



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 SISl
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Rapport final n° 2361 du Service suisse d'enquête de sécurité SESE

concernant l'accident
de l'avion PA-28-161, HB-PTL,

survenu le 20 août 2017

Alpage de Tsanfleuron, Savièse (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 cet accident.

Conformément à l'article 3.1 de la 12^e 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 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.

Résumé

Type d'aéronef	PA-28-161	HB-PTL
Exploitant	Club d'aviation Seeland, Case postale 1154, 2501 Bienne	
Propriétaire	Club d'aviation Seeland, Case postale 1154, 2501 Bienne	

Pilote	Citoyen suisse, né en 1948		
Licence	Licence de pilote privé d'avions (<i>Private Pilot Licence Aeroplane – PPL(A)</i>) selon l'Agence européenne pour la sécurité aérienne (<i>European Aviation Safety Agency – EASA</i>), établie par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 14 septembre 2015		

Heures de vol	total	près de 200 h	au cours des 90 derniers jours	3:51 h
	sur le type en cause	--- h ¹	au cours des 90 derniers jours	2:31 h

Lieu	Alpage de Tsanfleuron, Savièse (VS)		
Cordonnées	589 257 / 130 090 (<i>Swiss Grid 1903</i>)	Altitude	2100 m/M
	N 46° 19' 19" / E 007° 17' 57" (<i>WGS² 84</i>)		
Date et heure	20 août 2017, 13h09		

Type d'exploitation	Privé		
Règles de vol	Règles de vol à vue (<i>Visual Flight Rules – VFR</i>)		
Lieu de départ	Aérodrome régional de Sion (LSGS)		
Destination	Champ d'aviation de Bienne-Kappelen (LSZP)		
Phase de vol	Décollage et vol de montée		
Nature de l'accident	Collision avec le terrain		

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	Dégâts au sol après un incendie

¹ Non connu (voir chapitre 1.4.2)

² WGS : *World Geodetic System*, système géodésique mondial : La norme WGS 84 a été adoptée pour l'aviation par décision de l'Organisation de l'aviation civile internationale (*International Civil Aviation Organization – ICAO*) en 1989.

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 reposent sur les enregistrements des données radar, les communications radio ainsi que les déclarations des témoins.

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

1.1.2 Faits antécédents

Le 19 août 2017, entre 11h00 et 13h00, un membre du groupe de vol à moteur Seeland utilise un avion à moteur de type Piper PA-28-161, immatriculé HB-PTL, pour effectuer deux vols d'une durée totale de 54 minutes. A cet effet, le HB-PTL est préalablement ravitaillé avec 81 litres d'essence pour véhicule automobile (*Motor Gasoline* – MOGAS). Selon le protocole de ravitaillement, le HB-PTL est ravitaillé à 17h00 avec 42 litres de MOGAS supplémentaires. Les protocoles de ravitaillement disponibles ne permettent pas de savoir qui les a effectués.

Le 20 août 2017, le pilote prévoit d'effectuer un vol avec deux passagers de l'aérodrome de Bienne Kappelen (LSZP) à l'aérodrome de Locarno (LSZL). A cette fin, il réserve le HB-PTL et remplit un avis de vol.

A 10h15, le HB-PTL décolle avec les trois occupants à bord. La trajectoire de vol suit d'abord le lac de Bienne et le lac de Neuchâtel en direction de l'ouest, à une altitude d'environ 4500 ft QNH³. Dans la région de Chevroux, le HB-PTL change de cap d'environ 90° vers la gauche en direction des Alpes fribourgeoises. A la hauteur du lac de la Gruyère, l'avion tourne de nouveau vers le sud-ouest en direction de l'embouchure du Rhône dans le lac Léman. L'altitude de vol du HB-PTL reste inchangée. Les enregistrements radar de ce vol prennent fin à 10h49 et 42 secondes.

A 11h01, alors qu'il se trouve au-dessus de la localité de Riddes, à 4500 ft QNH, le pilote contacte le service de contrôle d'aérodrome de Sion (LSGS) et demande si "*Sion military*" est actif. Le contrôleur d'aérodrome (*Aerodrome Controller* – ADC) indique alors au pilote du HB-PTL qu'il vient d'entrer sans autorisation dans la zone de contrôle (*Control Zone* – CTR) de Sion. Interrogé sur ses intentions, le pilote répond qu'il va voler en direction de Brigue et qu'il fera ensuite demi-tour pour se poser à Sion. A 11h38, le HB-PTL se pose sur la piste 25 et roule ensuite sur le tarmac pour se garer dans la zone *Lima* (L).

Les enregistrements des communications radio entre 11h00 et 11h40 ont permis d'enregistrer plusieurs conversations d'autres usagers de l'air qui, lors de leurs vols alpins, ont traversé la CTR de Sion en direction du sud et du nord. Les altitudes de vol annoncées se situaient entre 9000 ft QNH et 13 000 ft QNH.

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

Après une pause, le pilote remplit un avis de vol en début d'après-midi au bureau C pour le retour à Bienne Kappelen, dans lequel il indique une route de sortie par le point de compte-rendu *Novembre Whiskey* (NW), puis un cheminement de vol passant par les localités de Martigny et Payerne. L'heure de départ prévue est 13h00. Le pilote mentionne une endurance de 3:00 heures.

³ QNH : pression réduite au niveau de la mer, calculée selon l'atmosphère standard de l'OACI

Les trois personnes se rendent à l'avion et y prennent place. A 12h46, le pilote du HB-PTL demande l'autorisation de circuler pour un vol à vue vers Bienne-Kappelen via le col du Sanetsch. L'ADC lui donne l'autorisation de circulation jusqu'au point d'arrêt *Bravo* (B) de la piste 25, avec un QNH de 1012 hPa, ce que le pilote collationne. Environ une minute plus tard, un autre avion demande à traverser la CTR en français. L'ADC lui donne l'autorisation en français, suivie d'une valeur QNH de 1022 hPa.

Peu avant 12h48, le pilote du HB-PTL déclare être prêt à décoller. Lorsque l'ADC lui demande quelle est sa route de sortie, le pilote indique qu'il va se diriger vers le col du Sanetsch via le point NW. L'ADC lui demande alors s'il veut se diriger d'abord vers l'ouest jusqu'au point NW, puis revenir en direction du col du Sanetsch, ce à quoi le pilote répond par l'affirmative. Comme un avion derrière le HB-PTL veut partir en direction de l'ouest selon les règles de vol aux instruments, l'ADC demande au pilote du HB-PTL s'il accepte une montée suivant l'étape de vent arrière main gauche du circuit d'aérodrome pour la piste 25 (cf. figure 1). Le pilote le confirme.

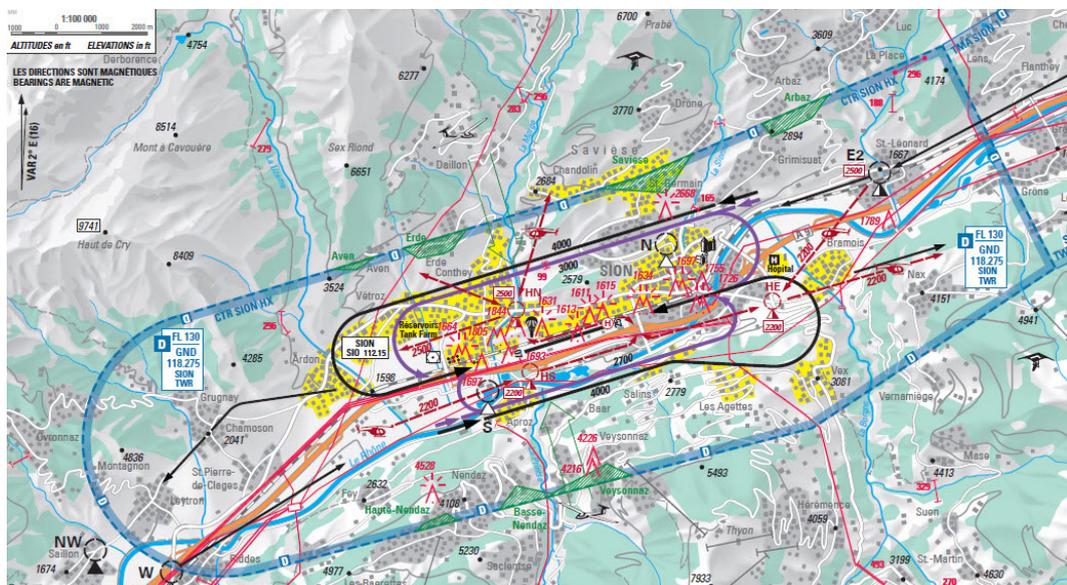


Figure 1: Extrait de la carte d'approche à vue de Sion (LSGS), source carte de base : Office fédéral de topographie.

L'autorisation de décollage de l'ADC s'ensuit à 12h48. Peu après, le HB-PTL décolle de la piste 25 et effectue sa montée selon les instructions de l'ADC. A 12h49, le pilote d'un PA-28-161 s'annonce auprès de celui-ci et demande l'autorisation de traverser de la CTR en direction d'Hérémenche. L'avion se trouve alors dans la région du col du Sanetsch à 10 900 ft QNH.

A 12h51, l'ADC demande au pilote du HB-PTL de lui indiquer quand il sera prêt à tourner à gauche en direction du col du Sanetsch. Le pilote répond qu'il est prêt et l'ADC lui donne l'autorisation correspondante avec l'instruction de le rappeler au moment de la sortie de la CTR. L'ADC mentionne alors la valeur QNH de 1022 hPa, que le pilote du HB-PTL collationne.

Dans le cadre d'une coordination de trafic avec un hélicoptère de sauvetage en approche, l'ADC demande au pilote du HB-PTL, à 13h02, son altitude de vol. Ce dernier lui indique une altitude de 4500 ft QNH. L'ADC donne alors au pilote de l'hélicoptère une information de trafic concernant le HB-PTL qui se trouve dans la région de Savièse à 4500 ft QNH, en vol de montée en direction du col du Sanetsch. Peu après, le pilote du HB-PTL annonce qu'il quitte la CTR et l'ADC autorise le pilote à quitter la fréquence.

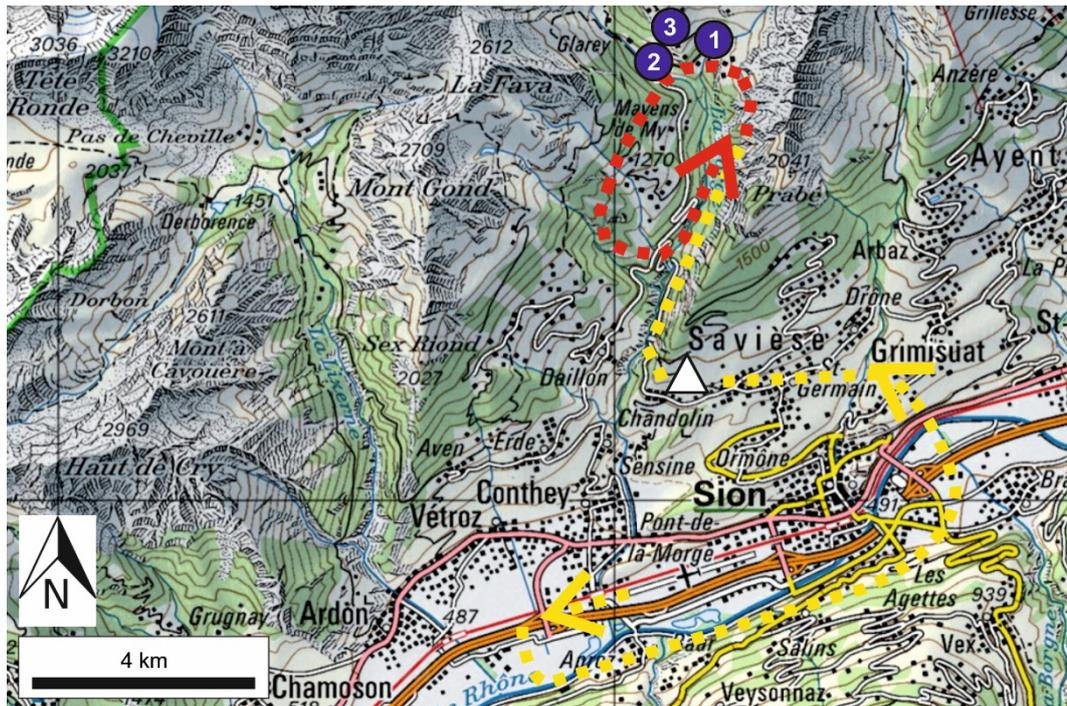


Figure 2 : Trajectoire reconstituée (ligne jaune en pointillés) du HB-PTL depuis le décollage jusqu'à l'entrée dans la vallée en direction du col du Sanetsch. Le triangle blanc indique l'emplacement approximatif du HB-PTL à 13h02, lorsque l'ADC lui demande son altitude. Les points bleus (❶, ❷, ❸) indiquent l'emplacement des premiers témoins qui ont observé le HB-PTL. La trajectoire du HB-PTL à ce stade est représentée en pointillés rouges, source carte de base : Office fédéral de topographie.

Un peu plus tard, trois témoins au sol observent l'avion qui s'engage à basse hauteur dans la vallée (cf. figure 2). Le témoin 1, un pilote professionnel, se trouve près de son chalet dans le village de Dilogne, situé à environ 1600 m/M (5250 ft AMSL⁴). Il observe le PA-28 qui remonte la vallée dans sa direction. Il estime l'altitude de vol à environ 200 ft en dessous de sa position. Avant d'atteindre Dilogne, l'avion effectue un virage en montée vers la gauche et repart vers l'aval.

Le témoin 2 se trouve sur la route du Cernet, un peu en dessous de l'auberge de Tsanfleuron, à environ 1400 m/M (4595 ft AMSL), lorsqu'il voit l'avion au-dessus de lui. Selon son estimation, l'avion volait en dessous de l'altitude minimale prescrite et le moteur semblait fournir de la puissance. Son épouse voit l'avion remonter la vallée après avoir amorcé un virage à gauche.

3 minutes plus tard environ, l'avion réapparaît à proximité du témoin 1 et poursuit son vol en direction du col du Sanetsch (cf. figure 3). Lors de ce passage, le témoin 1 estime à nouveau que l'altitude de vol est faible.

Ensuite, le témoin 3, qui se trouve à une altitude de 1790 m/M (5890 ft AMSL) et circule en voiture en amont sur la route du col du Sanetsch au-dessus de la localité de Sur Le Scex, observe l'avion qui approche et se dirige vers le col du Sanetsch. Le témoin 3, qui a, par le passé, suivi un cours Sphair⁵, constate que l'avion vole beaucoup trop bas par rapport à l'environnement topographique.

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

⁵ Sphair désigne la plate-forme d'instruction des Forces aériennes suisses qui sert à la sélection prémilitaire des futurs pilotes ou éclaireurs parachutistes.

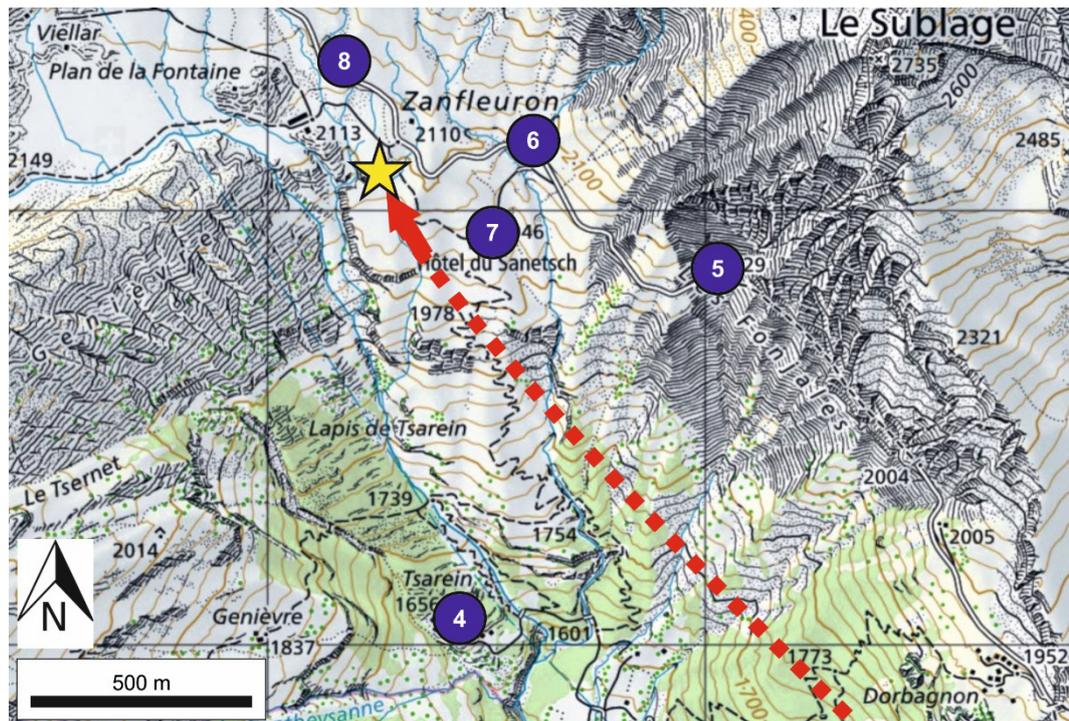


Figure 4 : Illustration de la dernière phase du vol de l'accident, source carte de base : Office fédéral de topographie.

A peu près au même moment, l'attention des témoins 5 et 7 est attirée par le HB-PTL qui approche. Ces derniers se trouvent à des altitudes comprises entre 2020 m/M et 2046 m/M (6630 ft et 6715 ft AMSL). Le témoin 5 voit l'avion passer à l'altitude de son emplacement (6630 ft AMSL), à peine 100 m au-dessus du sol, en direction du col. Le témoin 7, qui se trouve près de l'Hôtel du Sanetsch, fait le même constat. Il est d'avis que les mouvements oscillants de l'avion autour de son axe longitudinal sont dus au vent. Selon lui, le moteur semblait fonctionner normalement.

A 13h09, le HB-PTL entre en collision avec le terrain en pente et s'immobilise quelques mètres après l'impact. Peu de temps après, un violent incendie se déclenche. Plusieurs personnes, dont les témoins 6 et 8, se précipitent pour porter assistance, mais ne peuvent rien faire. Les trois occupants meurent dans l'accident. Les services de sauvetage sont alertés par plusieurs personnes.

1.2 Conditions météorologiques

1.2.1 Situation générale

La Suisse se trouvait en marge d'un anticyclone au sol, dont le centre se trouvait sur l'ouest de la France. En altitude, une large dorsale s'étendait du Portugal à l'Irlande et entraînait des vents de nord-ouest au-dessus des Alpes.

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

Au nord des Alpes, la pression atmosphérique était plus élevée qu'au sud de la crête des Alpes. Cela entraînait un foehn du nord peu marqué dans les cols. A 12 UTC, la différence de pression entre Berne et Sion était de 3 hPa. Il en a résulté une accélération des masses d'air dans les régions montagneuses, surtout en aval des goullets d'étranglement. Une isothermie avec une limite inférieure de 2500 mètres renforçait cet effet.

Au col du Sanetsch, le flux d'air à travers l'échancrure du terrain était uniforme. Le vent ne soufflait pas en rafales. En raison de la stabilité de la stratification près du sol, le vent du nord suivait le terrain sous forme de vent catabatique⁶, comme le "serpent du Grimsel" dans la vallée de Conches supérieure.

Une augmentation locale du vent était indiquée sur les cartes de la prévision numérique du vent pour les altitudes de 800 hPa et 750 hPa, correspondant à 2000 m et 2500 m, aussi bien pour le vent moyen que pour les rafales.

Des nuages convectifs persistaient le long du flanc de la montagne autour du col du Sanetsch. Le passage du col lui-même était exempt de nuages et la visibilité était bonne.

Temps	assez ensoleillé
Nuages	3/8 – 4/8 autour de 8000 ft AMSL le long du flanc des montagnes
Visibilité	environ 30 km
Vent à 2100 m/M	environ 340 degrés, 10 – 15 kt
Température / point de rosé à 2100 m/M	4 °C / 2 °C
Pression atmosphérique (QNH)	1022 hPa, pression réduite au niveau de la mer, calculée selon l'atmosphère standard de l'aviation civile internationale (OACI)

1.2.3 Données astronomiques

Conditions d'éclairage naturel	Jour	
Position du soleil	Azimut : 169°	Hauteur : 55°

1.2.4 Observations relatives au vent

L'enregistrement vidéo d'un témoin, réalisé immédiatement après l'accident, permet d'identifier les conditions de vent. La fumée permet de reconnaître les conditions d'écoulement du vent, qui soufflait le panache de fumée de manière marquée vers l'aval.



Figure 5 : Panache de fumée soufflant vers l'aval, direction sud-sud-ouest.

⁶ Le vent catabatique est un vent froid descendant.

1.3 Renseignements sur l'aéronef

1.3.1 Généralités

Immatriculation	HB-PTL
Type d'aéronef	PA-28-161 "Warrior II"
Caractéristiques	Avion d'école et de tourisme monomoteur quadriplace, propulsé par un moteur à piston, à aile basse en porte-à-faux, de construction entièrement métallique et avec un train d'atterrissage fixe à roue de proue.
Constructeur	Piper Aircraft Inc., Vero Beach/FL, Etats-Unis d'Amérique
Moteur	Lycoming Engines O-320-D3G, moteur boxer à quatre cylindres, refroidi par air, puissance nominale de 119 kW (160 HP) à 2700 tours par minute.
Vitesses	Vitesse pour le meilleur taux de montée (V_Y) : 79 kt Vitesse de manœuvre (V_A): 88 kt (à 1531 lb) 111 kt (à 2440 lb)
Heures d'exploitation	Cellule 6924:55 h (TSN ⁷) Moteur inconnu (TSN) 1128:48 h (TSO ⁸)
Entretien	Le dernier travail d'entretien prévu, un contrôle de 100 heures, a été certifié le 28 juillet 2017 à 6905h45 heures d'exploitation.
Limitations techniques	Le carnet de route a été détruit par l'incendie.
Types de carburant autorisés	Essence d'aviation AVGAS 100LL / essence automobile MOGAS
Quantité de carburant	Après l'accident, 35 litres de carburant au total ont pu être récupérés de l'épave.
Certificat d'immatriculation	Etabli par l'OFAC le 18 octobre 2016
Certificat de navigabilité	Délivré par l'OFAC le 12 avril 2017, valable jusqu'à sa révocation.

1.3.2 Chargement et performance de vol

Aucun document relatif à une préparation du vol de l'accident n'a pu être retrouvé. C'est pourquoi le chargement du HB-PTL a été calculé après l'accident sur la base de différents documents. Il en a résulté que la masse de l'avion était d'environ 2260 lb au moment du départ et d'environ 2240 lb au moment de l'accident. Dans les deux cas, le centre de gravité se situait dans les limites autorisées par le manuel d'exploitation du pilote (*Pilot's Operating Handbook* – POH).

En ce qui concerne les performances de montée, seules les valeurs correspondant à la masse maximale autorisée de 2440 lb ont pu être déterminées sur la base de l'interprétation des tableaux du POH.

⁷ TSN : *Time Since New*, temps d'utilisation depuis neuf

⁸ TSO : *Time Since Overhaul*, temps d'utilisation depuis révision

Ainsi, après le décollage de Sion le jour de l'accident, sans tenir compte du vent, on peut supposer les valeurs suivantes en ce qui concerne les performances de montée, la durée du vol et la distance parcourue :

- Vitesse ascensionnelle maximale au point de départ 550 ft/min ;
- Vitesse ascensionnelle maximale à 2100 m/M (6890 ft AMSL)⁹ 260 ft/min ;
- Vitesse ascensionnelle maximale à 8400 ft¹⁰ 220 ft/min ;
- Temps de vol et distance pour atteindre 2100 m/M (6890 ft AMSL) : 12 minutes, 16 NM ;
- Temps de vol et distance pour atteindre 8400 ft : 21 minutes, 30 NM.

Pour atteindre ces performances de montée, il faut un réglage correct du mélange et le respect de la vitesse de meilleur taux de montée (*Best Rate of Climb – V_Y*).

Le jour de l'accident, le HB-PTL, dont la masse au décollage était de 2260 lb, a atteint une altitude de 6890 ft AMSL après un temps de vol de 20 minutes environ.

Entre le survol de la région de Savièse à 13h02 et l'accident à 13h09, le HB-PTL est monté de 4500 ft QNH à 6890 ft AMSL. Le taux de montée moyen était donc de 340 ft/min environ, ce qui correspond approximativement aux valeurs publiées dans le POH.

1.4 Renseignements concernant le pilote

1.4.1 Formation

Le pilote a commencé sa formation de pilote privé en 2003. Il l'a achevée avec succès le 24 mai 2005 par un vol d'examen (*skill test*). A cette date, le pilote disposait d'une expérience de vol de 61h35, effectuée entièrement sur le modèle PA-28-140. Il ressort du formulaire d'inscription à ce vol d'examen que le pilote avait effectué les deux vols d'instruction prévus "*Navigation en montagne*".

1.4.2 Expérience de vol

Le carnet de vol du pilote n'a pas pu être récupéré après l'accident, ayant très probablement brûlé dans l'épave. Pour le relevé de l'expérience de vol globale, on ne disposait donc que les données du dossier du pilote de l'OFAC et les données électroniques du système de décompte du club d'aviation Seeland à partir de 2009.

Après sa formation, le pilote a renouvelé son autorisation pour avions monomoteurs à pistons pour la première fois en août 2007. Sur le formulaire de l'OFAC nécessaire à cet effet, le pilote a indiqué une expérience de 13.5 heures de vol au cours des 12 derniers mois. Le renouvellement suivant de sa qualification a eu lieu le 15 septembre 2009. Le pilote a indiqué une expérience de vol de 18 heures au cours des 12 mois précédant cette date. Comme il n'est pas nécessaire d'indiquer l'expérience de vol totale sur ce formulaire, le calcul de l'expérience de vol présente deux lacunes pour les 12 mois précédant les mois d'août 2006 et septembre 2008.

A partir de juin 2009, les enregistrements du système de décompte étaient disponibles. Depuis le renouvellement de sa licence, le pilote a effectué 99h46 de vol entre septembre 2009 et le 1er août 2017. Sur ce total, il a volé 12 h 50 sur le modèle PA-28-181.

Entre le 1^{er} avril 2017 et le 1^{er} août 2017, le pilote a effectué trois vols d'une durée totale de 1 h 24 sur le modèle PA-28-161, moins performant.

⁹ Altitude du lieu de l'accident.

¹⁰ Altitude minimale recommandée pour le survol du col du Sanetsch.

1.5 Renseignements sur l'épave, l'impact et le lieu de l'accident

1.5.1 Renseignements sur le lieu de l'accident

Le lieu de l'accident se situe sur un flanc de l'alpage de Tsanfleuron à 2100 m/M. Le sol est parsemé de quelques grosses pierres. Des traces claires ont été trouvées dans le sol, ce qui a permis de reconstituer la trajectoire au moment du contact avec le sol et donc la direction lors de l'approche.

1.5.2 Renseignements sur l'impact

L'avion a percuté le terrain avec un vecteur de vol vers l'avant. Peu avant l'impact, l'aile gauche a touché le sol.

Sous l'effet de l'impact, l'avion a effectué une rotation sur son axe vertical vers la gauche d'environ 100°.

1.5.3 Renseignements sur l'épave

Un examen visuel de la cellule, des connexions des gouvernes, des tringles de liaison, des leviers de commande, des câbles et des tendeurs ainsi que des poulies de renvoi n'a révélé aucun signe de défaut préexistant. Les volets d'atterrissage étaient rentrés et le trim était en position légèrement à cabrer.

Dans le cockpit, toutes les fonctions n'ont pas pu être vérifiées en raison du degré de destruction élevé et des effets de l'incendie. Les connexions des différentes tringleries et des câbles de commande étaient cependant encore visibles et ne présentaient aucune irrégularité ou dysfonctionnement.

Le moteur a été soumis à un démontage de contrôle. Aucun défaut ou composant ne fonctionnant pas n'ont été constatés. Les sièges de soupapes présentaient des traces d'usure importante. Cela pourrait avoir entraîné une légère réduction de la puissance. Par ailleurs, les traces d'usure et de fonctionnement constatées étaient normales et correspondaient à ce que présente habituellement un moteur avec ce nombre d'heures en exploitation.

1.6 Renseignements médicaux et pathologiques

La dernière visite médicale a eu lieu le 28 octobre 2016, et stipulait l'obligation de porter une correction de près ou des lunettes de lecture en raison d'un défaut de vision dû à l'âge (presbytie).

La dernière consultation chez un médecin généraliste a eu lieu le 9 juin 2017.

Aucun indice indiquant un problème médical pouvant compromettre l'aptitude au vol n'a été trouvé à ce moment-là.

Le corps du pilote a fait l'objet d'une autopsie. La cause immédiate du décès a été un polytraumatisme grave et de très graves brûlures. Le taux de monoxyde de carbone dans le sang était de 3.4 %, ce qui plaide contre une intoxication au CO. Il existait une artériosclérose généralisée légère à modérée, y compris au niveau des artères coronaires, mais sans sténose significative et sans indices d'un infarctus du myocarde. Il n'est pas possible d'exclure ni de prouver médicalement que cet état de fait a joué un rôle dans la chaîne d'événements avant l'accident.

L'examen pharmacologique et toxicologique n'a pas trouvé d'éléments montrant une baisse de capacité du pilote due à l'alcool, à des médicaments ou à des stupéfiants.

1.7 Incendie

L'avion a pris feu après l'impact et a été partiellement détruit par l'incendie.

1.8 Questions de survie

1.8.1 Généralités

En cas d'accident au cours duquel un petit avion prend feu, les chances de survie des occupants sont généralement faibles. Celles-ci dépendent en principe du lieu de l'accident, du degré de destruction de l'avion et de la nature des blessures des occupants. Compte tenu de ces aspects, il n'était pas possible de survivre à cet accident.

1.8.2 Recherche et sauvetage

L'avion était équipé d'une balise de détresse automatique (*Emergency Locator Transmitter – ELT*). Celle-ci était intégrée et a émis un signal de détresse.

Plusieurs personnes ont assisté au crash, sont arrivées peu après sur le lieu de l'accident et ont alerté les secours. Une évacuation immédiate des occupants après l'accident n'était pas possible en raison des circonstances.

1.9 Renseignements supplémentaires

1.9.1 Tactique de vol en montagne

Voler en montagne en toute sécurité nécessite une préparation sérieuse du vol, notamment la connaissance des performances de vol, et dépend en grande partie de la tactique de vol appliquée. Une technique courante repose sur le principe des points clés et est apprise pendant la formation de base dans le cadre de l'initiation au vol en montagne.

L'itinéraire de vol dans le relief est divisé en sections bien visibles, qui aboutissent chacune à un point clé. Lors de l'approche du point clé, on évalue s'il est possible de poursuivre le vol jusqu'au point clé suivant à une altitude suffisante et une vitesse adéquate. Un demi-tour doit également être possible à chaque point clé.

Avant chaque passage d'un point de transition, comme un col de montagne ou une crête, un point clé doit être défini sur le terrain. L'approche du point de passage doit se faire à un angle aigu afin de pouvoir s'écarter du terrain si l'altitude, la vitesse de vol ou les conditions météorologiques ne permettent pas de survoler le point de passage avec sécurité.

1.9.2 Données du guide VFR de la Suisse

Dans le guide VFR, qui fait partie de la publication d'information aéronautique (*Aeronautical Information Publication – AIP*) de la Suisse, on trouve entre autres les informations suivantes sur le thème du vol en montagne :

"Vol en montagne

1. *La configuration du terrain en haute montagne et les conditions météorologiques particulières qui y règnent exigent l'observation des directives suivantes pour la préparation des vols VFR au-dessus des Alpes.*

[...]

5. *Les courants d'air verticaux sont beaucoup plus forts en montagne qu'en plaine. Les cols doivent donc être abordés avec une surélévation de sécurité*

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

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

2.2 Aspects opérationnels et humains

Le pilote volait régulièrement au départ de l'aérodrome de Bienne Kappelen (LSZP) depuis l'obtention de sa licence de pilote privé. La veille de l'accident, il avait prévu de traverser les Alpes pour se rendre à l'aérodrome de Locarno (LSZL) et avait réservé à cet effet le PA-28-161, immatriculé HB-PTL. Le pilote n'avait pas souvent volé avec cet avion au cours des 90 jours précédents.

Le jour de l'accident, il a encore rempli à l'aérodrome un avis de vol conforme aux plans de vol initiaux. Mais la trajectoire de vol indiquée par les enregistrements radar permet de conclure que la traversée des Alpes prévue avec les deux passagers a été modifiée pour se diriger vers Sion (LSGS). Lors du vol qui a traversé le Plateau en direction de la vallée du Rhône, le HB-PTL n'est jamais monté plus haut que 4500 ft QNH¹² environ. On peut supposer que lors de ce vol, la performance de montée effective de cet avion avec son chargement n'était pas un sujet de préoccupation pour le pilote, car il n'y avait guère d'obstacles notables à franchir sur cette route de vol.

Après la pause à Sion, le pilote a rempli un avis de vol au bureau C et s'est rendu à l'avion avec ses deux passagers. Il a choisi comme destination l'aérodrome de Bienne-Kappelen. Après une sortie par le point *Novembre Whiskey* (NW), le pilote a en outre indiqué les localités de Martigny et Payerne comme points de repère géographiques. Après avoir demandé l'autorisation de rouler, le pilote a informé le contrôleur d'aérodrome (*Aerodrome Controller* – ADC) de son intention de voler après le décollage en direction du nord-ouest, puis par le col du Sanetsch en direction du nord-est. Ce jour-là, le pilote a donc changé pour la deuxième fois une route de vol prévue au préalable.

L'intention de voler d'abord en direction de l'ouest et de mettre ensuite seulement le cap sur le col du Sanetsch montre que le pilote a dû, à première vue, faire une estimation grossière de la performance de montée nécessaire pour ce choix de route. Il apparaît évident qu'accepter un vol de montée le long du circuit de la piste 25 à la suite de la planification du trafic de l'ADC, pouvait résulter un raccourcissement de la trajectoire de vol. Par conséquent, il aurait fallu réévaluer la performance de montée nécessaire.

A bord du HB-PTL, le pilote a gagné de l'altitude en suivant l'étape de vent arrière main gauche du circuit de la piste 25 et a ensuite viré vers le nord pour se diriger vers le col du Sanetsch. Ce faisant, il a survolé la région de Savièse à environ 4500 ft QNH, comme l'ont montré les échanges radiotéléphoniques avec le service de contrôle d'aérodrome de Sion. En principe, il existe, entre autres, une altitude minimale recommandée de 8400 ft QNH pour le survol du col du Sanetsch. Plusieurs messages radiotéléphoniques d'autres usagers qui ont survolé cette zone à 10 000 ft QNH indiquent qu'il n'y avait pas de restrictions météorologiques sur cet itinéraire de vol.

L'analyse des déclarations des témoins donne une image concluante, selon laquelle le pilote est entré dans la vallée en direction du col du Sanetsch à une

¹² QNH : pression réduite au niveau de la mer, calculée selon l'atmosphère standard de l'OACI

altitude trop basse et n'a jamais atteint l'altitude nécessaire au survol du col du Sanetsch.

Dans la région de Dilogne, où se trouvait le témoin 1 (cf. figure 3), le pilote a dû prendre conscience pour la première fois qu'un vol direct en direction du col du Sanetsch n'était pas possible avec les performances de montée du moment du HB-PTL, ce qui l'a incité à amorcer un virage en montée vers l'aval. Avec une altitude de vol observée d'environ 5000 ft QNH, il manquait encore au pilote au moins 3400 ft pour atteindre l'altitude de vol minimale recommandée. Selon les performances de vol calculées au chapitre 1.3.2, on aurait pu s'attendre à partir de ce moment-là à des taux de montée de 300 ft/min au maximum avec le HB-PTL. Par conséquent, il aurait encore fallu au moins 12 à 15 minutes de vol pour atteindre l'altitude minimale de 8400 ft QNH. Après que le pilote a eu terminé le virage en montée avec le HB-PTL, le PA-28-161 est réapparu quelques minutes plus tard près du témoin 1 et se trouvait à peine plus haut que lors de la première observation.

Le fait que le pilote ait poursuivi son vol en direction du col du Sanetsch permet de conclure que, durant cette phase, il n'a plus pris en considération les performances de montée du HB-PTL lors du choix de l'itinéraire. En outre, on peut se demander dans quelle mesure le pilote était conscient de l'altitude de vol minimale pour le survol du col de Sanetsch. Sinon, la poursuite du vol en direction du col ne s'explique pas. Même si, lors de la montée avec ce type d'avion, la vue du sol vers l'avant est limitée, il existe, outre les indications de l'altimètre, suffisamment de points de repère en regardant le sol de côté pour faire une estimation du vecteur de vol actuel par rapport au terrain.

Indépendamment de cela, une altitude de vol de 8400 ft QNH est recommandée à ce stade pour franchir le col du Sanetsch et continuer à suivre la route choisie comme prévu. Or, cet élément fondamental de la tactique de vol en montagne n'a pas été respecté dans le cas présent. A ce moment-là en revanche, il y avait encore suffisamment d'espace pour effectuer un virage pour rebrousser chemin. Le pilote a continué à voler en direction du col et le HB-PTL s'est retrouvé, dans la dernière phase du vol, sous l'effet du vent de relief vertical du col du Sanetsch. La performance de montée s'en est trouvée réduite davantage. Le HB-PTL est alors passé à proximité des témoins 5 et 7 à environ 100 m au-dessus du sol et est entré en collision avec le terrain à environ 2100 m/M (6890 ft AMSL¹³).

En résumé, une tactique de vol inadaptée, composée des éléments suivants, a conduit le pilote à se mettre dans une situation inextricable lors de la dernière phase du vol de l'accident. Ces facteurs étaient les suivants :

- évaluation insuffisante des performances de l'avion PA-28-161 ;
- modification à court terme de la trajectoire de vol annoncée dans l'avis de vol ;
- choix inapproprié de l'itinéraire de vol ;
- non-respect de l'altitude minimale de vol recommandée en montagne.

La modification à court terme d'une route de vol prévue ne présente en principe aucun danger et aurait pu être réalisée dans le cas présent. Dans une telle situation cependant, les aspects susmentionnés de la performance, du choix de la route et de la tactique de vol en montagne, tout en tenant compte des altitudes minimales de vol, doivent être constamment pesés les uns par rapport aux autres et adaptés si nécessaire. Cela n'était pas évident lors du vol de l'accident et explique la survenue de celui-ci.

¹³ AMSL : *Above Mean Sea Level*, au-dessus du niveau moyen de la mer

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'appareil était admis au vol selon les règles de vol à vue (*Visual Flight Rules – VFR*).
- Au moment de l'accident, la masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites selon le manuel d'exploitation du pilote (*Pilot's Operating Handbook – POH*).
- 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 100 h de l'avion a été certifié le 28 juillet 2017 à 6905h45 heures d'exploitation.
- Le dernier certificat d'examen de navigabilité (*airworthiness review certificate*) délivré par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) a eu lieu le 12 avril 2017.
- La balise de détresse (*Emergency Locator Transmitter – ELT*) a été déclenchée et a émis un signal permettant un relèvement radiogoniométrique.

3.1.2 Equipage

- Le pilote était titulaire d'une licence adéquate pour ce vol.
- Aucun élément n'indique que le pilote ait été affecté dans son état de santé lors du vol de l'accident.

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

- Le 20 août 2017 à 12h48, l'avion a décollé de la piste 25 de l'aérodrome régional de Sion (LSGS) pour un vol à destination du champ d'aviation de Bienne-Kappelen (LSZP).
- Le HB-PTL a suivi l'étape de vent arrière main gauche de la piste 25 en montée, a atteint une altitude d'environ 4500 ft QNH au-dessus de la localité de Savièse, puis a quitté la vallée du Rhône en effectuant un virage à droite en direction du col du Sanetsch.
- Plusieurs témoins au sol ont remarqué l'avion qui s'engageait à basse altitude dans la vallée en direction du col du Sanetsch.
- Suite au virage en montée effectué avant la localité de Dilogne, le HB-PTL n'a jamais atteint l'altitude nécessaire au survol du col du Sanetsch lors de la poursuite de sa montée.
- A 13h09, l'avion est entré en collision avec le terrain en pente.
- Un incendie s'est déclaré peu après l'impact.
- Le pilote et les passagers ont perdu la vie dans l'accident.
- Plusieurs témoins de l'accident ont immédiatement alerté les services de sauvetage.

3.1.4 Conditions cadres

- La carte OACI de la Suisse indique, outre la route de vol recommandée pour le franchissement du col du Sanetsch, une altitude recommandée de 8400 ft AMSL.
- La direction et la force du vent sur le lieu de l'accident étaient de 340 degrés à 10 – 15 kt environ.

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 l'avion a heurté le relief, est dû à une tactique de vol inadaptée en montagne.

- 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, 24 octobre 2023

Service suisse d'enquête de sécurité