de navigation primaire. En VFR le principe de base consiste à suivre visuellement la route planifiée avec les cartes officielles publiées, comme par exemple la carte OACI 1:500 000 de chaque région survolée.

Quand une altitude de croisière est définie lors de la planification du vol Skydemon visualise au bas de la carte principale, le profil vertical planifié en fonction des points de cheminement. Par exemple, à une altitude de vol sélectionnée de 15 900 ft, le profil vertical rencontre aucun obstacle sur le chemin établi le 13 août 2019. En revanche, si une altitude de 6500 ft est sélectionnée, semblable à celle enregistrée en dernier au début de la vallée du Simplon, le profil vertical entre-coupe le terrain aux environs du Col du Simplon, voir figure 14.

Une autre fonctionnalité appelée « *Color high terrain* », disponible en mode de planification et de navigation, consiste à visualiser facilement les vallées et les cols. Lorsqu'une altitude de référence est définie en mode planification, SkyDemon colorie le terrain sur la carte principale en fonction de cette altitude de la façon suivante :

- Terrain supérieur à 500 ft en dessous: rouge vif,
- Terrain entre 500 – 999 ft en dessous: orange,
- Terrain entre 1000 – 1500 ft en dessous : jaune
- Terrain inférieur à 1500 ft en dessous: ombrée en vert clair

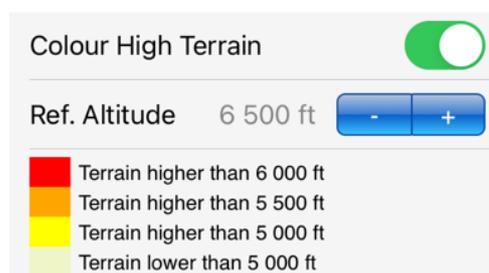


Figure 13: explication et visualisation de la coloration du terrain en fonction de l'altitude de référence sélectionnée à 6500 ft.

⁹ Obtention PPL(A): L'obtention d'une PPL(A) en Suisse est régulé par l'EASA pour le personnel navigant dans l'annexe I (partie FCL) du règlement (UE) no 1178/2011, FCL.200 à 205 et FCL. 205.A à FCL.210.A. La formation en vol d'une PPL(A) doit être également répondre aux exigences du moyen acceptable de conformité (*Acceptable Means of Compliance – AMC*), AMC1 FCL.210, dans lequel le syllabus proposé considère une liste de référence avec environ 24 exercices pratiques comme guide d'instruction séquentiel. En Suisse, l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) a décidé de rajouter deux vols en montagne obligatoires dans la formation de base en vue de l'obtention d'une PPL(A).

Cette fonctionnalité doit être sélectionnée par l'utilisateur afin qu'elle soit disponible. Dans le menu de sélection, une image explique la coloration du terrain en fonction de l'altitude de référence, voir figure 13. Le rendu du mode « *Color high terrain* » sur la carte principale est illustrée dans la figure 14.

En vol, l'altitude de référence du mode « *Color high terrain* » est également disponible et l'altitude GPS actuelle est utilisée comme altitude de référence.

Ces fonctionnalités étaient disponibles au moment de l'accident.

Certains GPS installés à bord d'aéronefs de cette catégorie permettent également une telle alerte du terrain, si cette fonctionnalité est activée, en fonction de l'altitude actuelle.

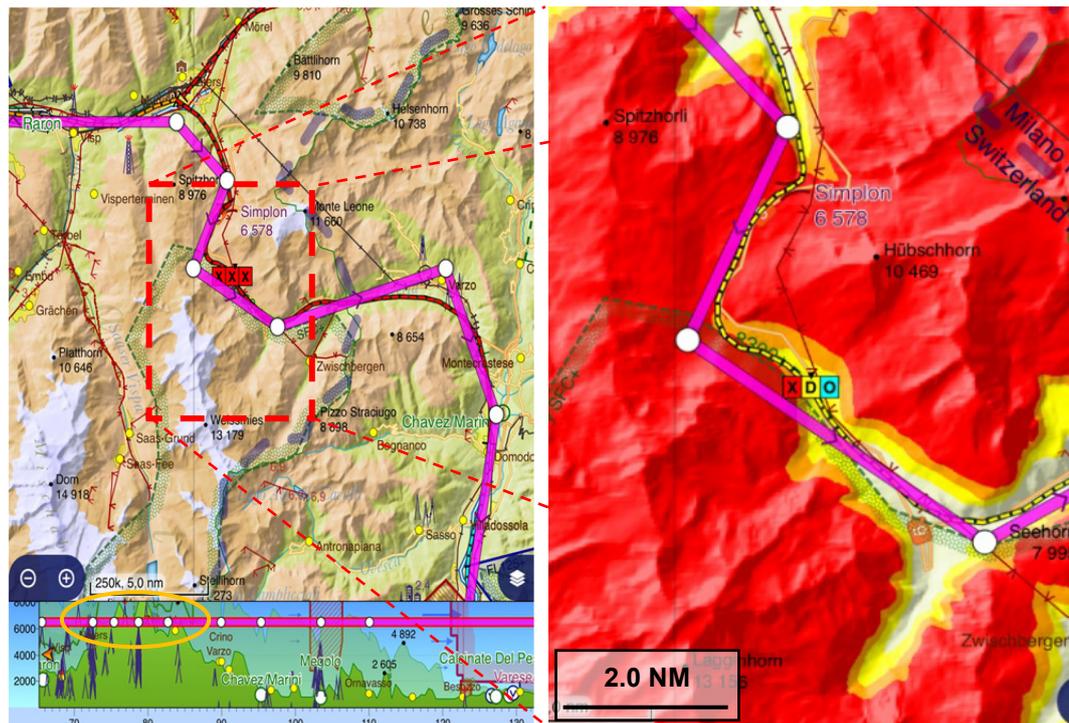


Figure 14: vue du cheminement planifié (magenta) le 13 août 2019 dans l'application Skydemon. La partie inférieure de l'image de gauche affiche le profil vertical du vol envisagé (magenta) à 6500 ft et du terrain survolé (vert). Le profil vertical entre-coupe le terrain dans les environs du Col du Simplon (cercle orange). À droite, visualisation des environs du Col du Simplon avec la fonctionnalité «*Color high terrain*» activée à une altitude de 6500 ft.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

L'enquête n'a pas mis en évidence d'élément technique ayant pu provoquer l'accident ou contribuer à son déclenchement.

2.2 Aspects opérationnels et humains

Pour établir son plan de vol de navigation, le pilote du G-BVDH a utilisé le logiciel Skydemon installé sur sa tablette électronique. Après une première version du plan de vol du 13 août 2019, le pilote l'a modifié le 25 août 2019, 2 heures avant le départ de l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette. Le changement a consisté en une modification de la traversée des Alpes afin de mieux pouvoir adapter sa trajectoire latérale au relief montagneux de la vallée du Simplon. Dans la figure 1 la différence entre les deux trajets planifiés est illustrée. Le choix du cheminement et son ajustement latéral démontrent que la planification latérale effectuée par le pilote était appropriée pour le vol envisagé.

Cependant, pour une raison indéterminée le pilote n'a jamais planifié une altitude de vol, car celle-ci est restée inchangée à une altitude de 15 900 ft sur l'ensemble du vol. L'introduction d'une altitude de croisière adaptée au vol permet également de visualiser une potentielle collision avec le terrain à l'aide de l'application Skydemon (voir figure 14) lors de la planification du vol. La photo de la figure 4, prise en vol par le passager assis à l'arrière, montre que la fonctionnalité de «*Color high terrain*» n'était pas activée, et par conséquent la visualisation d'un risque de collision n'était non plus disponible en vol.

Depuis Montreux (point de cheminement N°1 de la figure 2) jusqu'à Brig (point de cheminement N°6) la trajectoire latérale de l'avion G-BVDH indique que le pilote suivait précisément son cheminement pré-programmé sur sa tablette électronique. Sa vitesse au sol est restée stable à environ 120 kt et le taux de montée était seulement d'environ 100 ft/min comme indiquée dans la figure 4. Ces paramètres de vol l'ont amené après 20 minutes de vol depuis Martigny à une altitude de 6100 ft AMSL à l'entrée de la vallée du Simplon, soit environ 2200 ft en-dessous de l'altitude minimale de sécurité recommandée sur la carte OACI.

Ce manque d'anticipation sur la gestion de l'altitude de vol, a engendré une montée avec une assiette nez-haut prononcée dans la vallée du Simplon, soit environ lors des derniers 5 NM ce qui correspond à une durée de vol d'environ 2 min 30 sec. Avec la configuration du tableau de bord d'un PA28, cette assiette de vol prononcée a par conséquent également augmenté la difficulté de voir le terrain plus en amont de sa trajectoire. Ce manque de visibilité l'a conduit à survoler à faible hauteur la ligne à haute tension de la vallée du Simplon et l'a empêché d'anticiper un demi-tour éventuel pour adapter sa tactique de vol.

Une fois arrivé au travers du Col du Simplon, il a induit un virage à droite pour suivre le cheminement naturel de la vallée. À ce moment l'angle d'incidence critique a été dépassé provoquant un décrochage matérialisé par une instabilité latérale. Cette phase de vol comprenant une forte inclinaison sur la gauche relève d'une perte de contrôle typique en situation de décrochage. Un virage volontaire sur la gauche peut être exclu en raison de la proximité du relief de ce côté-là.

L'avion s'est écrasé dans le pierrier situé sur le flanc nord-ouest du Hübschhorn sans que le pilote soit parvenu à redresser l'avion par manque d'altitude.

Au vu de ce qui précède, il apparaît que la tactique de vol appliquée pour le franchissement du Col du Simplon n'était pas adéquate.

Selon toute vraisemblance, le pilote était absorbé par son cheminement figurant sur sa tablette électronique et son manque de formation et sa faible expérience en vol montagne ne lui ont pas permis de réaliser les dangers liés à ce type de vol.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'appareil répondait aux exigences pour le vol VFR.
- Au moment de l'accident, la masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites selon le manuel d'exploitation de l'aéronef (*Aircraft Flight Manual – AFM*).
- L'enquête n'a pas mis en évidence d'élément technique ayant pu provoquer l'accident ou contribuer à son déclenchement.
- Le dernier contrôle de 50 h de l'avion a été effectué le 8 novembre 2018 à 4351:18 h TSN.
- Le contrôle annuel a été effectué le 23 mars 2019 à 4373:06h TSN.
- Le moteur avait été exploité environ 126 heures depuis sa révision.
- Aucun émetteur de localisation d'urgence (*Emergency Locator Transmitter – ELT*) n'était installé.

3.1.2 Pilote

- Les documents fournis indiquent que le pilote était titulaire d'une licence adéquate.
- Le pilote n'a pas été affecté dans son état de santé avant la survenue de l'accident.
- Le pilote avait une bonne expérience avec l'avion de type PA-28RT-201.
- Le pilote manquait de formation de vol en montagne.

3.1.3 Planification du vol

- Le pilote a préparé de manière adaptée la navigation latérale de son cheminement de Lausanne-La Blécherette (LSGL) à Perugia (LIRZ) à l'aide de l'application Skydemon installée sur sa tablette électronique.
- Le pilote a établi une première fois son cheminement entre l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette et l'aérodrome de Perugia le 13 août 2019.
- Le pilote avait prévu de suivre initialement la vallée du Rhône jusqu'à Brig, puis de traverser les Alpes en direction de l'Italie par le Col du Simplon.
- Le pilote n'a pas planifié une altitude de vol dans le logiciel de navigation Skydemon et a gardé une altitude par défaut de 15 900 ft.
- Selon les documents obtenus, le pilote avait une expérience restreinte en vol montagne et n'a jamais reçu une formation pratique pour ce type de vol.
- Le pilote a déposé un plan de vol OACI pour la route prévue un jour avant l'accident.
- Dans la rubrique 15 du plan de vol OACI aucune altitude de vol n'était renseignée mais uniquement la mention VFR était indiquée.
- Le pilote a modifié dans le logiciel Skydemon ses points de cheminement dans la région du Col du Simplon 2 heures avant son départ de l'aérodrome de Lausanne-La Blécherette afin de mieux pouvoir adapter sa trajectoire latérale au relief montagneux de la vallée.

3.1.4 Déroulement du vol au cours duquel s'est produite l'accident

- L'avion monomoteur à quatre places de type Piper PA-28RT-201, immatriculé G-BVDH, a décollé de Lausanne à 09 h 43 min avec à son bord le pilote et deux passagers.
- Le pilote a suivi en vol son cheminement pré-programmé à l'aide de l'application Skydemon installée sur sa tablette électronique qui était fixée sur le volant de commande de l'avion.
- Le dernier relevé radar enregistré dans Flightradar24 à 10 h 23 min dans les environs de Brig indiquait une altitude de 6100 ft AMSL, soit 2200 ft en-dessous de l'altitude recommandée pour le cheminement choisi.
- Le pilote s'est engagé dans la vallée encaissée à faible hauteur et en vol monté avec peu de changements de trajectoire possibles.
- Pour pouvoir franchir le Col du Simplon, le pilote a dû initier une montée prononcée avec une assiette de vol cabrée.
- Lorsque le pilote a voulu rejoindre le Col du Simplon en initiant un virage à droite, l'aile gauche a décroché et le pilote n'est pas parvenu à redresser l'avion.
- Des témoins oculaires dans les environs du Col du Simplon ont observé l'avion G-BVDH évoluer à faible hauteur avec une assiette de vol cabrée et un roulis à gauche avant de le voir finalement entrer en collision avec le terrain.
- L'épave était située à une altitude de 7364 ft AMSL sur le flanc nord-ouest du Hübschhorn (10 459 ft AMSL).
- Les occupants ont été mortellement blessés, et un incendie post-impact s'est déclaré.

3.1.5 Conditions cadres

- Les conditions météorologiques n'ont pas influencé la survenance de l'accident.
- L'EASA ne prévoit pas d'entraînement spécifique au vol montagne pour l'obtention d'une PPL(A).

3.2 Causes

Dans le but d'accomplir sa mission de prévention, tout service d'enquête de sécurité doit se prononcer sur les risques et les dangers qui ont impacté l'incident examiné et doivent être évités à l'avenir. Les termes et formules utilisés ci-après s'entendent donc exclusivement dans une perspective préventive. La désignation des causes et facteurs ayant contribué à un accident n'implique aucune attribution de faute ni détermination de la responsabilité administrative, civile ou pénale.

L'accident au cours duquel le pilote a perdu le contrôle de l'avion à faible hauteur provoquant une collision avec le sol, est dû à un manque d'anticipation dans la gestion du vol de montée ce qui a provoqué le décrochage.

Un manque de formation et une expérience faible en vol montagne ont contribué à l'accident.

L'enquête n'a pas pu déterminer la raison pour laquelle le pilote s'est engagé dans la Vallée du Simplon avec une altitude de 2200 ft en-dessous de celle recommandée sur la carte OACI 1:500 000.

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

Le SESE peut publier des avis concernant la sécurité en réaction à des déficits de sécurité constatés lors de l'enquête. Des avis concernant la sécurité sont formulés lorsqu'une recommandation de sécurité au sens du règlement (UE) n° 996/2010 semble inadéquate, n'est formellement pas possible ou lorsque la forme moins contraignante de l'avis concernant la sécurité aura vraisemblablement plus d'impact. Les avis concernant la sécurité du SESE se fondent juridiquement sur l'art. 56 OEIT :

« Art. 56 Informations pour la prévention des accidents

Le SESE peut préparer et publier des informations générales utiles pour la prévention des accidents. »

4.2.1 Préparation pour le passage de col dans les montagnes

4.2.1.1 Déficit de sécurité

Lors d'un vol privé d'un avion immatriculé à l'étranger, l'avion quadriplace s'engage au travers de Brigue dans la vallée menant au Col du Simplon à une altitude de 2200 ft en dessous de l'altitude minimale de sécurité préconisée pour le franchissement du Col. Le vol se poursuit avec un faible taux de montée et une attitude cabrée durant toute l'approche du Col.

Le pilote accaparé par sa navigation à l'aide de sa tablette électronique ne remarque pas que la vitesse de l'avion décroît jusqu'au décrochage alors que le Col du Simplon se situe sur sa droite.

La collision avec le flanc de la montagne se produit à une altitude de 7364 ft AMSL alors que le Col est à une altitude de 6578 ft AMSL.

Les trois occupants sont mortellement blessés, et un incendie post-impact se déclare.

L'enquête a permis de déterminer que la préparation du vol s'est faite à l'aide d'une tablette électronique et que le pilote a suivi le cheminement de sa tablette durant l'approche du Col du Simplon.

4.2.1.2 Avis de sécurité n° 45

Groupe cible : Exploitants de l'aviation générale en Europe

Les exploitants de l'aviation générale en Europe devraient mettre l'accent sur les dangers de la navigation avec des passages de col dans les montagnes et d'adapter la tactique de vol en conséquence par rapport au plan de vol préétabli. Pour les vols en montagne, on trouve de nombreuses recommandations sur les mesures de sécurité telles que la tactique de vol, le plan de vol et l'équipement dans le manuel VFR sous *rules of the air and air traffic services* (RAC) 4-5-2, 4-5-3.

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, 15 novembre 2022

Service suisse d'enquête de sécurité