



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° 2406**

## **du Service suisse d'enquête de sécurité SESE**

concernant l'accident (collision) entre  
l'avion DR 400/140 B, HB-KLB,  
et  
le planeur ASW 27-18, HB-3412

survenu le 12 juin 2021

350 m à l'ouest du Piz Neir, commune de  
Surses (GR)

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

Conformément

à l'art. 3.1 de la 12<sup>e</sup> édition de l'annexe 13, entrée en vigueur le 5 novembre 2020, de la convention relative à l'aviation civile internationale du 7 décembre 1944, entrée en vigueur pour la Suisse le 4 avril 1947, état au 18 juin 2019 (RS 0.748.0);

à l'article 24 de la loi fédérale sur l'aviation du 21 décembre 1948; état au 1<sup>er</sup> septembre 2023 (LA, RS 748.0);

à l'art. 1, ch. 1 du règlement (UE) n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile et abrogeant la directive 94/56/CE, entré en vigueur pour la Suisse le 1<sup>er</sup> février 2012 sur décision du Comité mixte des transports aériens Union européenne/Suisse et en vertu de l'accord entre la Communauté européenne et la Confédération suisse sur le transport aérien conclu le 21 juin 1999 (accord aérien);

et à l'art. 2, al. 1 de l'ordonnance du 17 décembre 2014 sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports; état au 1<sup>er</sup> juillet 2024 (OEIT, RS 742.161);

l'enquête sur un accident d'avion ou un incident grave a pour seul objectif la prévention d'accidents ou d'incidents graves. L'enquête et le présent rapport ne visent donc nullement à établir les responsabilités ni à élucider des responsabilités civiles.

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

<b>Type d'aéronef 1</b>	DR 400/140 B	HB-KLB		
<b>Exploitant</b>	Groupe de vol à Moteur Neuchâtel, Aérodrome de Colombier, 2013 Colombier			
<b>Propriétaire</b>	Groupe de vol à Moteur Neuchâtel, Aérodrome de Colombier, 2013 Colombier			
<b>Pilote</b>	Citoyen suisse, né en 1948			
<b>Licence</b>	Licence de pilote professionnel d'avions ( <i>Commercial Pilot Licence Aeroplane – CPL(A)</i> ) selon l'Agence de l'Union européenne pour la sécurité aérienne ( <i>European Union Aviation Safety Agency – EASA</i> ), établie par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC)			
<b>Heures de vol</b>	<b>total</b>	ca. 2230 h	<b>au cours des 90 derniers jours</b>	ca. 20 h
	<b>sur le type on cause</b>	> 280 h	<b>au cours des 90 derniers jours</b>	ca. 20 h
<b>Type d'aéronef 2</b>	ASW 27-18	HB-3412		
<b>Exploitant</b>	Segelfluggruppe Friedberg, 8514 Amlikon-Bissegg			
<b>Propriétaire</b>	Privé			
<b>Pilote</b>	Citoyen suisse, né en 1969			
<b>Licence</b>	Licence de pilote de planeur ( <i>Sailplane Pilot Licence – SPL</i> ) selon l'EASA, établie par l'OFAC			
<b>Heures de vol</b>	<b>total</b>	ca. 3300 h	<b>au cours des 90 derniers jours</b>	ca. 35 h
	<b>sur le type on cause</b>	ca. 1030 h	<b>au cours des 90 derniers jours</b>	ca. 31 h
<b>Lieu</b>	350 m à l'ouest du Piz Neir, commune de Surses (GR)			
<b>Cordonnées de la collision</b>	771 764 / 150 523 ( <i>Swiss Grid 1903</i> ) N 46° 29' 02" / E 009° 40' 33" ( <i>WGS<sup>1</sup> 84</i> )	<b>Altitude</b>	3196 m/M	
<b>Date et heure</b>	12 juin 2021, 17h29			
<b>Type d'exploitation</b>	Privé			
<b>Règles de vol</b>	Règles de vol à vue ( <i>Visual Flight Rules – VFR</i> )			
<b>Lieu de départ – destination</b>	HB-KLB: Samedan (LSZS) HB-3412: Amlikon (LSPA)	Locarno (LSZL) Amlikon (LSPA)		
<b>Phase de vol</b>	Croisière			
<b>Nature de l'accident</b>	Collision			
<b>Personnes blessées</b>				
Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Autres personnes
Mortelles	2	3	5	0
Graves	0	0	0	0
Légères	0	0	0	0
Aucune	0	0	0	sans objet
Total	2	3	5	0
<b>Dommages aux aéronefs</b>	Détruits			
<b>Autres dommages</b>	Aucun			

<sup>1</sup> 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, entre autres, sur les enregistrements des données radar et des communications radio, les enregistrements des données de vol du HB-3412, les enregistrements photo et vidéo du HB-KLB ainsi que les enregistrements de diverses webcams.

#### 1.1.2 Faits antécédents

Le vol du HB-KLB était un vol privé. Outre le pilote expérimenté occupant le siège avant gauche (ci-après dénommé pilote A), il y avait trois passagers à bord. Le passager assis sur le siège avant droit était titulaire d'une licence de pilote privé d'avion (ci-après dénommé pilote B) et était, comme le pilote A, membre du Groupe de Vol à Moteur de Neuchâtel (GVMN). Le vol devait relier l'aérodrome de Neuchâtel (LSGN) à l'aérodrome de Samedan (LSZS), puis se diriger vers l'aérodrome de Locarno (LSZL), et enfin revenir le même jour à Neuchâtel.

Le vol du HB-3412 était un vol privé effectué par un pilote expérimenté au départ du terrain d'aviation d'Amlikon (LSPA).

#### 1.1.3 Déroulement du vol du HB-3412 jusqu'à la collision

Le samedi 12 juin 2021 à 12h15, le pilote de planeur décolle par treuillage de la piste 27 de l'aérodrome d'Amlikon (LSPA) avec son planeur monoplace ASW 27-18, immatriculé HB-3412. Après avoir gagné de l'altitude dans les environs du champ d'aviation d'Amlikon, il vole via le Walensee, la région du Glarnerland, Disentis, Airolo et le côté sud de la vallée du Rhône jusqu'au Cervin, où il rebrousse chemin à 15h33 à une altitude d'environ 3700 m/M (cf. figure 12 en annexe). Au retour, le pilote de planeur choisit la même route jusqu'à Airolo, puis rejoint le Sa-fiental via le Valsertal. Il se dirige ensuite au sud-est jusqu'au Piz Platta, où il spirale dans une ascendance, prend de l'altitude et change de cap à 17:25:47 en direction du Piz Neir à une altitude de 3450 m/M (cf. figure 3).

Pendant le vol, le pilote de planeur utilise de l'oxygène d'appoint provenant d'un système d'oxygène embarqué.

#### 1.1.4 Déroulement du vol du HB-KLB jusqu'à la collision

L'avion à moteur quadriplace DR 400/140 B, immatriculé HB-KLB, décolle à 15h29 de Neuchâtel (LSGN) pour se rendre à Samedan (LSZS), où il pose à 16h35 sur la piste 03 après avoir survolé le lac de Thoune, le col du Grimsel, la région du Hinterrhein et le col du Julier. Pendant environ 40 minutes, l'avion vole à des altitudes-pression comprises entre 10 000 et 13 000 ft, les occupants ne disposant pas d'oxygène d'appoint. Durant cette phase de vol, les pilotes sont d'abord en contact avec le centre d'information de vol (*Flight Information Centre* – FIC) de Genève, puis avec le FIC de Zurich, la radiotéléphonie étant assurée en français avec le FIC de Genève par le pilote B et en anglais avec le FIC de Zurich par le pilote A. Lors de cette phase de vol, le pilote B a pris de nombreuses photos et vidéos avec l'appareil photo qu'il transportait.

Lors d'une courte pause à Samedan, le pilote A remplit une annonce de vol pour la poursuite du vol vers Locarno, sur laquelle il indique d'abord "*Julier*" sous le point "*route*", puis le biffe et le remplace par "*Maloja*". En outre, sous "*personnes à bord*", le chiffre "*03*" a été noté. Les quatre personnes se rendent ensuite à l'avion et reprennent les mêmes positions à bord que lors du vol précédent. A 17h16, le

pilote A s'annonce à nouveau sur la fréquence du service d'information de vol de l'aérodrome (*Aerodrome Flight Information Service – AFIS*) pour poursuivre son vol vers Locarno et obtient, notamment, un QNH<sup>2</sup> de 1025 hPa. Interrogé sur la route de départ, le pilote A répond, après quelques hésitations, "Maloja". A 17h19, le HB-KLB décolle de la piste 03 et effectue une montée continue via le vent arrière (*downwind*) main gauche en direction de St. Moritz, où le pilote A quitte la fréquence de l'AFIS à 17h25. Quatre photos prises par le pilote B sur le siège avant droit entre 17h24 et 17h27 environ (cf. figure 1 et figure 7) montrent que l'avion a ensuite suivi le côté droit de la vallée en direction du col du Julier.

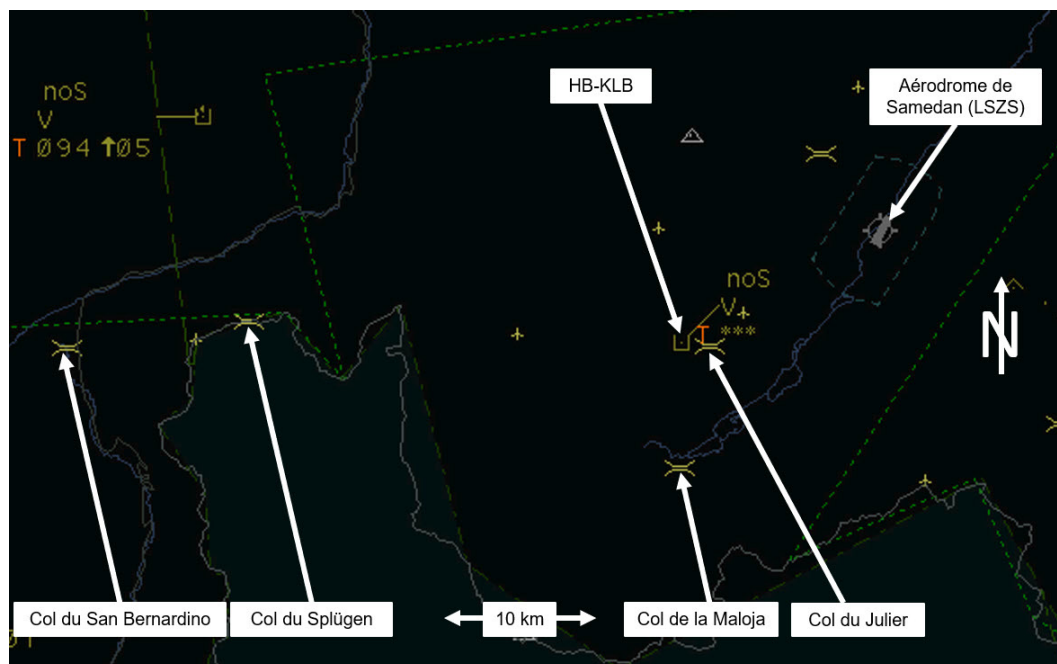


**Figure 1** : dernière photo prise depuis le HB-KLB : position peu après la traversée du col du Julier, vue orientée vers l'Oberhalbstein, à gauche le Piz Neir (entouré en rouge).

A 17:27:52, le pilote A contacte le FIC de Zurich pour l'informer qu'il vient de franchir le col du Julier à 10 000 ft et qu'il a l'intention de poursuivre son vol vers Locarno via San Bernardino et Bellinzona. Sur l'écran radar de l'agent du service d'information de vol (*Flight Information Service Officer – FISO*), le HB-KLB était visible à partir de 17:28:02 comme étiquette radar<sup>3</sup>. Celle-ci ne contenait à ce moment-là que l'information selon laquelle il s'agissait d'un trafic VFR avec le code transpondeur 7000 (cf. figure 2).

<sup>2</sup> QNH : pression réduite au niveau de la mer, calculée selon les valeurs de l'atmosphère standard internationale

<sup>3</sup> L'étiquette radar du FISO représente, pour chaque position actuelle d'un aéronef, les informations transmises par le transpondeur de l'aéronef, qui ont été configurées par le FISO pour son poste de travail.



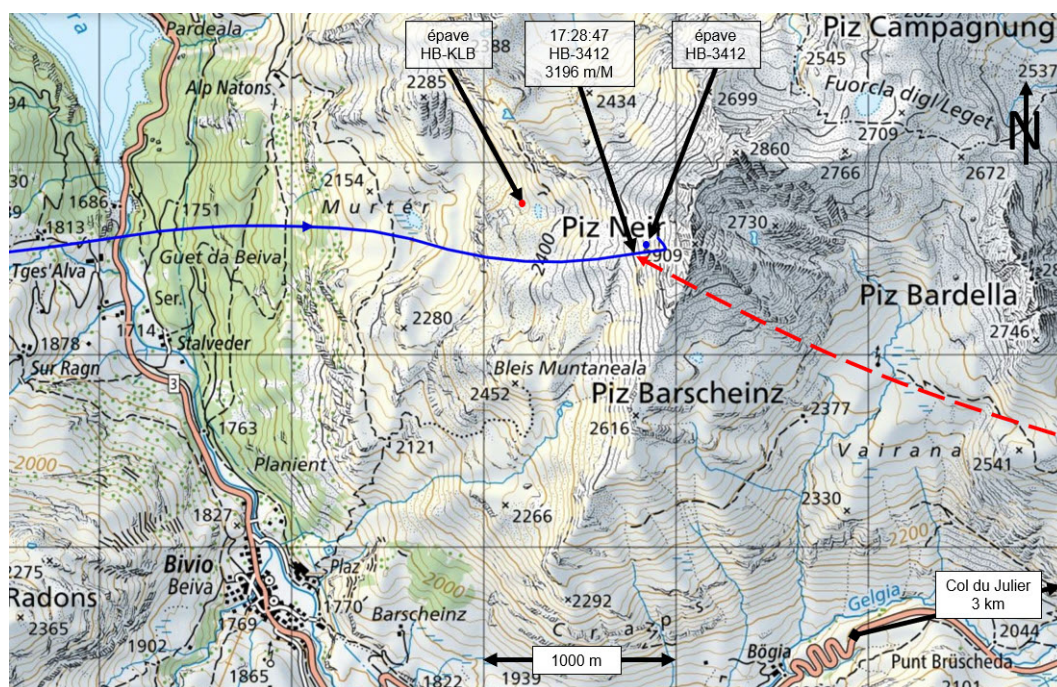
**Figure 2** : Extrait de l'écran radar du FISO à 17:28:02 avec l'étiquette radar du HB-KLB. "noS" = aucune indication sur l'identification de l'aéronef, "V" = code transpondeur VFR 7000, "\*\*\*\*" = aucune indication sur l'altitude, la vitesse de vol et la vitesse de montée ou de descente.

Le FISO transmet un QNH de 1021 hPa et demande que le prochain message soit transmis au San Bernardino. Le pilote A collationne le point de report San Bernardino et ajoute qu'il n'a pas compris le début du message, ce à quoi le FISO répond en répétant le QNH de 1021 et le point de report San Bernardino. Le pilote A collationne correctement et la transmission radiotéléphonique se termine à 17:28:42.

#### 1.1.5 Collision et chute

Immédiatement après la fin de ce dernier message radio, c'est-à-dire dans les cinq secondes au plus qui ont suivi, une collision se produit entre le HB-KLB et le HB-3412 à environ 350 m à l'ouest du Piz Neir, à une altitude de presque 3200 m/M, soit environ 600 m au-dessus du sol (cf. figure 3).





**Figure 3** : Trajectoire de l'avion HB-3412 selon l'enregistrement de la trajectoire de vol (bleu) et trajectoire approximative de l'avion HB-KLB selon l'enregistrement radar (ligne rouge en traits-tillés). Emplacements des épaves des deux avions (points bleu et rouge). Source de la carte de base : Office fédéral de la topographie.

Le HB-3412 se trouve alors un peu plus haut que le HB-KLB, de sorte que les pointes des pales de l'hélice du HB-KLB laissent des traces d'entailles sur le dessous de l'aile gauche du HB-3412. De plus, il est très probable qu'un contact se produit au niveau de l'empennage des deux aéronefs.

Le HB-KLB perd alors des pièces, dont les plans gauche et droit de l'empennage horizontal, et percute le sol à environ 600 m au nord-ouest du point de collision, dans une cuvette couverte d'une importante couche de neige (cf. figure 3). Les occupants sont mortellement blessés lors de l'impact et l'avion est détruit. La balise de détresse (*Emergency Locator Transmitter – ELT*) de 406 MHz installée dans le HB-KLB est activée lors de l'impact, mais est arrachée de la structure de l'avion et projetée à plusieurs mètres de l'épave ; le câble de l'antenne est arraché.

Le HB-3412 perd rapidement de l'altitude en direction du terrain fortement incliné (cf. figure 3 et figure 6). Le pilote largue la verrière du planeur, quitte l'habitacle et actionne la poignée de déclenchement du parachute de secours. Il subit des blessures mortelles lors de l'impact au sol ; le parachute est trouvé ouvert au sol. Rien n'indique que le parachute de secours n'était pas opérationnel. Le planeur heurte une pente raide et enneigée à proximité et glisse sur plusieurs mètres avant de s'immobiliser sur le dos contre un bloc de roche, à peine 100 m au nord-est du point de collision (cf. figure 3). L'interrupteur de l'ancien modèle d'ELT automatique installé sur le HB-3412 était en position "OFF" ; l'ELT ne pouvait donc pas émettre de signaux de détresse. Le stabilisateur horizontal du HB-3412 n'a pas pu être retrouvé.

### 1.1.6 Recherche et sauvetage

Les principaux événements de l'opération de recherches et sauvetage (*Search And Rescue – SAR*) sont énumérés ci-dessous dans l'ordre chronologique. Un tableau complet ainsi qu'un glossaire expliquant les abréviations figurent à la fin du rapport, à l'annexe 2.

- Le FIC de Zurich a appelé l'aérodrome de Locarno à 18h00 sans recevoir de réponse et a par la suite appelé deux fois le HB-KLB sur la fréquence, sans succès.
- Le responsable de l'aérodrome d'Amlikon a informé le centre de coordination de sauvetage (*Rescue Coordination Centre – RCC*) à 20h05 que le HB-3412 est porté disparu.
- A 20h16, les collègues du pilote de planeur disparu ont contacté un expert SAR de Flarm Technology Ltd (désormais appelé SAR-Flarm).
- Le SAR-Flarm a alerté la Garde aérienne suisse de sauvetage (Rega) à 20h47 et a communiqué les coordonnées du lieu présumé de l'accident du HB-3412 près de Bivio/Julier, déterminées sur la base de l'analyse des données.
- A 20h56, le SAR-Flarm a informé l'expert SAR de l'OFAC (désormais appelé SAR-OFAC), qui a ensuite contacté le RCC.
- Le SAR-Flarm a transmis une première information sur une possible collision entre deux aéronefs à 20h59 au SAR-OFAC, qui a recontacté le RCC. L'hélicoptère SAR a été mobilisé par le RCC.
- A 21h06, l'hélicoptère de sauvetage de la Rega a décollé.
- Le SAR-Flarm a envoyé un courriel à la Rega, à l'armée de l'air, au SAR-OFAC et à Fedpol<sup>4</sup> avec les coordonnées déterminées du lieu supposé de l'accident ainsi que la mention d'un éventuel deuxième aéronef impliqué.
- L'épave du HB-3412 a été retrouvée à 21h21 par la Rega ; un peu plus tard, l'équipage de l'hélicoptère de sauvetage a annoncé que le pilote du HB-3412 avait succombé à ses blessures et qu'il avait reçu un signal ELT.
- L'hélicoptère de sauvetage de la Rega est retourné à la base ; l'hélicoptère SAR n'a pas décollé, car l'épave avait été localisée par la Rega.
- Le HB-KLB a été porté disparu le lendemain à 9h20 à l'aérodrome de Neuchâtel ; le RCC a été alerté à 10h11 et a commencé à effectuer les vérifications habituelles.
- L'hélicoptère SAR a été appelé à 11h54 et a décollé à 13h27.
- Le HB-KLB a été retrouvé à 13h40 par l'équipage d'un hélicoptère engagé sur place pour la récupération du HB-3412, lors d'un vol de recherche.

Pendant toute la durée de l'opération SAR, aucun signal ELT n'a été reçu par des satellites. De même, aucune réception de signal ELT n'a été annoncée par des avions de ligne.

## 1.2 Renseignements sur l'aéronef

### 1.2.1 HB-KLB

#### 1.2.1.1 Généralités

Le HB-KLB, un Robin DR 400/140 B, était un avion monomoteur à piston quadriplace, avec une structure en bois et une aile basse, équipé d'un train d'atterrissage fixe à roue de proue. La masse maximale admissible au décollage (*Maximum Take-Off Mass – MTOM*) était de 1100 kg.

---

<sup>4</sup> *Federal Office of Police*, Office fédéral de la police



L'avion a été fabriqué en 2015 et livré au GVMN en 2016. Au moment de l'accident, il comptait environ 1650 heures de vol.

L'avion était peint en bleu et blanc et équipé de différents feux de position extérieurs.

Une balise de détresse automatique de 406 MHz (*Emergency Locator Transmitter* – ELT) était installée dans l'avion et enregistrée avec les données correspondantes auprès de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC).

#### 1.2.1.2 Système d'alerte anticollision et transpondeur

Le HB-KLB était équipé d'un système d'alerte anticollision<sup>5</sup> de type Garrecht TRX-2000, dont l'affichage se trouvait dans la partie inférieure du tableau de bord, légèrement à droite du centre (cf. figure 4). Le système réunissait un récepteur ADS-B<sup>6</sup>/transpondeur et un module Flarm<sup>7</sup> intégré dans un seul appareil. Du fait de sa conception technique, cet appareil pouvait donc en principe alerter de la présence à proximité d'aéronefs équipés d'un ADS-B *out*, d'un transpondeur ou d'un Flarm<sup>8</sup>.

Toutefois, le module Flarm contenait une version non actualisée du micrologiciel et n'était donc pas fonctionnel, l'appareil ne pouvant ni recevoir de signaux Flarm d'autres aéronefs ni en émettre lui-même à destination d'autres aéronefs. En raison de la conception technique du système d'alerte anticollision, les autres fonctionnalités du système (ADS-B/transpondeur) n'étaient plus disponibles en raison du module Flarm inopérant.

La maintenance du système Flarm était assurée en interne par le GVMN ; il était connu qu'une mise à jour du micrologiciel (*firmware*<sup>9</sup>) aurait été nécessaire, mais il n'était pas connu que le système Flarm serait totalement inopérant en cas de non-mise à jour. Selon les indications du GVMN, le système Flarm n'a jamais été entièrement satisfaisant, car aucune antenne extérieure n'était installée ; en outre, l'écran n'était pas bien lisible. De ce fait, le système d'alerte anticollision n'aurait pas été réellement utilisé par les pilotes ; certains pilotes auraient également désactivé le système au moyen de l'interrupteur existant (cf. figure 4). Cet interrupteur a été trouvé en position "OFF" après l'accident. En outre, il a été constaté après l'accident que le volume des alarmes sonores du système d'alerte anticollision était réglé sur 0 %.

<sup>5</sup> Un tel système d'alerte anticollision n'était pas obligatoire ; il s'agissait d'un équipement non certifié.

<sup>6</sup> ADS-B : *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast*. Sur la fréquence de 1090 MHz du transpondeur, la position et l'altitude déterminées par la navigation par satellite ainsi que les données qui en découlent, comme par exemple la vitesse et la trajectoire (*trajectory*), sont diffusées à intervalles réguliers sous forme de « squitter longs » (*extended squitter*).

<sup>7</sup> Flarm est un système d'information sur le trafic et d'évitement des collisions pour l'aviation générale, principalement utilisé sur les planeurs, mais aussi de plus en plus sur les avions légers et les hélicoptères.

<sup>8</sup> L'affichage à l'écran et la présentation d'alertes (optique et acoustique) dépendent du type de signal reçu : avec l'ADS-B et le Flarm, la position et l'altitude du trafic sont représentées par rapport à la position et à l'altitude de l'utilisateur (représentation dite "radar") ; avec les signaux de transpondeurs, seule une indication de distance non orientée (cercle autour de la position de l'utilisateur à une distance correspondante, calculée à partir de l'intensité du champ du signal de transpondeur, ce qui est entaché d'incertitude) est fournie avec l'indication de la différence d'altitude par rapport à l'utilisateur.

<sup>9</sup> *Firmware v6.82, published 19 December 2019, not operational after 31 May 2021*, Micrologiciel v6.82, publié le 19 décembre 2019, non opérationnel après le 31 mai 2021

Le HB-KLB était également équipé d'un système combiné PFD<sup>10</sup>/MFD<sup>11</sup> de type Garmin G500 GDU<sup>12</sup> 620 (cf. figure 4). Ce système offrait en principe la possibilité d'afficher d'autres trafics sur le MFD, à condition que les récepteurs correspondants (ADS-B/transpondeur, Flarm) soient connectés. Ce n'était pas le cas à bord du HB-KLB.



**Figure 4** : Panneau d'instruments du HB-KLB avec le PFD/MFD combiné, l'écran de l'avertisseur de collision (ADC) et le transpondeur (source : GVMN). L'interrupteur du système d'alerte anticollision se trouve à gauche du contacteur d'allumage (masqué par le levier de commande sur la figure).

Le HB-KLB était en outre équipé d'un transpondeur mode S de type Garmin GTX 328 (cf. figure 4), qui ne disposait pas de la fonctionnalité ADS-B out. Les échos radar du HB-KLB ont été enregistrés aussi bien pendant le vol de Neuchâtel à Samedan que pendant le vol de l'accident (cf. figure 2 et figure 8).<sup>13</sup> Les échos radars enregistrés pendant le vol de l'accident ont été reçus par une station radar au sol située au col du Lukmanier. Cette station pouvait traiter les signaux en mode A/C, mais pas les signaux en mode S. En principe, le mode de réponse du transpondeur correspond au mode d'interrogation de la station terrestre. En conséquence, le transpondeur mode S du HB-KLB n'a répondu, dans le cas présent

<sup>10</sup> PFD : *Primary Flight Display*, l'écran de visualisation des paramètres principaux de vol

<sup>11</sup> MFD : *Multi-Function Display*, l'écran multifonctions

<sup>12</sup> GDU : *Garmin Display Unit*, unité d'affichage Garmin

<sup>13</sup> En ce qui concerne l'obligation d'emporter et de poursuivre les transpondeurs, l'article 29 de l'ordonnance du DETEC sur les règles de l'air applicables aux aéronefs (ORA-A) du 20 mai 2015 (état au 11 mars 2021) était déterminant au moment de l'accident. L'al. 4 stipule : "Dès lors qu'un transpondeur est emporté, il doit aussi être utilisé lors de vols pour lesquels aucune utilisation n'est obligatoire aux termes des al. 1 à 3 (règle SERA.13001, let. a). Ce qui précède ne s'applique aux aéronefs non motorisés que pour autant que ceux-ci disposent d'une alimentation électrique suffisante (règle SERA.13001, let. c)".

également, qu'avec des signaux en mode A/C aux impulsions d'interrogation du radar.

## 1.2.2 HB-3412

### 1.2.2.1 Généralités

Le HB-3412, un Schleicher ASW 27-18, était un planeur monoplace hautes performances en fibre composite d'une envergure de 18 m avec un train d'atterrissage rétractable. La MTOM était de 600 kg.

Le planeur a été fabriqué en 2007 et livré au pilote l'année suivante. Au moment de l'accident, il comptait environ 1020 heures de vol.

Il était entièrement blanc, à l'exception de quelques inscriptions bleues, et présentait des ailettes de bout d'aile (*winglets*) oranges.

Le planeur était équipé d'un ELT automatique de conception ancienne qui ne pouvait émettre que sur 121.5 et 243 MHz, mais pas sur 406 MHz. L'ELT ne pouvait donc pas être enregistré auprès de l'OFAC.

### 1.2.2.2 Système d'alerte anticollision et transpondeur

Le HB-3412 a subi d'importantes modifications de son avionique en mars 2021 par une entreprise spécialisée en avionique, avec l'installation d'un nouveau calculateur de données de vol (cf. chapitre 1.3.2), d'un nouveau système d'alerte anticollision et d'un transpondeur<sup>14</sup>.

Le système d'alerte anticollision<sup>15</sup> de type PowerFlarm Fusion était installé dans le tableau de bord et réunissait un récepteur ADS-B/transpondeur et un module Flarm en un seul appareil. Du fait de sa conception technique, ce système pouvait donc en principe avertir<sup>16</sup> de la présence à proximité d'aéronefs équipés de Flarm, d'un transpondeur ADS-B *out* ou d'un transpondeur mode S<sup>17</sup>. L'affichage se faisait sur l'écran du calculateur de données de vol, qui se trouvait au centre du tableau de bord, ou sur l'écran du variomètre V8, à droite au-dessus de celui-ci (cf. figure 5).

Le transpondeur mode S de type Air Avionics VT-01, qui dans le cas présent disposait également d'une fonctionnalité ADS-B *out*, était également installé et commandé par une unité intégrée au tableau de bord (cf. figure 5). Aucun écho radar ou donnée ADS-B n'a été enregistré durant tout le vol du HB-3412.<sup>18, 19</sup>

---

<sup>14</sup> Après son installation le 26 mars 2021, le transpondeur a été contrôlé conformément au protocole de contrôle de l'OFAC et répondait à toutes les spécifications.

<sup>15</sup> Un tel système d'alerte anticollision n'était pas obligatoire ; il s'agissait d'un équipement non certifié.

<sup>16</sup> Concernant l'affichage à l'écran ou la présentation d'alertes, voir la note 8 au bas de la page 9.

<sup>17</sup> L'avertisseur de collision ne pouvait traiter que des signaux en mode S, mais pas en mode A/C.

<sup>18</sup> De même, aucun signal de transpondeur n'a été enregistré pour les autres vols analysés du pilote avec le HB-3412 entre le moment de l'installation du nouveau transpondeur et l'accident.

<sup>19</sup> Concernant l'obligation de détention et de poursuite des transpondeurs, voir la note de bas de page 13 à la page 10.



**Figure 5** : Panneau d'instruments du HB-3412 avec le calculateur de données de vol, le variomètre V8 et l'unité de commande du transpondeur. Photo prise le lendemain sur le lieu de l'accident.

### 1.3 Enregistrements

#### 1.3.1 HB-KLB

Il n'y a pas de données enregistrées par le HB-KLB. Comme il est probable que le système Flarm n'a pas été enclenché, mais qu'il n'était de toute façon pas opérationnel (voir chapitre 1.2.1.2), aucune trajectoire de vol n'a été enregistrée. Un enregistreur de données de vol du fabricant ISEI<sup>20</sup> était également installé, qui enregistrait différents paramètres, dont la trajectoire de vol. Cet enregistreur n'a cependant pas pu être retrouvé.

#### 1.3.2 HB-3412

Pour le HB-3412, il a été possible de lire aussi bien les données enregistrées par le calculateur de données de vol LX9070 installé que celles du système d'alerte anticollision PowerFlarm Fusion (voir chapitre 1.2.2.2). Les données ont montré une très haute cohérence.

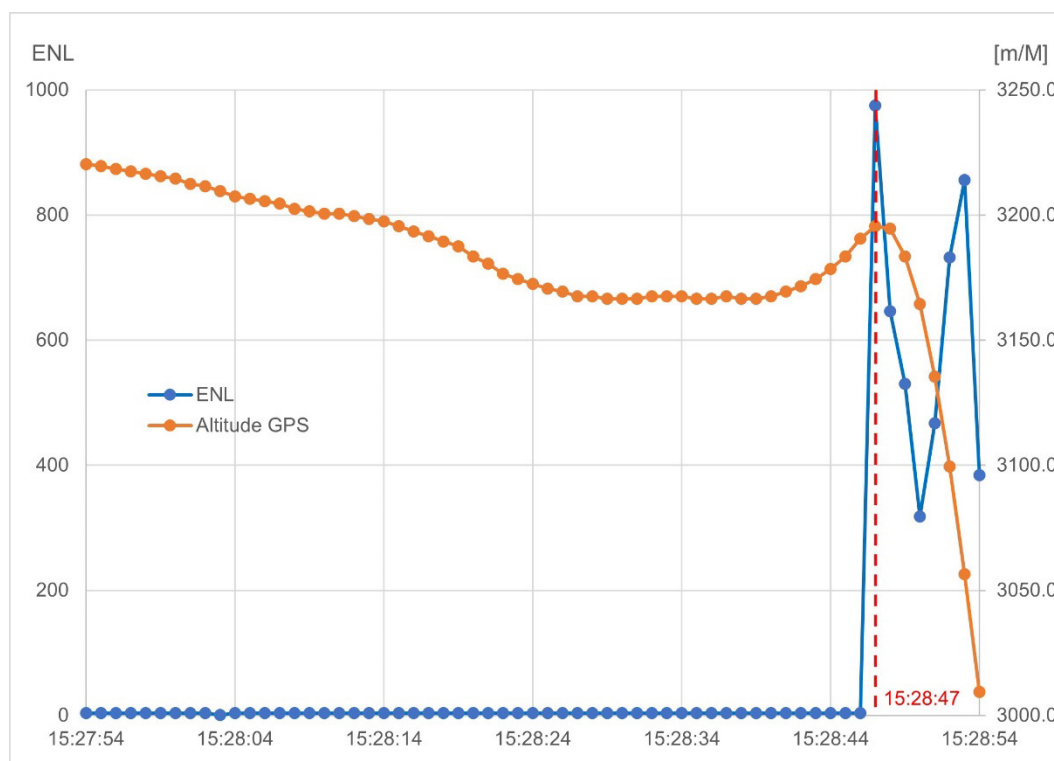
Outre l'enregistrement de la trajectoire de vol, de nombreuses autres données ont été enregistrées, dont le niveau de bruit ambiant (*Environmental Noise Level* – ENL). Les données du calculateur de données de vol enregistrées pendant la

<sup>20</sup> ISEI : *Instituto Superior en Educacion Informatica*, un fabricant d'équipements avioniques



dernière minute sont présentées dans la figure 6 et montrent une augmentation marquée et soudaine de l'ENL à 17:28:47 (ligne rouge en traits-tillés).

Le dernier point de données du système d'alerte anticollision Power-Flarm Fusion a été enregistré à 17:29:02; l'altitude GPS<sup>21</sup> était de 2788 m/M.



**Figure 6** : Données enregistrées par le calculateur de données de vol du HB-3412 pour l'ENL (bleu) et l'altitude GPS (orange) pendant la dernière minute enregistrée (temps en UTC).

Dans le système d'alerte anticollision PowerFlarm Fusion, le signal en mode S le plus proche – respectivement le plus fort – reçu est enregistré toutes les 10 secondes. L'analyse des données du vol de l'accident a montré que le dernier signal d'un transpondeur mode S avait été enregistré à 15:32:50, soit environ deux heures avant l'accident.

## 1.4 Renseignements médicaux et pathologiques

### 1.4.1 Généralités

Selon les rapports d'autopsie, tous les pilotes impliqués sont morts sur le coup en raison des graves blessures subies lors de l'impact au sol (polytraumatisme).

### 1.4.2 Pilote A du HB-KLB

Le pilote assis sur le siège avant gauche était en possession d'un certificat d'aptitude médicale de classe 2 valide avec les conditions VML<sup>22</sup> et SIC<sup>23</sup>. Les examens médicaux réguliers ont révélé une maladie coronarienne qui avait rendu le pilote inapte au vol. Après des interventions cardiologiques réussies et un test de performance positif, le pilote a été déclaré apte au vol en 2018, sous certaines

<sup>21</sup> GPS : *Global Positioning System*

<sup>22</sup> VML : *shall wear multifocal spectacles*, doit porter des lunettes multifocales

<sup>23</sup> SIC : *specific regular medical examination*, dans le cas présent avec l'ajout : *specialist cardiologist consultation by OCT 2021*, consultation chez un médecin spécialiste en cardiologie jusqu'en octobre 2021

conditions ; au moment de l'accident, seules les conditions VML et SIC mentionnées ci-dessus étaient encore en vigueur.

L'autopsie pratiquée sur le pilote A a révélé une lésion des cellules du muscle cardiaque due à un manque d'oxygène, survenue plusieurs heures avant l'accident. De telles pertes de cellules peuvent perturber l'initiation et la conduction normale de la contraction musculaire cardiaque et déclencher ainsi des troubles du rythme, qui peuvent à leur tour entraîner une diminution de l'irrigation sanguine du cerveau, associée à des vertiges, une diminution des capacités psychomotrices, des troubles de la conscience pouvant aller jusqu'à la perte de connaissance et des convulsions.

La combinaison d'une maladie cardiaque préexistante et d'un manque de réserves physiologiques peut conduire à une diminution de l'aptitude au vol, voire à une perte de la capacité d'action (*incapacitation*).

Les analyses toxicologiques médico-légales du pilote se sont révélées négatives pour l'alcool.

#### 1.4.3 Pilote B du HB-KLB

Le pilote assis sur le siège passager avant droit était en possession d'un certificat d'aptitude médicale de classe 2 valide et sans limitations. Les examens médicaux effectués régulièrement attestaient de son aptitude au vol.

L'autopsie du pilote B n'a révélé aucun signe de maladie aiguë ou chronique pouvant être à l'origine de l'accident. Selon les résultats de l'examen toxicologique médico-légal, les analyses se sont révélées négatives pour l'alcool.

#### 1.4.4 Pilote du HB-3412

Le pilote était en possession d'un certificat d'aptitude médicale de classe 2 valide, avec la condition VNL<sup>24</sup>. Les examens médicaux réguliers attestaient que le pilote était apte au vol.

L'autopsie n'a révélé aucun signe de maladie aiguë ou chronique en rapport avec l'accident. Selon les résultats de l'examen toxicologique médico-légal, les analyses se sont révélées négatives pour l'alcool.

### 1.5 Conditions météorologiques

#### 1.5.1 Situation générale

Un puissant anticyclone s'étendait des Açores aux îles britanniques et à l'Europe centrale.

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

Le temps était sec. Le vent soufflait de l'ouest-nord-ouest. La visibilité était supérieure à 10 km. De vastes étendues de nuages convectifs plats ont entraîné des conditions d'éclairage changeantes. La base des nuages se situait aux alentours de 4000 m/M.

Temps/Nuages	5/8 – 7/8 à 13 100 ft AMSL <sup>25</sup>
Visibilités	10 km ou plus

<sup>24</sup> VNL : *shall have available corrective spectacles for near vision and carry a spare set of spectacles*, doit disposer de lunettes de correction pour la vision de près et avoir sur lui une paire de lunettes de rechange

<sup>25</sup> AMSL : *Above Mean Sea Level*, au-dessus du niveau moyen de la mer

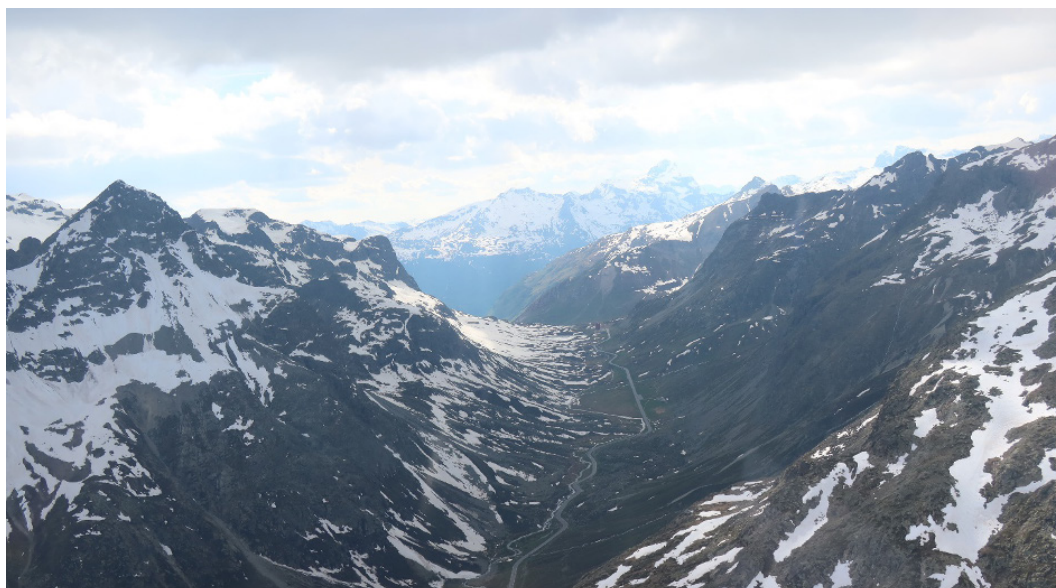


Vent (Piz Corvatsch, env. 3300 m/M)	309 degrés, 5 kt
Température / point de rosé (Piz Corvatsch, env. 3300 m/M)	3 °C / -2 °C
Pression atmosphérique (QNH) (LSZS)	1025 hPa, pression réduite au niveau de la mer, calculée selon l'atmosphère standard d'OACI <sup>26</sup>
Danger	Passages alpins temporairement dans les nuages ou avec une base basse, surtout vers l'est

### 1.5.3 Données astronomiques

Position du soleil	Azimut : 267°	Hauteur : 35°
Conditions d'éclairage naturel	Jour	

### 1.5.4 Météo selon la prise de vue



**Figure 7** : Photo prise depuis le HB-KLB peu avant l'accident ; position approximative : au-dessus de Silvaplana, vue en direction du col du Julier.

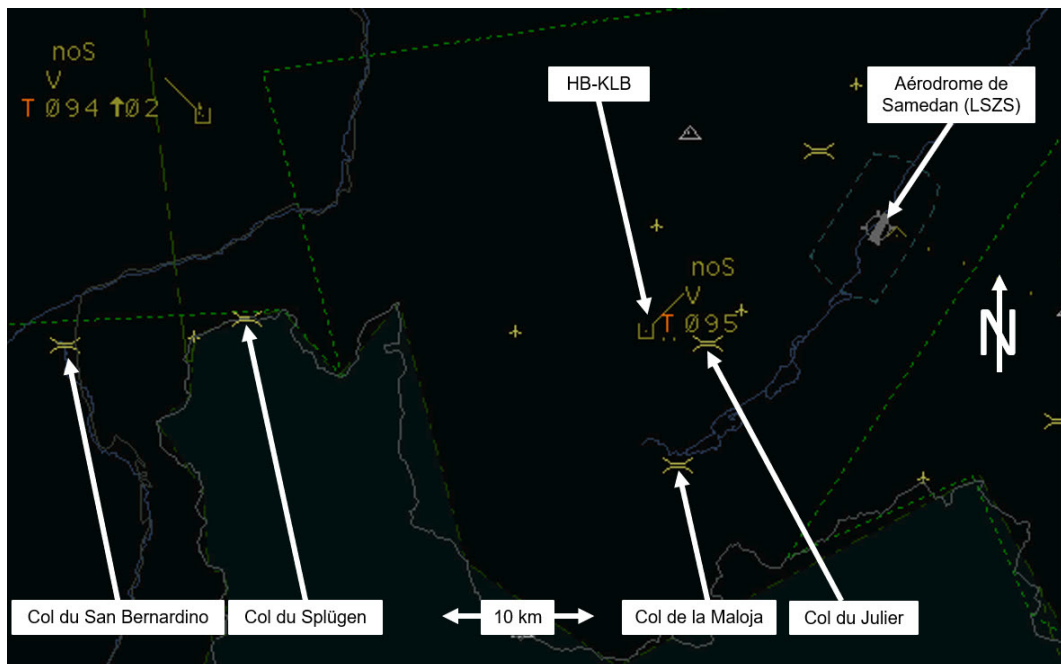
## 1.6 Communication

Les échanges radio entre le pilote A du HB-KLB et le FISO de la FIC de Zurich se sont déroulés sans problèmes techniques et en anglais.

Le FISO a indiqué que, lors du premier appel du HB-KLB, il était certain que le symbole radar représenté (cf. figure 2) était celui du HB-KLB, en raison de l'indication de la position et de l'altitude et du fait qu'aucun autre symbole n'était représenté dans les environs.

A 17:28:42, c'est-à-dire au moment de la fin de la dernière communication radio du pilote A du HB-KLB, l'étiquette radar indiquait l'altitude avec le niveau de vol (*Flight Level* – FL) 095 (cf. figure 8).

<sup>26</sup> OACI : organisation de l'aviation civile internationale



**Figure 8** : Extrait de l'écran radar du FISO à 17:28:42 avec l'étiquette radar du HB-KLB.

Le FISO a également indiqué que, dans la mesure du possible, il communique toujours des informations de trafic (*traffic information*) aux équipages d'aéronefs VFR. En particulier, lorsqu'il existe un risque de collision, il donne une information de trafic avant même de communiquer le QNH.

## 1.7 Informations sur les services de recherches et de sauvetage

En octobre 2016, le SESE a publié une vaste [étude sur l'organisation et l'efficacité du service de recherches et de sauvetages de l'aviation civile \(Search And Rescue – SAR\) en Suisse \(étude n° 3\)](#), à la suite d'accidents répétés d'aéronefs de l'aviation générale dont l'équipage et l'aéronef n'ont pu être retrouvés et récupérés qu'avec un retard considérable. Cette étude a analysé en détail l'organisation et l'efficacité du SAR et a montré ce que chacun, ainsi que les organisations impliquées dans le SAR, peuvent faire pour améliorer son efficacité. Plusieurs recommandations de sécurité (RS) et avis de sécurité (AS) ont été formulés à l'intention de chaque personne et de l'organisation du SAR dans son ensemble.

RS	Sujet	Date de publication	État de la mise en œuvre
<a href="#">N° 513</a>	Obligation d'installer des ELT	26.10.2016	Mise en œuvre
<a href="#">N° 514</a>	Réduction des obstacles administratifs et techniques à l'installation d'ELT	26.10.2016	Partiellement mise en œuvre
<a href="#">N° 515</a>	Amélioration de la construction des ELT	26.10.2016	Pas mise en œuvre
<a href="#">N° 516</a>	Optimisation du SAR par rapport à la problématique des interfaces	26.10.2016	Partiellement mise en œuvre
<a href="#">N° 517</a>	Examen et adaptation éventuelle de la forme	26.10.2016	Mise en œuvre

AS	Sujet	Date de publication	État de la mise en œuvre
N° 13	Connaissance de tous les aspects du SAR	26.10.2016	Sans objet

**Tableau 1** : Mesures sous forme de recommandations de sécurité (RS) ou d'avis de sécurité (AS) issues de l'étude n° 3 du SESE sur l'organisation et l'efficacité du SAR en Suisse.

Depuis la rédaction de cette étude, un changement important est intervenu dans l'organisation du SAR : l'exploitation du centre de coordination de sauvetage (*Rescue Coordination Centre – RCC*), qui était confiée pendant de nombreuses années à la Garde aérienne suisse de sauvetage (Rega), a été transférée à la police cantonale de Zurich au 1er janvier 2016, puis aux Forces aériennes au 1er janvier 2021.

Au moment de l'accident, le SAR en Suisse était donc organisé comme suit :

- La réglementation et la surveillance étaient assurées par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC).
- L'exploitation du RCC incombait aux Forces aériennes ; l'OFAC soutenait le RCC à titre subsidiaire avec des moyens et son expérience dans le domaine.
- Les vols de recherche étaient effectués en premier lieu avec des moyens mis à disposition par les Forces aériennes, qui maintenaient en permanence en alerte un hélicoptère spécialement équipé à cet effet (hélicoptère SAR) ; au besoin, d'autres moyens étaient également utilisés, comme des hélicoptères de sauvetage de la Rega ou d'autres organisations de sauvetage, ou encore des hélicoptères de l'OFAC, de la police cantonale zurichoise ou d'exploitants civils<sup>27</sup>.
- Les vols de sauvetage étaient effectués par des organisations spécialisées dans le sauvetage, comme la Rega.
- Une alerte était donnée au RCC par les exploitants du système satellitaire (COSPAS<sup>28</sup>-SARSAT<sup>29</sup>) en cas de signaux émis par des ELT sur 406 MHz.
- Le fournisseur de services de navigation aérienne Skyguide alertait le RCC en cas d'indication d'urgence, par exemple en cas d'appels de détresse explicitement émis, de perte de contact radio ou radar, de retard dans un plan de vol (*overdue*) ou de réception de signaux de détresse d'un ELT.
- Pour déterminer les trajectoires de vol et localiser les lieux d'un accident, le RCC pouvait faire appel à diverses organisations, telles que le fournisseur de services de navigation aérienne Skyguide, les Forces aériennes, l'Office fédéral de la communication (OFCOM), la police (Fedpol) ou encore la société Flarm Technology Ltd.

<sup>27</sup> Parmi ces hélicoptères utilisés pour des vols de recherche, les hélicoptères suivants disposaient, au moment de l'accident, de l'équipement technique permettant de recevoir le code HEX et de localiser les ELT : les hélicoptères SAR, les hélicoptères de l'OFAC et de la police cantonale de Zurich, deux hélicoptères de la Rega (Rega 15 à Genève et Rega 11 à Wilderswil).

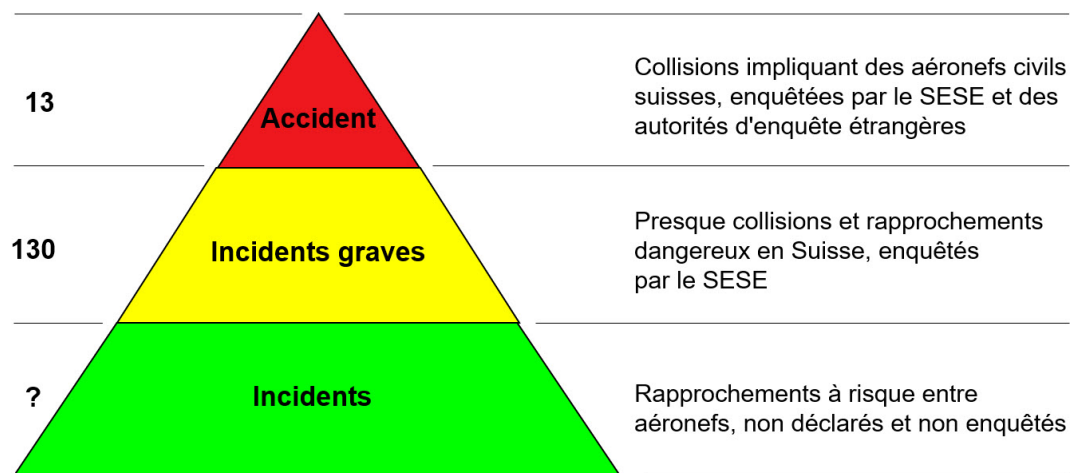
<sup>28</sup> COSPAS : *Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov*

<sup>29</sup> SARSAT : *Search And Rescue Satellite Aided Tracking*

## 1.8 Collisions et rapprochements dangereux

### 1.8.1 Généralités

Entre 2010 et 2022, 13 collisions impliquant des aéronefs civils suisses ont eu lieu (cf. tableau 2). Au total, 42 occupants ont été impliqués, dont 14 ont été mortellement blessés. Sur les 13 collisions, 8 se sont produites en Suisse.



**Figure 9** : Pyramide des accidents avec indication des enquêtes sur les collisions, les presque collisions et les rapprochements dangereux pour les années 2010 à 2022.

Le principe de la pyramide des accidents, selon lequel un accident est précédé de plusieurs incidents graves et d'un nombre élevé et inconnu d'incidents à haut risque, a été étudié quantitativement par Herbert William Heinrich<sup>30</sup> grâce à ses enquêtes dans le domaine de la sécurité industrielle. Derrière chaque accident sur un lieu de travail entraînant une blessure grave, il a observé 29 accidents avec des blessures légères et 300 accidents sans blessure.

Le tableau suivant détaille par catégorie d'aéronef les chiffres globaux des collisions (voir à ce sujet le chapitre 1.8.2) ou des presque collisions et des rapprochements dangereux (voir à ce sujet le chapitre 1.8.3) présentés dans la figure 9 :

<sup>30</sup> Herbert William Heinrich était un pionnier américain des années 1930 dans le domaine de la sécurité industrielle (cf. [Wikipedia](#), dernièrement consulté le 20.08.2024)

	Avions commerciaux (ACO) + avions d'affaires (AdA)	Avions à moteur (AaM) + motoplaneurs de tourisme (Touring Motor Glider – TMG)	Hélicoptères (Hel)	Planeurs (Glider – GLI)	Deltaplanes (DP) + Planeurs de pente (PdP)	Ballons (Bal)	Drones (Dro)	Aéronefs militaires (A mil)	Parachutes (Para)
ACO+AdA	16	21	6	5	2	3	1	3	0
AaM+TMG		33+4	10+1	2+3	1	1	2	7	0
Hel			3	1	0	0	1+1	5	3
GLI				1+2	0+2	0	0	3	0
DP+PdP					nc	0	0	nc	nc
Bal						0	0	0	0
Dro							0	0	0
A mil								nc	nc
Para									nc
Total	16	54+4	19+1	9+5	3+2	4	4+1	18	3

**Tableau 2** : Matrice du nombre de presque collisions et de rapprochements dangereux entre aéronefs en Suisse (en noir) et du nombre de collisions impliquant des aéronefs civils suisses (en rouge), certaines catégories d'aéronefs étant regroupées et les incidents qui ne font pas l'objet d'une enquête du SESE étant signalés par la mention "nc" ("non concerné").

### 1.8.2 Collisions survenues entre 2010 et 2022

Les 13 collisions impliquant des aéronefs civils suisses ont toutes eu lieu lors de vols selon les règles de vol à vue (*Visual Flight Rules – VFR*) et, pour la plupart, dans les espaces aériens de classe E et G. Elles sont énumérées dans la vue d'ensemble ci-après, avec les hyperliens vers les publications correspondantes ; les recommandations ou avis de sécurité pertinents, tant pour le cas présent que pour des cas comparables, sont repris au chapitre Recommandations de sécurité et avis de sécurité (cf. tableau 3) :

- 7 août 2010, collision entre un planeur et un parapente près de la cabane du Galmihorn, commune de Münster (VS) (cf. [rapport final n° 2104](#)) ; les deux pilotes ont été mortellement blessés ; recommandation de sécurité n° [436](#).
- 6 juin 2013, collision entre un avion à moteur et un planeur près de la Gisliflue, commune d'Auenstein (AG) (cf. [rapport final n° 2238](#)) ; le pilote du planeur a survécu en utilisant son parachute de secours, l'équipage de l'avion à moteur a atterri sur un aérodrome ; recommandations de sécurité n° [498](#) et [499](#).
- 24 août 2014, collision entre deux avions à moteur au-dessus de Rickenbach (TG) près de Wil (cf. [rapport final n° 2302](#)) ; sur les sept occupants au total, une personne a été mortellement blessée, cinq grièvement et une légèrement ; référence aux recommandations de sécurité n° [498](#) et [499](#).
- 31 mai 2015, collision entre un avion à moteur et un planeur dans la région d'Oensingen (SO) (cf. [rapport final n° 2291](#)) ; les deux équipages ont atterri sur un aérodrome ; référence aux recommandations de sécurité n° [498](#) et [499](#).

- 23 août 2015, collision entre deux aéronefs de la catégorie Ecolight en vol en formation à l'occasion du show aérien sur l'aérodrome de Dittingen (LSPD) (cf. [rapport final n° 2331](#)) ; un pilote a été mortellement blessé, l'autre a utilisé un système de parachute balistique (*Ballistic Parachute System – BPS*<sup>31</sup>) et a été légèrement blessé.
- 26 mai 2016, collision entre deux avions à moteur en vol en formation au-dessus de l'aérodrome de Mollis (LSMF) (cf. [rapport final n° 2349](#)) ; les deux équipages ont atterri sur l'aérodrome ; recommandation de sécurité n° [545](#) et avis de sécurité n° 23.
- 16 mai 2017, collision entre deux avions à moteur sur un circuit d'aérodrome au-dessus de l'aérodrome de Chambéry Aix-les-Bains (LFLB) (cf. [rapport d'enquête](#) du BEA<sup>32</sup>) ; le pilote d'un avion a été mortellement blessé, l'équipage de l'autre avion a pu atterrir sur l'aérodrome.
- 23 janvier 2018, collision entre un avion à moteur et un hélicoptère à l'aérodrome de Speyer (EDRY) (cf. [rapport d'enquête](#) du BFU<sup>33</sup>) ; les quatre occupants ont été mortellement blessés ; cf. également [Étude sur les rapprochements et les collisions d'aéronefs dans l'espace aérien allemand](#) du BFU.
- 5 mai 2018, collision entre deux planeurs à l'occasion d'une compétition internationale de vol à voile dans le secteur du Lochenpass près de Balingen (D) (cf. [rapport intermédiaire](#) du BFU, p. 20) ; les deux pilotes et un passager ont survécu grâce à leurs parachutes de secours, deux occupants ont été légèrement blessés.
- 25 mai 2018, collision entre un hélicoptère et un drone au-dessus du barrage du Lago di Vogorno (TI) (cf. [rapport sommaire](#)) ; l'équipage a atterri sur la base à proximité ; l'hélicoptère a été endommagé.
- 2 juin 2019, collision entre un planeur et un parapente au-dessus du Hirschpleiskopf dans la commune de St. Anton am Arlberg (A) (cf. [rapport d'enquête](#) de la SUB<sup>34</sup>) ; le pilote du parapente a été grièvement blessé, le pilote du planeur a pu atterrir sur un aérodrome.
- 12 juin 2021, collision entre un avion à moteur et un planeur au Piz Neir, commune de Surses (GR) ; les cinq occupants ont été mortellement blessés ; documenté en détail dans le présent rapport final.
- 9 août 2022, collision entre deux planeurs lors d'un vol de compétition du Championnat du monde junior de vol à voile 2022, au nord-est du village de Staré Sedlo, district de Tachov (CZ) (cf. [orientation](#)).

---

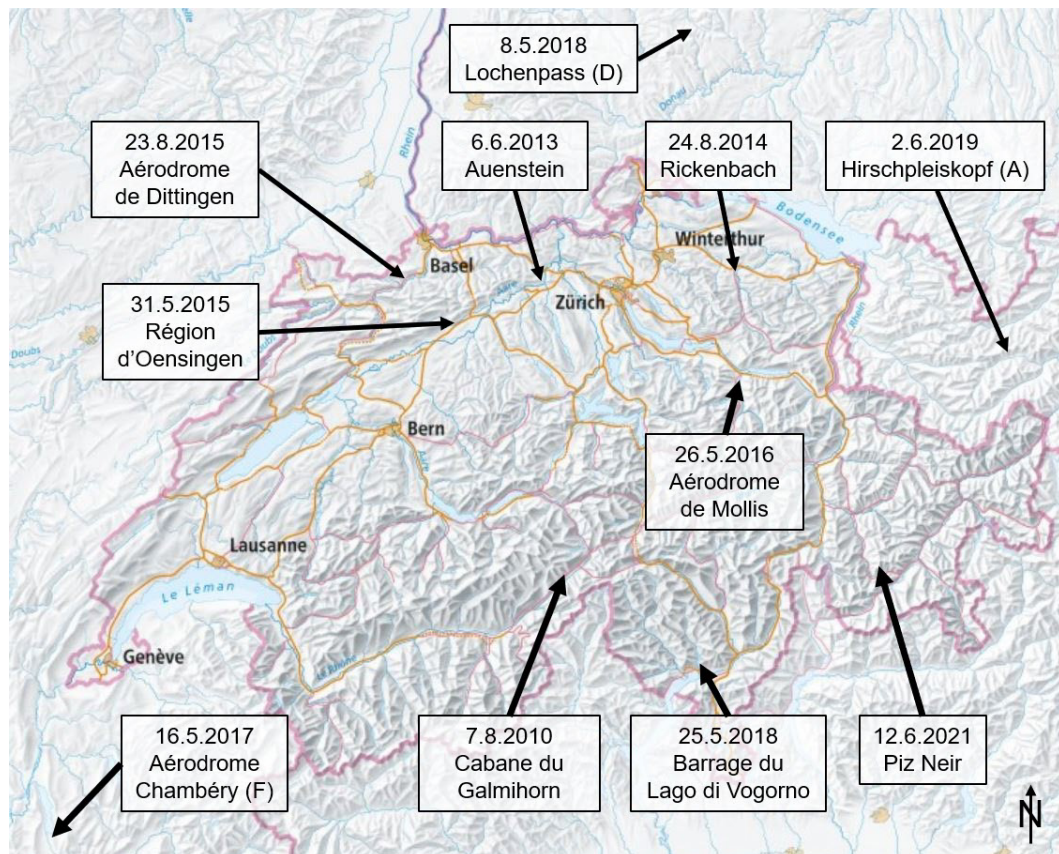
<sup>31</sup> En situation d'urgence, un BPS permet de déployer un parachute monté sur ou dans l'avion au moyen d'une fusée à combustible solide. Une fois le parachute déployé, l'avion et ses occupants descendent vers le sol avec un faible taux de chute.

<sup>32</sup> BEA : Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile

<sup>33</sup> BFU : *Deutsche Bundesstelle für Flugunfalluntersuchungen*, Bureau fédéral allemand d'enquête sur les accidents d'aviation

<sup>34</sup> SUB : *Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes, Österreich*, Service d'enquête de sécurité de la Confédération, Autriche





**Figure 10** : Lieux des collisions pour les années 2010 à 2022 en Suisse et dans les pays limitrophes. Source de la carte de base : Office fédéral de topographie.

### 1.8.3 Presque collisions et rapprochements dangereux en Suisse

Entre 2010 et 2022, le SESE a enquêté<sup>35</sup> sur 130 presque collisions et rapprochements dangereux entre aéronefs qui se sont produits en Suisse. Toutes les catégories d'aéronefs ont été impliquées : avions commerciaux, avions d'affaires, avions de combat, avions à moteur, hélicoptères, motoplans de tourisme, planeurs, ballons, deltaplanes, planeurs de pente et drones.

Les événements impliquant des aéronefs militaires ne font l'objet d'une enquête du SESE que si des aéronefs civils sont également concernés ; dans le cas contraire, ils ne doivent pas être déclarés au SESE et sont traités en interne par les Forces aériennes.

Les rapprochements dangereux et les presque collisions se sont produits aussi bien dans des espaces aériens contrôlés que non contrôlés de toutes les classes d'espace aérien disponibles en Suisse : C, D, E et G. Des aéronefs volant selon les règles de vol à vue (*Visual Flight Rules – VFR*) ainsi que des aéronefs volant selon les règles de vol aux instruments (*Instrument Flight Rules – IFR*) ont été impliqués.

Dans la vue d'ensemble suivante, des cas de presque collision entre des aéronefs de différentes catégories sont présentés à titre d'exemples, avec les hyperliens vers les publications correspondantes ; les recommandations et les avis de sécurité formulés dans ces rapports finaux et pertinents aussi bien pour le cas présent que pour des cas comparables sont repris au chapitre 1.8.4 (cf. tableau 3) :

<sup>35</sup> Au moment de la publication de ce rapport final, toutes les enquêtes ne sont pas encore terminées.

- 10 septembre 2010, presque collision entre un avion de ligne et un avion des Forces aériennes suisses, 4 NM au nord-est de l'aéroport de Lugano (LSZA) (cf. [rapport final n° 2167](#)) ; recommandations de sécurité n° [463](#) et [464](#).
- 11 août 2011, presque collision entre un avion à moteur et un hélicoptère des Forces aériennes suisses, 15 NM au nord-est de l'aérodrome militaire d'Emmen (LSME) (cf. [rapport final n° 2157](#)) ; recommandations de sécurité n° [473](#) et [474](#).
- 24 mai 2012, presque collision entre un avion de ligne et un hélicoptère dans la zone de contrôle de l'aéroport de Berne-Belp (LSZB) (cf. [rapport final n° 2220](#)) ; recommandations de sécurité n° [489](#), [490](#) et [491](#).
- 14 juin 2012, presque collision entre un avion d'affaires et un avion de combat avec une immatriculation civile, à 15 NM au sud-sud-est de la radiobalise de Willisau (cf. [rapport final n° 2226](#)), recommandation de sécurité n° [494](#).
- 11 août 2012, presque collision entre un avion de ligne et un planeur dans la TMA LSZH 2, 17 NM au nord-ouest de l'aéroport de Zurich (LSZH) (cf. [rapport final n° 2208](#)) ; recommandations de sécurité n° [466](#), [467](#), [468](#), [483](#) et [484](#).
- 15 septembre 2012, presque collision entre un avion à moteur et une montgolfière au nord-est de l'aérodrome régional de Berne-Belp (LSZB) (cf. [rapport final n° 2224](#)) ; recommandation de sécurité n° [493](#) et référence à la recommandation de sécurité n° [466](#).
- 22 mars 2013, presque collision entre deux avions de ligne dans la TMA LSZH 4C, à 4.5 NM au sud-ouest de l'aéroport de Zurich (LSZH) (cf. [rapport final n° 2216](#)).
- 21 juin 2013, presque collision entre un avion d'affaires et un motoplaneur de tourisme au nord-est de l'aérodrome régional de Berne-Belp (LSZB) (cf. [rapport final n° 2234](#)).
- 16 juin 2014, presque collision entre deux planeurs au sud de St-Moritz (cf. [rapport final n° 2243](#)) ; recommandation de sécurité n° [500](#) et avis de sécurité n° 1.
- 3 juin 2015, rapprochement dangereux entre un avion de ligne et une montgolfière dans la TMA LSZH 11 (cf. [rapport final n° 2294](#)) ; recommandations de sécurité n° [518](#), [519](#), [520](#) et [522](#).
- 1er juillet 2015, presque collision entre deux hélicoptères près du lac de Silvaplana (cf. [rapport final n° 2271](#)) ; référence aux recommandations de sécurité n° [498](#) et [499](#).
- 16 juillet 2016, presque collision entre un avion de ligne historique et un deltaplane au sud-est de l'aérodrome de Wangen-Lachen (LSPV) (cf. [rapport sommaire](#)).
- 24 octobre 2016, presque collision entre un avion d'affaires et un avion à moteur au nord-ouest de l'aéroport de Saint-Gall-Altenrhein (LSZR) (cf. [rapport final n° 2343](#)) ; recommandation de sécurité n° [543](#) et avis de sécurité n° 20 et 21.
- 2 octobre 2018, presque collision entre un hélicoptère et une formation de trois avions de combat des Forces aériennes suisses près du lac de Thoune (cf. [rapport sommaire](#)) ; référence à la recommandation de sécurité n° [474](#).
- 4 octobre 2018, presque collision entre un avion à moteur et un drone au point de report Whiskey de l'aérodrome de Granges (LSZG) (cf. [rapport sommaire](#)).

## 1.8.4 Recommandations de sécurité et avis de sécurité

Le tableau suivant contient les recommandations de sécurité (RS) et les avis de sécurité (AS) mentionnés aux chapitres 1.8.2 et 1.8.3, qui sont pertinents dans le cas présent et dans des cas comparables :

<b>RS</b>	<b>Sujet</b>	<b>Date de publication</b>	<b>État de la mise en œuvre</b>
<a href="#">N° 436</a>	Diffusion des dispositifs d'alerte anticollision chez les pilotes de planeurs de pente	15.06.2011	Mise en œuvre
<a href="#">N° 466</a>	Définition des zones nécessitant un transpondeur	16.05.2013	Partiellement mise en œuvre
<a href="#">N° 474</a>	Manque d'équipement d'alerte anticollision sur les aéronefs d'État	05.08.2013	Partiellement mise en œuvre
<a href="#">N° 498</a>	Formation et perfectionnement dans le domaine du « <i>see and avoid</i> » et des systèmes d'alerte anticollision	02.03.2016	Mise en œuvre
<a href="#">N° 499</a>	Introduction de systèmes d'alerte anticollision compatibles pour l'aviation générale	02.03.2016	Partiellement mise en œuvre
<a href="#">N° 500</a>	Analyse de la portée des systèmes Flarm au sol	01.09.2015	Pas mise en œuvre
<a href="#">N° 518</a>	Emport d'un transpondeur opérationnel et enclenché pour tous les aéronefs.	20.03.2017	Pas mise en œuvre
<b>AS</b>	<b>Sujet</b>	<b>Date de publication</b>	<b>État de la mise en œuvre</b>
N° 1	Détection visuelle des planeurs	01.09. 2015	Sans objet

**Tableau 3** : Mesures sous forme de recommandations de sécurité (RS) ou d'avis de sécurité (AS) issus des études susmentionnées du SESE sur les collisions (cf. chapitre 1.8.2) et les presque collisions ou les rapprochements dangereux (cf. chapitre 1.8.3).

## 2 Analyse

### 2.1 Aspects techniques

#### 2.1.1 HB-KLB

L'avion disposait en principe d'un équipement complet en matière d'assistance technique pour l'évitement des collisions : Le système d'alerte anticollision installé pouvait recevoir des signaux ADS-B/transpondeur ainsi que des signaux Flarm et émettre à son tour des signaux Flarm ; le transpondeur pouvait transmettre des données en mode S, mais pas d'ADS-B *out*.

Cependant, le module Flarm du système d'alerte anticollision n'était pas opérationnel en raison du micrologiciel qui n'avait pas été mis à jour et ne pouvait donc ni recevoir ni émettre de signaux Flarm, que le système d'alerte anticollision ait été enclenché ou non lors de l'accident (cf. chapitre 2.2.1). En raison de la conception technique du système, les autres fonctionnalités (ADS-B/transpondeur) n'étaient donc plus disponibles. Ces éléments essentiels de sécurité ayant fait défaut, la présence du HB-KLB ne pouvait pas être détectée par les autres récepteurs Flarm, et le pilote ne pouvait pas être averti de la présence d'autres aéronefs équipés d'un système Flarm ou d'un ADS-B/transpondeur.

En ce qui concerne les mises à jour nécessaires du micrologiciel, la société Flarm Technology Ltd a publié en septembre 2020 une fiche d'information correspondante (cf. FTD-073 – *Instructions for Continued Airworthiness*<sup>36</sup>) avec une liste de contrôle détaillée pour la maintenance annuelle des appareils Flarm. Le fait que les systèmes d'alerte anticollision Flarm perdent complètement leur capacité de fonctionnement sans mises à jour régulières du micrologiciel, a déjà été constaté, entre autres, dans le cadre d'une enquête du *Deutsche Bundesstelle für Flugunfalluntersuchungen* (BFU) (cf. [rapport final du BFU](#)). A ce sujet, l'entreprise Flarm Technology Ltd a annoncé qu'elle travaillait à une méthode permettant de continuer à faire fonctionner les logiciels arrivés à expiration (cf. chapitre 4.3.1).

Selon les indications du GVMN, le système Flarm du HB-KLB n'avait jamais vraiment donné satisfaction, car il n'atteignait pas une portée de réception et d'émission particulièrement bonne, probablement en raison de l'absence d'antennes extérieures (cf. à ce sujet le [rapport final n° 2243](#)) et, en outre, l'écran n'était pas particulièrement bien lisible en raison de son positionnement dans le tableau de bord et de sa taille (cf. figure 4). De telles installations techniquement non optimales de systèmes d'alerte anticollision sont également souvent observées, lors de « *retrofits* », c.-à-d. des installations ou conversions ultérieures, durant lesquelles, pour des raisons de construction ou de manque de place, mais aussi pour des raisons de coûts, on ne procède pas toujours à une installation garantissant la meilleure efficacité possible. Dans le cas présent, il aurait par exemple été techniquement possible d'afficher l'ensemble du trafic sur le MFD, et donc de le placer directement dans le champ de vision du pilote.

#### 2.1.2 HB-3412

Le planeur disposait en principe d'un équipement complet en matière d'assistance technique pour l'évitement des collisions : le système d'alerte anticollision installé pouvait, par sa conception technique, recevoir des signaux de transpondeur ADS-B/mode S ainsi que des signaux Flarm et émettre à son tour des signaux Flarm ; le transpondeur disposait d'une fonctionnalité ADS-B *out*. L'ensemble de

<sup>36</sup> <http://www.flarm.com/ica> – dernière visite le 20.08.2024

l'avionique a été réinstallé en mars 2021 et était optimal en termes d'utilisation et de lisibilité (cf. figure 5).

Cependant, l'absence d'échos radar ou de données ADS-B pendant tout le vol, à des altitudes souvent élevées et donc dans des zones de bonne couverture radar, montrent que le transpondeur n'était pas enclenché. Il manquait donc un filet de sécurité essentiel, puisque le HB-3412 n'était visible ni pour le contrôle aérien ni pour les autres aéronefs disposant de systèmes d'alerte anticollision basés sur l'ADS-B/transpondeur. Étant donné que le transpondeur avait été installé et contrôlé par un spécialiste en avionique relativement peu de temps avant l'accident, il semble très improbable qu'il ne fonctionnait pas et on peut donc supposer que le transpondeur n'était pas enclenché.

### 2.1.3 Conclusion

Lors de diverses enquêtes antérieures sur des collisions ou des presque collisions, il a été constaté qu'il n'y avait pas de dispositifs d'alerte anticollision ou qu'ils étaient incompatibles entre eux, et des recommandations de sécurité ont été formulées en conséquence (cf. chapitre 1.8.4).

Dans le cas présent, les deux aéronefs étaient équipés de systèmes d'alerte et d'appareils destinés à éviter les collisions, et ce également sur des niveaux similaires grâce aux systèmes Flarm ou ADS-B/transpondeur. Par conséquent, les systèmes auraient même été compatibles sur deux niveaux, s'ils avaient été en état de marche, respectivement activés.

On peut partir du principe qu'un système Flarm enclenché et en état de fonctionnement à bord du HB-KLB aurait donné lieu à des alertes Flarm précises et en temps voulu dans les deux aéronefs.

L'importance du transpondeur en matière de prévention des collisions a déjà été reconnue dans le cadre de nombreuses études antérieures et plusieurs recommandations de sécurité ont été formulées à ce sujet (voir chapitre 1.8.4). Dans le cas présent, l'activation du transpondeur à bord du HB-3412 ainsi que son bon fonctionnement auraient au moins affiché sa position sur l'écran radar du FISO (cf. figure 2 et figure 8), permettant à ce dernier de donner une information de trafic correspondante au HB-KLB.

Il ne restait donc techniquement que la possibilité que le système d'alerte anticollision du HB-3412 reçoive le signal transpondeur en mode S du HB-KLB et indique au pilote son rapprochement sans indication de direction, mais avec une distance approximative et une altitude relative. Selon les enregistrements du système d'alerte anticollision (cf. chapitre 1.3.2), aucun signal mode S émis par le transpondeur du HB-KLB n'a toutefois été enregistré avant la collision ; les signaux mode A/C émis par le transpondeur du HB-KLB (cf. figure 2 et figure 8) n'ont pas pu être traités par le système d'alerte anticollision et sont donc restés sans effet. Il n'y a donc aucune indication que le pilote du HB-3412 ait été averti du rapprochement du HB-KLB par son système d'alerte anticollision.

Pour les pilotes du HB-KLB, les conditions techniques n'étaient pas réunies pour être avertis de la présence du HB-3412, en raison de l'inefficacité du système d'alerte anticollision probablement pas enclenché.

L'inefficacité et la non-activation probable du Flarm à bord du HB-KLB ainsi que la non-activation probable du transpondeur à bord du HB-3412 ont donc rendu inefficaces des filets de sécurité essentiels qui auraient vraisemblablement permis d'éviter la collision, à condition que les pilotes ou le FISO aient réagi de manière appropriée. Le dernier filet de sécurité est également resté inefficace en raison de l'incompatibilité des signaux en mode A/C avec le système d'alerte anticollision du



HB-3412. Tous ces facteurs ont donc été reconnus comme étant déterminants dans la survenue de l'accident.

Dans le présent rapport final, le SESE complète les lacunes de sécurité relatives aux aspects techniques des systèmes d'alerte anticollision déjà abordées par le passé (cf. chapitre 1.8.4) par un avis de sécurité supplémentaire (cf. chapitre 4.2).

## 2.2 Aspects opérationnels et humains

### 2.2.1 HB-KLB

Bien que l'on sût depuis longtemps que le système Flarm du HB-KLB ne fonctionnait pas de manière satisfaisante, cette situation n'a pas été résolue de manière conséquente et les clarifications effectuées et les informations obtenues n'ont pas permis d'améliorer la situation. Le fait que le micrologiciel (*firmware*) n'ait pas été mis à jour, que le volume sonore ait été réglé sur 0 % et que certains pilotes aient même délibérément éteint le système indique que le GVMN et au moins une partie des pilotes n'accordaient apparemment pas une grande importance à ce système ou n'avaient pas confiance en lui. On a ainsi renoncé à un filet de sécurité essentiel, ce qui était sans conscience des impératifs de sécurité au vu de la diffusion de longue date et désormais à grande échelle de ces systèmes d'alerte anticollision.

Il n'a pas été possible de déterminer avec certitude si le système d'alerte anticollision était enclenché ou pas pendant le vol de l'accident. Il est plus vraisemblable que cela n'était pas le cas, car l'interrupteur correspondant a été trouvé en position "OFF" après l'accident, mais cela pourrait aussi être dû à la survenance de l'accident. Ce point n'a pas eu d'influence sur le déroulement de l'accident, car le système d'alerte anticollision était de toute façon inopérant en raison du manque de mise à jour du *firmware* Flarm.

Les pilotes du HB-KLB n'avaient donc aucune possibilité technique, ni même opérationnelle – le HB-3412 n'étant pas visible sur l'image radar du FISO – d'être avisés de la présence du HB-3412. L'évitement de la collision reposait donc uniquement sur le principe « *see and avoid* » (« voir et éviter »), c'est-à-dire que les pilotes devaient percevoir visuellement le HB-3412 à temps et l'éviter en conséquence afin d'éviter une collision.

Le fait qu'une collision se soit produite avec le HB-3412 montre que les pilotes n'ont manifestement pas perçu visuellement le planeur à temps. Jusqu'à cinq secondes, au plus, avant la collision, le pilote A du HB-KLB a communiqué avec le FISO et rien dans cette communication n'indiquait un problème ou un danger imminent. On peut donc conclure que, d'une part, une incapacité soudaine (*sudden incapacitation*) du pilote A peut être considérée comme très improbable et que, d'autre part, les deux pilotes n'avaient pas encore perçu la présence du HB-3412 jusqu'à ce moment-là, alors que cela aurait probablement été possible d'un point de vue purement géométrique (cf. figure 3).

Dans le cas concret, les raisons ne peuvent pas être déterminées de manière définitive et avec certitude, mais les possibles raisons qui rendent typiquement difficile la détection à temps d'un autre aéronef ou qui limitent la surveillance de l'espace aérien sont les suivantes :

- Silhouette étroite de l'autre aéronef, particulièrement dans le cas de planeurs en vol rectiligne ;
- Mauvais contraste de l'autre aéronef sur l'arrière-plan donné, particulièrement prononcé pour les planeurs blancs sur fond de ciel nuageux ou de paysage enneigé ;



- Gisement fixe, c'est-à-dire sans mouvement relatif de l'autre aéronef ;
- Eblouissement par le soleil ;
- Distraction, ici par exemple par la communication avec le FISO et le réglage du nouveau QNH ou par la prise de photos du pilote B ;
- Vision réduite en raison d'une saturation réduite en oxygène dans le sang (hypoxie), par exemple en raison de vols prolongés à des altitudes élevées sans appoint d'oxygène ;
- Urgences médicales ou autres urgences ;
- Fatigue, baisse de la vigilance ;
- Surveillance irrégulière ou inappropriée de l'espace aérien.

Le pilote B a détourné son attention en prenant des photos et des vidéos. Ainsi, l'occasion d'utiliser la présence d'un second pilote à bord de manière conséquente en faveur d'une plus grande sécurité, notamment en ce qui concerne la surveillance de l'espace aérien, a été réduite, du moins temporairement. Il reste à savoir dans quelle mesure les pilotes se sont concertés à ce sujet avant le vol ou s'ils ont procédé à une répartition des tâches ou des rôles ; une telle répartition serait en tout cas judicieuse dans la constellation donnée, avec deux pilotes à bord.

Le contact régulier et systématique avec le FIC démontrait une conscience de la sécurité, tant en ce qui concerne les éventuelles informations de trafic que les recherches et le sauvetage, même si, dans le cas présent, cela est resté sans effet sur ces deux aspects.

L'hésitation des pilotes quant au choix de l'itinéraire, via Maloja ou Julier, n'a finalement pas eu d'incidence sur le déroulement de l'accident. Elle montre toutefois qu'ils n'avaient manifestement pas l'intention de voler au-dessus du territoire italien, ce qui aurait été la route la plus rapide pour un vol de Samedan à Locarno. Dans ce cas, les pilotes auraient dû déposer un plan de vol. Dans la pratique, on observe régulièrement que les équipages, surtout dans l'aviation générale, hésitent à déposer des plans de vol pour diverses raisons. Souvent, ils ne reconnaissent pas ou ignorent même le gain de sécurité qu'offre un plan de vol en matière de recherche et de sauvetage. C'est pourquoi le manuel VFR suisse recommande de déposer un plan de vol pour les vols au-dessus des Alpes ce qui était de toute façon le cas du vol en question, indépendamment de la route choisie.

### 2.2.2 HB-3412

En mars 2021, le pilote avait fait largement renouveler et étendre l'avionique de son planeur, y compris en ce qui concerne les possibilités d'aide à l'évitement des collisions. Cela indique que ces aspects de sécurité étaient importants pour lui. Il reste à savoir dans quelle mesure le pilote était conscient du fait que le nouveau système d'alerte anticollision ne pouvait traiter que les signaux en mode S, et non en mode A/C, comme le décrit le manuel. Ce point souligne toutefois l'importance pour l'utilisateur d'être au courant des possibilités et des limites des appareils installés.

Le pilote n'a vraisemblablement pas enclenché le transpondeur en vol, ce qui, selon l'évaluation d'autres vols, correspondait à son habitude. Il a ainsi renoncé à un filet de sécurité essentiel pour éviter les collisions. Les raisons pouvant expliquer ce fait restent à déterminer et peuvent être multiples, mais l'importance du transpondeur en matière de prévention des collisions est aujourd'hui bien connue, de sorte qu'un manque de connaissance ne peut guère être considéré comme une cause possible. L'argument souvent colporté, notamment dans les milieux du vol

à voile, selon lequel l'alimentation électrique de tous les consommateurs n'est pas garantie sur les planeurs – en particulier lors de longs vols de distance – et qu'il faut donc renoncer à l'utilisation permanente du transpondeur, n'est plus défendable et dépassé de nos jours, compte tenu des batteries performantes disponibles et des consommateurs de plus en plus économes. Ainsi, dans le cas présent, l'alimentation électrique du transpondeur et de tous les autres consommateurs aurait été très vraisemblablement possible pendant tout le vol avec les batteries installées dans l'avion, à condition que celles-ci soient entièrement chargées et fonctionnent normalement. Au vu de ce fait, la nécessité de l'exception à ce sujet dans l'obligation d'utiliser des transpondeurs pour les aéronefs non motorisés (cf. note de bas de page 13 à la page 10) n'est plus d'actualité et doit être remise en question. L'obligation d'utiliser un transpondeur pour tous les aéronefs est techniquement et opérationnellement réalisable (cf. chapitre 1.8.4).

Comme décrit au chapitre 2.1.3, rien n'indique que le pilote ait été averti du rapprochement avec le HB-KLB par son système d'alerte anticollision avant la collision. L'évitement de collision reposait donc également uniquement sur le principe « *see and avoid* » (« voir et éviter »), c'est-à-dire que le pilote devait percevoir visuellement le HB-KLB à temps et l'éviter en conséquence afin d'éviter une collision. La question de savoir si le changement de trajectoire verticale vers le haut visible dans l'enregistrement de la trajectoire de vol peu avant la collision (cf. figure 6) était une manœuvre d'évitement verticale, reste ouverte. Comme l'enregistrement de la trajectoire de vol ne montre pas de manœuvre d'évitement latérale (cf. figure 3), tout porte à croire que le pilote n'a pu établir que très tard un contact visuel avec le HB-KLB venant d'en bas, alors que cela aurait probablement été possible d'un point de vue purement géométrique. Les raisons ne peuvent pas non plus être déterminées de manière définitive et certaine, mais les raisons possibles énumérées en chapitre 2.2.1 peuvent également avoir joué un rôle.

Le pilote était expérimenté dans le vol de distance, comme le prouve le parcours effectué ce jour-là jusqu'à l'accident. Il avait déjà volé pendant plus de cinq heures à des altitudes relativement élevées, la fatigue ou une attention réduite ont donc pu jouer un rôle. En revanche, le pilote a utilisé de l'oxygène d'appoint provenant de l'installation d'oxygène qu'il transportait, prévenant ainsi le risque d'hypoxie et les risques qui en découlent. Il s'agissait là d'une attitude consciente de la sécurité.

Pendant tout le vol, le pilote n'a pas eu de contact avec le FIC, ce qui est la norme dans le milieu du vol à voile. En principe, un contact sporadique avec le FIC serait également possible et serait salué par le FIC. Un contact avec le FIC peut permettre d'obtenir des informations de trafic et contribuer à une recherche et un sauvetage plus rapide en cas d'accident.

### 2.2.3 Conclusion

Comme le montrent de nombreuses études sur les collisions, les presque collisions et les rapprochements dangereux qui ont eu lieu ces dix dernières années (cf. chapitre 1.8), le risque de collision en vol (*Mid-Air Collision* – MAC) dans le domaine de l'aviation générale selon les règles de vol à vue dans les espaces aériens de classe G et E est réel et probablement plus important qu'on ne le pense souvent.

Les presque collisions et les rapprochements dangereux, beaucoup plus nombreux que les collisions, reflètent de manière impressionnante le phénomène bien connu selon lequel il y a de nombreux quasi accidents avant qu'un accident ne se produise (cf. phénomène de la pyramide des accidents au chapitre 1.8.1).

Ces collisions se sont produites – comme dans le cas présent – presque sans exception dans des espaces aériens de classe E ou G, dans lesquels les

équipages doivent, selon le principe « *see and avoid* » (« voir et éviter »), veiller eux-mêmes et en grande partie sans informations de trafic à maintenir une distance suffisante par rapport aux autres aéronefs, afin d'éviter les collisions. Les cas examinés au chapitre 1.8.2 ainsi que de nombreuses enquêtes et études menées par des autorités d'enquête étrangères permettent donc de conclure que ce principe ne fonctionne pas de manière satisfaisante. Les raisons en sont multiples et vont des limites fondamentales de la vision humaine à des conditions cadres défavorables telles que la visibilité, la taille et le contraste, en passant par des constellations géométriques dans lesquelles une reconnaissance visuelle mutuelle est tout simplement impossible.

C'est pourquoi il est essentiel que le principe « *see and avoid* » soit complété par des moyens techniques permettant d'éviter les collisions, dans le sens d'un principe « *sense and avoid* » (« percevoir et éviter »). Une manœuvre d'évitement adéquate ne peut avoir lieu que si les autres aéronefs sont perçus à temps, et pour les raisons mentionnées, « percevoir » ne devrait pas se référer exclusivement à « voir », mais devrait – surtout dans une première phase – être rendu possible ou soutenu par des aides techniques.

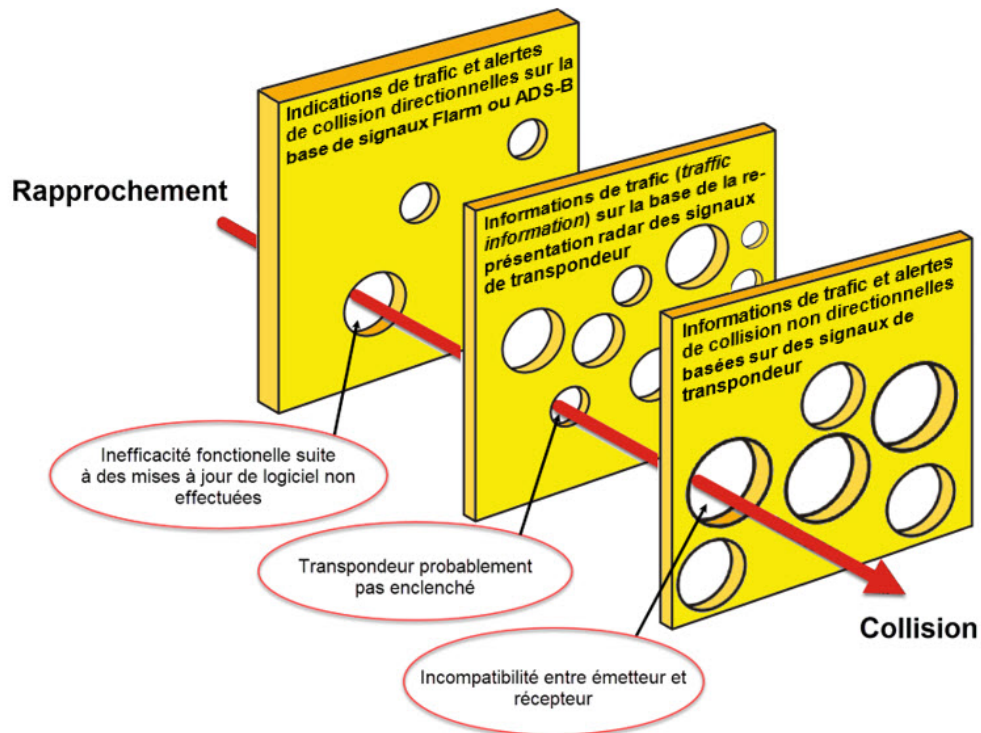
Des dispositifs d'alerte anticollision ont été conçus à cet effet, mais ils reposent en partie sur des technologies différentes et ne sont donc en soi pas compatibles entre eux.<sup>37</sup> Outre la possibilité de recevoir des signaux correspondants et d'être averti de la présence d'autres aéronefs, il s'agit, avec une priorité au moins égale, de se rendre soi-même reconnaissable de diverses façons pour les autres aéronefs et le contrôle aérien. Pour ce faire, on peut par exemple utiliser des couleurs voyantes, des feux d'avertissement de collision, des dispositifs d'alerte anticollision, des transpondeurs, des ADS-B *out* ainsi que des annonces de position régulières et appropriées à la radio.

Les moyens techniques ne sont toutefois utiles que si, premièrement, ils sont correctement installés et entretenus, de manière à garantir leur bon fonctionnement, et si, deuxièmement, leurs utilisateurs sont informés de leur fonctionnement, de leurs possibilités et de leurs limites, de manière à pouvoir les utiliser de manière adéquate et ciblée pour aider à éviter les collisions. Garantir ces points n'est pas trivial, en particulier dans une association, et nécessite une organisation appropriée.

Comme le montre clairement le cas présent, tous les points susmentionnés doivent être combinés pour éviter efficacement les collisions. Selon le modèle bien connu du fromage suisse de causalité d'accident, il convient de s'appuyer sur le plus grand nombre possible de couches de défenses afin de disposer de redondance en cas de panne ou de défaillance de l'une d'entre elles. Dans le cas présent, ces dernières se sont montrées inefficaces, d'une part en raison de l'inefficacité ou de la non-activation probable des moyens techniques d'évitement de collision, d'autre part à cause de l'incompatibilité des signaux émis avec les possibilités de réception des appareils installés (cf. figure 11).

---

<sup>37</sup> Voir également à ce sujet le [rapport final n° 2411](#) sur l'incident grave (presque collision) entre l'avion à moteur Mooney M20J, HB-DIH, et une formation de deux avions de combat F/A-18 des Forces aériennes suisses du 15 mai 2019.



**Figure 11** : Présentation des principaux filets de sécurité techniques qui sont restés sans effet dans le cas présent.

Dans le présent rapport final, le SESE complète les lacunes de sécurité déjà relevées par le passé concernant les aspects humains et opérationnels dans le domaine de la prévention des collisions (cf. chapitre 1.8.4) par un avis de sécurité supplémentaire (cf. chapitre 4.2).

#### 2.2.4 Aspects de survie

Les deux avions sont devenus incontrôlables à la suite de la collision.

Les occupants du HB-KLB n'avaient plus aucune chance de survie à partir de ce moment-là.

Le pilote du HB-3412 a certes pu larguer la verrière, quitter l'habitacle et actionner la poignée de déclenchement de son parachute de secours, mais sans succès. La chute abrupte du planeur, suite à la collision et jusqu'à l'impact avec le terrain en forte pente, a duré environ 15 secondes. Rien n'indique que le parachute de secours n'était pas opérationnel. Il faut donc partir du principe que les circonstances de l'accident – en particulier la position et le mouvement du planeur et, par conséquent, les forces en présence ainsi que les conditions temporelles – étaient telles que la tentative du pilote de se sauver lui-même n'a pas réussi.

Dans de tels cas de perte de contrôle, par exemple à la suite d'une collision, le concept du système de parachute balistique (*Ballistic Parachute System – BPS*) est prédestiné. Il permet – pour autant que l'équipage soit encore en mesure d'agir – de déployer rapidement le parachute de secours et de descendre avec un faible taux de chute jusqu'au sol en étant protégé par la cellule.

## 2.3 Aspects relatifs à la recherche et au sauvetage

### 2.3.1 HB-KLB

Le HB-KLB et ses occupants n'ont été portés disparus que le lendemain matin, alors que l'avion n'était pas rentré à Neuchâtel comme prévu. Cela montre que ni les pilotes, ni l'aérodrome de Neuchâtel, ni le GVMN n'avaient pris de dispositions garantissant que des recherches seraient déclenchées rapidement en cas d'événement imprévu.

En renonçant au dépôt d'un plan de vol, les pilotes ont également renoncé à la garantie du service d'alerte (*alerting service*) de la part des services de la navigation aérienne. L'annonce de vol déposée à l'aérodrome de Samedan est restée sans effet à cet égard, ce qui est généralement le cas pour les annonces de vol sur les aérodromes. L'indication incorrecte dans le champ "*personnes à bord*" de cette annonce de vol a entraîné après l'accident, dans le cadre des investigations, des incertitudes quant au nombre de personnes se trouvant effectivement à bord, ce qui souligne l'importance de l'exactitude des indications dans les plans de vol et les annonces de vol pour la recherche et le sauvetage.

Le contact régulier et conséquent avec le FIC démontrait une attitude consciente de la sécurité, même s'il est resté sans effet dans le cas présent, car la perte du contact radio n'a pas entraîné le déclenchement d'autres recherches et notamment pas l'alerte du centre de coordination de sauvetage (*Rescue Coordination Centre – RCC*).

L'avion était équipé d'un ELT récent de 406 MHz, qui s'est déclenché lors de l'accident, mais la violence du choc, combinée à la construction en bois de l'avion, a entraîné l'éjection de l'ELT et l'arrachage de l'antenne. Les signaux n'ont donc pu être captés que dans les environs immédiats du lieu de l'accident et l'ELT est resté largement inefficace.

### 2.3.2 HB-3412

Le pilote a été porté disparu par ses collègues à l'aérodrome d'Amlikon le soir après la fin du service de vol et ceux-ci ont rapidement donné l'alerte, ce qui a déclenché toute l'opération de recherches et de sauvetage. Comme il est difficile de prévoir à l'avance l'itinéraire exact et la durée des vols de distance, il est compréhensible que l'on ne se soit pas inquiété plus tôt de la disparition du pilote. Des systèmes d'alarme individuels peuvent y remédier, en confirmant à intervalles réguliers pendant le vol le déroulement prévu du vol ou en déclenchant automatiquement des recherches en l'absence de ces confirmations.

Pour les mêmes raisons, à savoir une route et une durée difficilement prévisibles, le dépôt d'un plan de vol pour les vols de distance n'est pas adapté, ou alors il faut que ce plan de vol soit formulé de manière suffisamment ouverte et imprécise, ce qui le rend largement inutile pour les besoins du SAR. Cela peut expliquer pourquoi le pilote a renoncé à en établir un dans le cas présent.

L'utilisation permanente du système d'alerte anticollision Flarm a permis de localiser rapidement et précisément le lieu de l'accident grâce à l'analyse des données émises par un expert de Flarm. Il s'agit là d'un précieux avantage de ce système, en plus de son objectif premier de prévention des collisions.

Le planeur n'était équipé que d'un ELT de conception ancienne, qui ne pouvait pas émettre sur 406 MHz, et n'était pas enregistré auprès de l'OFAC. De plus, l'interrupteur était en position "OFF", le rendant inutile. Cela montre que ce point n'a pas fait l'objet de l'attention nécessaire, en particulier avant le début du vol, ce qui a déjà été constaté lors de nombreuses enquêtes antérieures sur des accidents de



planeurs (cf. par ex. [rapport final n° 2238](#) ou [rapport final n° 2382](#)). Pour les planeurs ou les avions en général qui ne sont pas soumis à l'obligation d'installation d'ELT, il est possible de demander des subventions (BV87) pour l'achat et l'installation d'ELT.

### 2.3.3 Service de recherches et de sauvetage

Les deux ELT, prévus pour déclencher l'alarme immédiatement après un accident, n'ont pas rempli leur mission, pour différentes raisons. Comme personne n'a été témoin de l'accident et qu'il s'est produit dans une région montagneuse isolée, il n'a, dans un premier temps, pas été découvert, ce qui a compliqué et prolongé l'opération de recherches et de sauvetage (*Search And Rescue – SAR*).

La seule possibilité restante de découvrir l'accident rapidement était la perte du contact radio du FIC avec le HB-KLB. Certes, environ une demi-heure après le dernier contact, le FISO a essayé de contacter l'aérodrome de Locarno pour demander des nouvelles du HB-KLB et, comme personne ne répondait, il l'a encore appelé deux fois sur la fréquence, sans succès. Tous ces efforts n'ont pas mené à un déclenchement d'autres recherches ou à alerter le centre de coordination de sauvetage (*Rescue Coordination Centre – RCC*). Selon les déclarations du FIC, cette procédure correspondait à la pratique courante au moment de l'accident, d'autant plus qu'une perte de contact radio avec le FIC se produisait régulièrement et, selon les conditions topographiques, de manière assez prévisible. Néanmoins, lors du débriefing du cas présent par les organisations participant au SAR, il a été reconnu que ce point était insatisfaisant et devait être amélioré. Une nouvelle directive a donc été édictée à ce sujet (voir chapitre 4.3.2), qui conduirait à l'avenir à une alerte du RCC dans un cas comparable.

Ce n'est que lorsque le pilote de planeur a été porté disparu sur son terrain d'attache que l'opération de recherches et de sauvetage s'est mise en place. Les collègues ont alerté le RCC relativement rapidement et ont mené leurs propres investigations et recherches en parallèle, ce qui était prudent et efficace. Ils ont notamment contacté très rapidement les experts de Flarm qui, en raison de la possibilité d'analyser les données de trajectoire émises par leurs systèmes d'alerte anticollision, sont également souvent sollicités par le RCC lors d'opérations SAR, mais sur leur temps libre et sur une base non clairement définie au sein de l'organisation SAR. Ainsi, l'analyse des données de la trajectoire de vol du HB-3412, effectuée en peu de temps par l'expert de Flarm, a permis de constater que le HB-3412 s'était très probablement écrasé au-dessus de Bivio et que cet accident était peut-être la conséquence d'une collision avec un autre aéronef. Cela souligne la grande valeur de ces données pour les actions SAR impliquant des aéronefs équipés d'appareils Flarm, et il serait donc logique de considérer les experts de Flarm comme partie intégrante de l'organisation SAR ou comme partenaire fixe avec des tâches et une attribution des rôles clairement définies.

Par la suite, dans une démarche compréhensible et efficace, l'expert Flarm a alerté directement et sans délai la Garde aérienne suisse de sauvetage (Rega), et a ensuite informé l'expert SAR de l'OFAC, les Forces aériennes et d'autres services, afin de maintenir autant que possible toutes les parties impliquées au même niveau de connaissances. Il est toutefois apparu, à deux égards, que diverses interfaces au sein de l'organisation SAR ne fonctionnaient pas de façon optimale et que les experts de Flarm n'avaient pas été correctement intégrés dans l'organisation jusqu'à ce jour ; d'une part, la Rega n'a pas réalisé qui était au téléphone et les informations fournies n'ont donc peut-être pas été correctement traitées et, d'autre part, l'utilisation par l'expert Flarm d'une adresse courriel erronée a fait que ses informations sont certes parvenues aux Forces aériennes, mais pas directement au RCC.

En fin de compte, toutes les organisations impliquées furent à nouveau au même niveau de connaissance, notamment grâce à l'aide active de l'expert SAR de l'OFAC. L'hélicoptère SAR a été mobilisé, ce qui signifie que l'équipage s'est rendu à l'aérodrome où l'hélicoptère SAR est stationné. Cela était judicieux, mais doit faire prendre conscience une fois de plus que, selon la situation, le jour de la semaine et l'heure, un temps considérable peut s'écouler entre le moment où le RCC est alerté et le déclenchement éventuel de l'hélicoptère SAR jusqu'à son décollage.

Entre-temps, l'hélicoptère de sauvetage de la Rega avait déjà décollé et son équipage a pu trouver très rapidement l'épave du HB-3412 grâce aux coordonnées du lieu présumé de l'accident fournies par Flarm, ce qui souligne une fois de plus la valeur de ces données pour les actions SAR.

Il est compréhensible que l'équipage de l'hélicoptère de sauvetage ait attribué les signaux ELT perçus sur la fréquence de détresse au HB-3412, alors que ces signaux provenaient en réalité de l'ELT du HB-KLB, dont l'épave se trouvait à environ 600 m dans la cuvette remplie de neige et n'était pas facile à détecter depuis les airs. Si l'hélicoptère de sauvetage avait été équipé d'un dispositif permettant de recevoir le code HEX et de localiser l'ELT, cette erreur aurait été immédiatement détectée, car il aurait été possible de constater que le signal reçu provenait de l'ELT du HB-KLB et non de celui du planeur. A ce sujet, le SESE avait déjà constaté dans le cadre d'une enquête précédente qu'il fallait s'efforcer d'équiper tous les hélicoptères de sauvetage en conséquence (cf. [rapport final n° 2338](#)). À la suite de l'accident, la Rega a annoncé que des investigations étaient en cours pour mettre en œuvre cette mesure sur une partie de sa flotte d'hélicoptères. De même, l'épave du HB-3412 n'indiquait pas, vue du ciel, qu'une collision s'était produite avec un autre aéronef. L'épave se trouvait dans un endroit exposé et difficile d'accès, ce qui explique que l'équipage de l'hélicoptère de sauvetage – dont la mission première est de sauver des vies humaines – ait renoncé à examiner l'épave et soit retourné à la base. Le fait qu'après l'atterrissage, l'équipage se soit à nouveau renseigné auprès de la centrale d'intervention sur la présence éventuelle d'un deuxième avion montre que cette information a été perçue et prise au sérieux.

Mais comme aucun autre avion n'était alors porté disparu, l'information est restée au stade d'hypothèse. On peut néanmoins se demander si, au vu de cette situation, il était judicieux de ne plus faire décoller l'hélicoptère SAR déjà prêt pour une intervention, puisque l'épave avait déjà été retrouvée. Conformément au principe selon lequel des recherches doivent être effectuées lorsqu'il existe le moindre soupçon ou doute, une autre décision aurait pu être prise. Un engagement de l'hélicoptère SAR, avec son dispositif de repérage, aurait permis de découvrir immédiatement l'erreur relative à l'ELT et le HB-KLB aurait probablement été retrouvé le soir même ou pendant la nuit. La thématique des interfaces déjà évoquée précédemment et l'intégration peu claire des experts Flarm ont probablement joué un rôle, raison pour laquelle toutes les organisations impliquées n'ont peut-être pas compris d'où venait l'information concernant un éventuel deuxième avion et sur la base de quelle expertise et de quelle expérience elle avait été obtenue.

Lorsque, le lendemain matin, le HB-KLB a été porté disparu à l'aérodrome de Neuchâtel, les responsables du GVMN ont rapidement alerté le RCC, ce qui était judicieux. Par la suite, le RCC a mené les investigations habituelles dans un tel cas, même s'il était déjà clair, sur la base des premières informations, que le HB-KLB se trouvait potentiellement dans la même zone que le HB-3412 au moment de l'accident de ce dernier. A partir de ce moment, il était connu qu'un deuxième avion avait disparu et, sur la base des informations disponibles, il existait au moins la probabilité d'une collision avec le HB-3412. Il semble toutefois que le RCC n'ait

plus eu connaissance du cas ou de l'information de la veille, ce qui pourrait s'expliquer par un changement d'équipe sans transfert approprié ou par l'impossibilité, pour d'autres raisons, d'établir immédiatement le lien entre les deux cas. Un certain temps s'est donc écoulé et il a fallu une nouvelle intervention de l'expert SAR de l'OFAC pour que l'hélicoptère SAR soit finalement déclenché. Même à ce stade, aucune mesure de recherche sur le site de l'accident du HB-3412 n'a été ordonnée ; seule une suggestion de l'expert SAR de l'OFAC au collaborateur du SESE de prêter attention à d'éventuelles traces de collision sur l'épave du HB-3412 a été faite. Cette remarque était judicieuse, mais elle aurait peut-être eu plus d'effet si l'information sur une éventuelle collision avait été donnée la veille, lors de l'information sur l'accident du HB-3412 – à nouveau une thématique d'interface.

C'est ainsi que le HB-KLB a finalement été découvert par des personnes occupées à récupérer le HB-3412 et qui ont décidé plus ou moins spontanément de mettre à profit le temps nécessaire à l'arrivée de l'hélicoptère SAR pour mener une opération de recherche aérienne locale.

#### 2.3.4 Conclusion

Les thèmes identifiés et traités dans [l'étude du SESE sur le SAR](#) n'ont manifestement rien perdu de leur actualité et de leur pertinence depuis la publication de l'étude en octobre 2016.

Du côté des utilisateurs du SAR (voir à ce sujet l'avis de sécurité n° 13 de l'étude), il s'agissait des points suivants :

- Il semble qu'il y ait toujours un certain manque d'information sur le fonctionnement, les possibilités et les limites du SAR, ce qui ne peut être amélioré que par des efforts d'information supplémentaires, notamment dans la formation des pilotes.
- L'importance des dispositions personnelles garantissant le déclenchement rapide d'investigations en cas d'événements imprévus est une fois de plus clairement apparue dans le cas présent – beaucoup de temps a été perdu avant que l'on réalise que quelque chose n'allait pas.
- En revanche, l'alerte relativement rapide au RCC par les collègues du pilote de planeur à l'aérodrome d'Amlikon le samedi soir et par les responsables du GVMN le dimanche matin étaient adaptées à la situation – dès qu'ils ont eu connaissance ou soupçonné que quelque chose n'allait pas, ils ont alerté le RCC.
- L'importance des données de trajectoires de vol pour une délimitation rapide, voire une localisation du lieu de l'accident, a été une nouvelle fois soulignée de manière impressionnante dans le cas présent – moins d'une heure s'est écoulée entre le moment où l'analyse des données Flarm du HB-3412 a commencé et celui où l'épave a été retrouvée.

Du côté de l'ELT (voir à ce sujet les recommandations de sécurité n° [513](#) à n° [515](#) de l'étude), il s'agissait des éléments suivants :

- La problématique des ELT, qu'ils soient inexistantes, non-enclenchés ou de conception plus ancienne, s'est à nouveau posée dans le cas présent – il est possible, au vu des dégâts constatés sur le lieu de l'accident, qu'un ELT 406 MHz moderne, en état de marche et enclenché à bord du HB-3412 aurait fonctionné correctement et déclenché l'alarme immédiatement.
- La problématique de la destruction ou de la forte limitation fonctionnelle de l'ELT à la suite de l'accident a également été un facteur essentiel dans le cas présent – si l'ELT du HB-KLB avait déployé son effet comme souhaité, le

déclenchement de l'alarme aurait été immédiat et il aurait été immédiatement clair de quel avion il s'agissait. Il convient toutefois de noter qu'un ELT doit en principe fonctionner en cas d'un accident auquel il est possible de survivre – en cas de choc violent ou de destruction de l'aéronef, le bon fonctionnement ne peut pas être garanti dans tous les cas.

Du côté des organisations SAR (voir à ce sujet les recommandations de sécurité n° [516](#) et n° [517](#) de l'étude), il s'agissait des éléments suivants :

- La problématique des nombreuses interfaces et de leur rôle au sein de l'organisation SAR a été, dans le cas présent également, un point d'achoppement frappant – on a ainsi eu l'impression, notamment en ce qui concerne les experts de Flarm, que ceux-ci n'avaient pas été intégrés au préalable dans l'organisation et n'étaient donc pas suffisamment connus des autres partenaires.
- Le thème de la structure organisationnelle et du mode de fonctionnement du RCC a également été frappant dans le cas présent – on a parfois eu l'impression que le RCC n'était pas le pivot de l'action SAR, comme cela aurait dû être le cas, mais qu'il jouait plutôt un rôle secondaire dans l'ensemble du processus et que les principaux apports et mesures venaient d'ailleurs. En particulier, l'OFAC, qui est en premier lieu le régulateur et l'organe de surveillance du SAR, a joué un rôle très actif et déterminant, ce qui n'est en principe pas faux, car ses experts SAR disposent d'une longue expérience dans ce domaine et sont qualifiés en conséquence. Il est probable que ce rôle plutôt secondaire du RCC et le rôle particulièrement actif de l'OFAC soient dus au fait que le RCC est passé à de nombreuses reprises de la Rega à la police cantonale de Zurich et finalement, le 1er janvier 2021, aux Forces aériennes, ce qui a eu pour conséquence qu'il a fallu sans cesse transférer de l'expérience et des compétences et aussi en acquérir de nouvelles. Le travail au sein du RCC est complexe et exige beaucoup d'expérience et de savoir-faire, qui ne peuvent être acquis que sur de nombreuses années et par un accompagnement actif de processus SAR réels. Les nombreux changements de RCC n'ont certainement pas favorisé ce développement permanent de l'expérience et des connaissances.

Les actions SAR sont souvent complexes et multidimensionnelles et impliquent de nombreuses organisations différentes. Celle-ci a certainement été particulièrement exigeante et complexe en raison des circonstances défavorables.

Comme aucun nouveau déficit de sécurité n'a été identifié en ce qui concerne le SAR, la SESE s'abstient de formuler des recommandations ou des conseils supplémentaires en matière de sécurité. Elle reprend toutefois, sous une nouvelle recommandation de sécurité, le déficit de sécurité adressé dans l'étude avec la recommandation de sécurité n° [517](#), qui avait été considéré comme mis en œuvre avec le transfert du RCC aux Forces aériennes à partir du 1er janvier 2021 (cf. chapitre 4.1.1).

### 3 Conclusions

#### 3.1 Faits établis

##### 3.1.1 Aspects techniques

- Les deux aéronefs étaient autorisés à voler selon les règles de vol à vue (*Visual Flight Rules – VFR*).
- Le système d'alerte anticollision à bord du HB-KLB n'était pas opérationnel et probablement pas enclenché.
- Le transpondeur à bord du HB-KLB était opérationnel, mais ne disposait pas de la fonctionnalité ADS-B *out*.
- Le système d'alerte anticollision à bord du HB-3412 était opérationnel et pouvait recevoir les signaux de type système Flarm et transpondeur ADS-B/mode S.
- Le transpondeur à bord du HB-3412 était désactivé, car il n'était probablement pas enclenché.
- La balise de détresse (*Emergency Locator Transmitter – ELT*) à bord du HB-KLB a été activée, mais a été éjectée de l'avion et le câble d'antenne arraché.
- L'interrupteur de l'ELT de l'HB-3412, de conception plus ancienne et ne disposant pas de la fonctionnalité 406 MHz, était en position "OFF".

##### 3.1.2 Pilotes

- Les pilotes possédaient les licences adéquates pour ce type de vol.
- Une maladie cardiaque avait été documentée chez le pilote A, qui était assis sur le siège avant gauche du HB-KLB. Une lésion des cellules du muscle cardiaque due à un manque d'oxygène a été constatée.
- Un autre pilote B se trouvait à bord du HB-KLB, assis sur le siège avant droit et a pris des photos et des vidéos pendant le vol.
- Rien n'indique que le pilote B du HB-KLB et le pilote du HB-3412 aient été atteints dans leur santé pendant le vol de l'accident.
- Aucun plan de vol n'a été déposé par les pilotes du HB-KLB et du HB-3412.
- Lors du vol aller vers Samedan, le HB-KLB a volé pendant environ 40 minutes à des altitudes-pression comprises entre 10 000 et 13 000 ft sans utilisation d'oxygène d'appoint par les occupants.
- Le pilote du HB-3412 a utilisé de l'oxygène d'appoint pendant le vol.

##### 3.1.3 Déroulement des vols

- Le pilote du planeur monoplace HB-3412 a décollé à 12h15 de l'aérodrome d'Amlikon, a rebroussé chemin à 15h33 à environ 3700 m/M dans la région du Cervin, est arrivé au Piz Platta où il a spiralé dans une ascendance et pris de l'altitude, et s'est finalement dirigé à 17h26 à une altitude de 3450 m/M en direction du Piz Neir.
- Le pilote n'a pas eu de contact avec le centre d'information de vol (*Flight Information Centre – FIC*) pendant toute la durée du vol.

- L'avion à moteur quadriplace HB-KLB a décollé à 17h19 de l'aérodrome de Samedan avec deux pilotes et deux passagers à bord et a effectué une montée continue en direction du col du Julier.
- A 17:27:52, le pilote A a contacté le FIC de Zurich peu après avoir franchi le col du Julier ; peu après, l'étiquette du HB-KLB est apparue sur l'écran radar de l'agent du service d'information de vol (*Flight Information Service Officer* – FISO).
- Le contact avec le FIC s'est poursuivi jusqu'à 17:28:42. Rien dans cette communication n'indiquait un problème ou un danger imminent.
- Immédiatement après, une collision s'est produite entre le HB-KLB et le HB-3412 à l'ouest du Piz Neir, à une altitude proche de 3200 m/M et à environ 600 m au-dessus du sol.
- À la suite de cette collision, les deux aéronefs sont devenus incontrôlables et se sont écrasés.
- Le pilote du HB-3412 a tenté de sauver sa vie en utilisant le parachute de secours.
- Tous les occupants ont été mortellement blessés et les deux aéronefs détruits.

#### 3.1.4 Conditions environnementales

- Le temps était sec et peu venteux ; la visibilité était supérieure à 10 km.
- De vastes champs de nuages plats ont entraîné des conditions d'éclairage variables ; la base des nuages se situait à environ 4000 m/M.
- Le transpondeur mode S du HB-KLB répondait à l'interrogation en mode A/C de la station radar au sol par des signaux mode A/C qui n'ont pas pu être traités par le système d'alerte anticollision du HB-3412.

### 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 un avion à moteur et un planeur sont entrés en collision en vol de croisière et se sont écrasés par la suite, est dû au fait que les pilotes n'ont pas perçu visuellement l'autre aéronef à temps, ce qui est dû en partie à des moyens techniques d'évitement de collision inopérants, non enclenchés ou incompatibles.



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

### 4.1 Recommandations de sécurité

Selon les bases juridiques internationales<sup>38</sup> et nationales<sup>39</sup>, toutes les recommandations de sécurité sont adressées à l'autorité de surveillance de l'état responsable. En Suisse, il s'agit de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) ou de l'Agence supranationale de la sécurité aérienne de l'Union européenne (AESA). L'autorité de surveillance compétente doit décider dans quelle mesure ces recommandations doivent être mises en œuvre. Cependant, toutes les organisations, entreprises et personnes sont invitées à améliorer la sécurité aérienne conformément aux objectifs poursuivis par les recommandations de sécurité.

Le SESE publie les réponses de l'office fédéral compétent ou des autorités de surveillance étrangères sur son site ([www.sust.admin.ch](http://www.sust.admin.ch)), offrant de la sorte un aperçu quant au degré de mise en œuvre de la recommandation de sécurité correspondante.

Dans le cadre de la présente enquête, le SESE n'a pas identifié de nouvelles lacunes en matière de sécurité, que ce soit sur le plan technique, opérationnel ou humain, ni en ce qui concerne le service de recherches et de sauvetage (*Search and Rescue* – SAR), raison pour laquelle il renonce à formuler de nouvelles recommandations de sécurité.

La recommandation de sécurité n° [517](#) émise dans le domaine du SAR, résultant de [l'étude du SESE sur le SAR](#) publiée en octobre 2016, avait été considérée comme mise en œuvre avec le transfert du centre de coordination de sauvetage (*Rescue Coordination Center* – RCC) de l'aviation civile aux Forces aériennes à partir du 1er janvier 2021.

Dans le cadre des thèmes examinés ici dans le domaine du SAR, le SESE est toutefois arrivée à la conclusion que la forme d'organisation et le mode de travail du RCC devraient être améliorés.

#### 4.1.1 Forme d'organisation et mode de travail du service de recherches et de sauvetage

##### 4.1.1.1 Déficit de sécurité

Le 12 juin 2021, une collision entre un avion à moteur et un planeur s'est produite à l'ouest du Piz Neir (GR), entraînant la mort de tous les occupants.

Les tâches dans le domaine du service de recherches et de sauvetage (*Search And Rescue* – SAR) sont souvent complexes et multiples et impliquent de nombreux partenaires au sein de l'organisation. Le travail au sein du centre de coordination de sauvetage (*Rescue Coordination Centre* – RCC) exige beaucoup d'expérience et de savoir-faire, qui ne peuvent être acquis que sur de nombreuses années et par un accompagnement actif de processus SAR réels.

Dans le cadre de l'enquête, un potentiel d'amélioration est apparu en ce qui concerne la forme d'organisation et le mode de travail du RCC. Le RCC, qui est placé

<sup>38</sup> Annexe 13 de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et article 17 du règlement (UE) n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile et abrogeant la directive 94/56/CE.

<sup>39</sup> Article 48 de l'Ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT) du 17 décembre 2014, état le 1<sup>er</sup> juillet 2024 (OEIT, RS 742.161).

sous la direction des Forces aériennes depuis le 1er janvier 2021, n'a pas toujours été le pivot de l'action SAR. De même, il est apparu, que les experts de la société Flarm Technology Ltd n'avaient pas été intégrés au préalable d'un point de vue institutionnel dans l'organisation et qu'ils n'étaient donc pas suffisamment connus des autres partenaires. Les nombreux changements intervenus dans le passé au sein de la direction du RCC n'ont pas favorisé le développement de l'expérience et des connaissances.

#### 4.1.1.2 Recommandation de sécurité n° 595

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait, en collaboration avec le centre de coordination de sauvetage (*Rescue Coordination Centre – RCC*), examiner la forme d'organisation et le mode de travail du RCC et les adapter au besoin.

## 4.2 Avis concernant la sécurité

Le SESE peut publier des informations générales pertinentes sous forme d'avis de sécurité si une recommandation de sécurité<sup>40</sup> selon le règlement (UE) n°996/2010 ne semble pas appropriée, n'est pas formellement possible ou si un impact plus important peut être prévu grâce à la forme plus libre d'un conseil de sécurité.

### 4.2.1 Prévention des collisions

#### 4.2.1.1 Déficit de sécurité

Le 12 juin 2021, une collision entre un avion à moteur et un planeur s'est produite à l'ouest du Piz Neir (GR), entraînant la mort de tous les occupants.

L'enquête a montré que les aspects techniques, humains et opérationnels de la prévention des collisions, qui avaient déjà été identifiés dans le cadre d'enquêtes précédentes et traités par des recommandations de sécurité, avaient à nouveau joué un rôle.

Le SESE rappelle donc, dans l'avis de sécurité détaillé qui suit, les possibilités d'améliorer la prévention des collisions en vol à vue.

#### 4.2.1.2 Avis de sécurité n° 56

Groupe cible : Pilotes, instructeurs de vol, écoles de vol, propriétaires et exploitants d'aéronefs

Le principe « *see and avoid* » (« voir et éviter ») pour éviter les collisions ne fonctionne pas toujours de manière satisfaisante. C'est pourquoi il devrait être complété par des moyens techniques et opérationnels de prévention des collisions, dans le sens d'un principe « *sense and avoid* » (« percevoir et éviter »).

Les équipements et comportements suivants peuvent y contribuer :

- Des dispositifs d'alerte anticollision compatibles entre eux ;
- Transpondeurs/ADS-B *out* ;
- Feux d'avertissement de collision ;
- Des couleurs vives ;
- Signalisation régulière et judicieuse de la position par radio.

<sup>40</sup> Article 56 de l'Ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT) du 17 décembre 2014, état le 1<sup>er</sup> juillet 2024 (OEIT, RS 742.161)

Les outils techniques ne sont utiles que s'ils sont correctement installés et entretenus de manière à garantir leur bon fonctionnement. Cela inclut notamment les mises à jour nécessaires des logiciels et des bases de données.

En outre, ces outils ne peuvent être efficaces que si leurs utilisateurs connaissent leur fonctionnement, leurs possibilités et leurs limites, de sorte qu'ils puissent les utiliser de manière adéquate et ciblée pour contribuer à la prévention des collisions.

### 4.3 Mesures prises après l'accident

Les mesures prises et dont le SESE a connaissance sont décrites ci-après sans autre commentaire.
--

#### 4.3.1 Mises à jour du logiciel

La société Flarm Technology Ltd a répondu qu'elle était consciente de la problématique de la perte de fonctionnalité lorsque les mises à jour du micrologiciel (*firmware*) des appareils Flarm ne sont pas effectuées régulièrement. Celles-ci sont disponibles gratuitement et faciles à installer (voir FTD-073, cf. chapitre 2.1.1). Néanmoins, Flarm prend ce sujet au sérieux et travaille sur une méthode qui permettrait aux logiciels expirés de continuer à fonctionner sans dégrader le réseau radio en raison d'un manque de compatibilité, tout en préservant largement la capacité d'innovation du réseau.

Étant donné que Flarm est un réseau coopératif dans lequel de nombreux appareils sont en communication constante avec de nombreux autres appareils, ce changement est complexe : il ne doit y avoir aucune interruption de fonctionnement et des dizaines de milliers d'appareils de différents types doivent être mis à jour à temps pour le nouveau schéma.

Flarm espère pouvoir effectuer le changement en 2024.

#### 4.3.2 Instruction sur l'amélioration du service d'alarme

Sur ordre de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC), l'entreprise de contrôle aérien Skyguide a émis le 13 janvier 2022 une directive (*Operational Service Order*) selon laquelle, afin d'améliorer le service d'alerte VFR (*VFR alerting service*), tous les vols en contact avec un centre de contrôle aérien doivent bénéficier du même service en matière d'alerte, indépendamment de l'existence ou non d'un plan de vol (*Flight Plan – FPL*).

Concrètement, cela signifie notamment qu'en cas de perte de contact radio avec un centre de contrôle aérien – comme cela s'est par exemple produit dans le cas présent – la phase d'incertitude (*Uncertainty Phase – INCERFA*) doit être déclenchée dans tous les cas et le RCC informé en conséquence.

#### 4.3.3 SAR comme point à l'ordre du jour des séminaires de remise à niveau FI et dans la formation de base

Par lettre du 2 juin 2023, l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) a fait savoir qu'en février 2023, toutes les écoles de pilotage (ATO et DTO) avaient été contactées comme suit (selon citation en allemand de la lettre susmentionnée):

« L'Office fédéral de l'aviation civile, les services de la navigation aérienne et les services de secours sont confrontés chaque année à environ 800 fausses alertes. Il s'agit dans ces cas du premier niveau d'alerte, lorsqu'un aéronef est en retard selon le plan de vol. Celle-ci intervient lorsque le plan de vol d'un aéronef est encore actif 30 minutes après l'heure de vol mentionnée (*Total Estimated Elapsed*

*Time – EET). Nous souhaitons réduire considérablement ce nombre de fausses alertes, notamment afin de décharger les ressources de l'ATC et des services de secours en cas d'urgence.*

*Pour répondre à ce problème dans le cadre des écoles de vol, nous prenons deux mesures qui doivent être mises en œuvre par les écoles de vol autorisées et déclarées, les ATO et les DTO :*

- a. Premièrement, en inscrivant un point spécial à l'ordre du jour de chaque séminaire de remise à niveau FI ;*
- b. Deuxièmement, en améliorant la formation de base des pilotes ».*

- 4.3.4 Installation d'antennes extérieures pour les appareils Flarm des avions du GVMN
- Par lettre du 11 mai 2023, le GVMN a indiqué que trois antennes extérieures (deux antennes Flarm et une antenne ADS-B) avaient été récemment installées pour chacun des appareils Flarm des deux avions Robin du club et qu'une amélioration significative du signal avait ainsi pu être obtenue.

<p>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).</p>
---

Berne, 20 août 2024

Service suisse d'enquête de sécurité

Annexe 1 : Trajectoire de vol du HB-3412

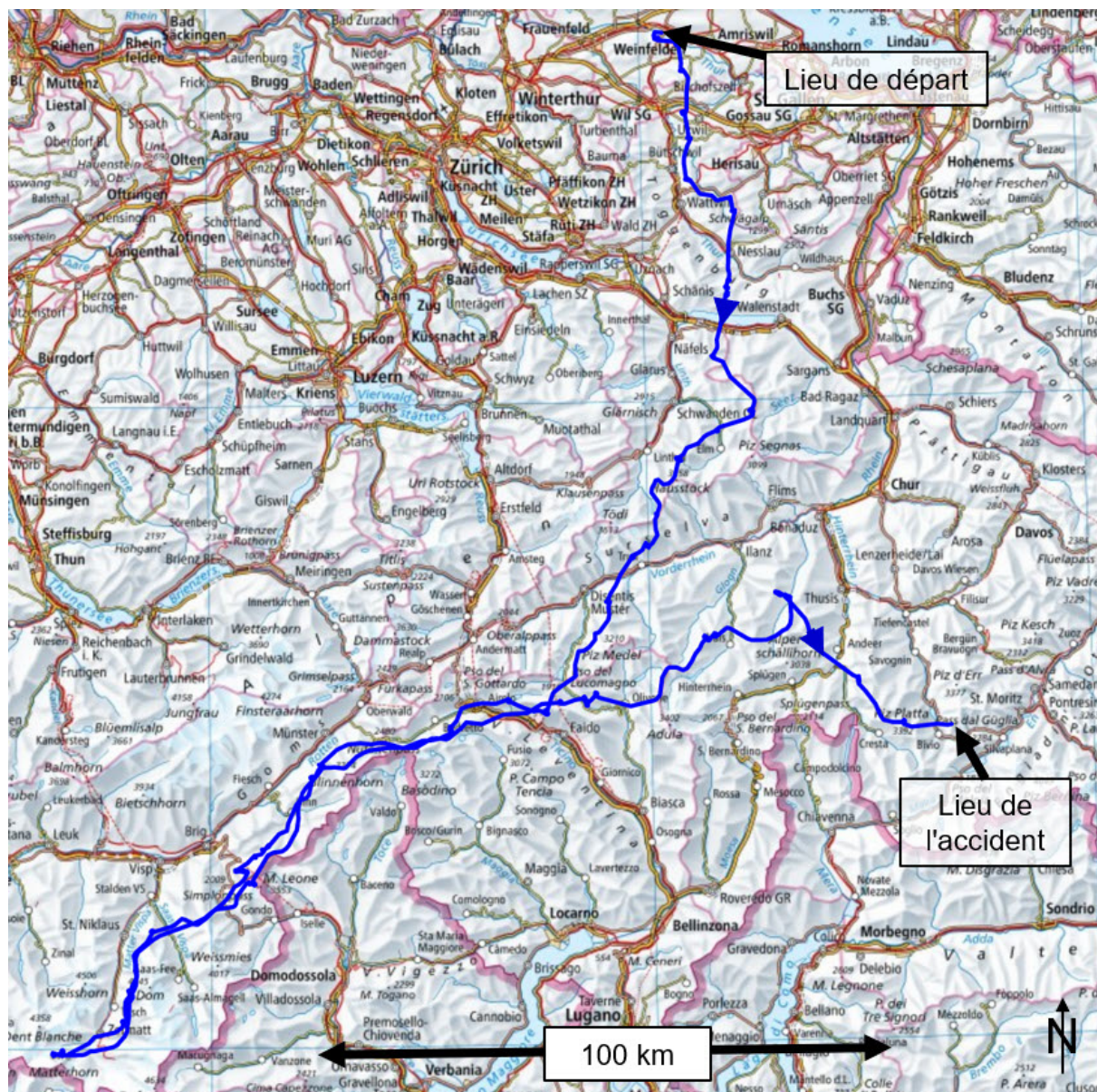


Figure 12 : Trajectoire de vol du HB-3412 selon le relevé de la trajectoire de vol (bleu). Source de la carte de base : Office fédéral de topographie.



## Annexe 2 : Liste chronologique des événements survenus dans le cadre de la recherche et du sauvetage

Le tableau suivant contient tous les événements pertinents de l'action de recherche et de sauvetage (*Search And Rescue – SAR*) selon les protocoles réunis des organisations participant à l'action SAR. Un glossaire expliquant les abréviations se trouve à la fin du tableau.

Moment	Durée depuis l'accident	Événement
17h29	0:00	Accident
18h00	0:31	Le FIC Zurich appelle l'aérodrome de Locarno pour se renseigner sur le HB-KLB. Pas de réponse au téléphone.
18h01	0:32	Le FIC Zurich appelle deux fois HB-KLB sur la fréquence. Pas de réponse.
18h22	0:53	Les quatre derniers pilotes de vol de distance atterrissent sur le terrain d'aviation d'Amlikon entre 18h00 et 18h22. Des collègues ont eu un contact radio avec le pilote du HB-3412 alors qu'il était dans le Mattertal.
19h30	2:01	A l'aérodrome d'Amlikon, on commence à s'inquiéter à propos du pilote du HB-3412. Le GliderTracker et le FlightRadar ne permettent pas de localiser le HB-3412, mais il y a d'autres planeurs dans les airs. Aucun contact radio n'est possible depuis le sol. Les messages WhatsApp ne sont pas réceptionnés. Aucun contact n'est possible par téléphone. D'autres tentatives de contact périodiques restent infructueuses.
19h45	2:16	Un collègue de l'aérodrome d'Amlikon se rend avec une station au sol dans un endroit plus favorable avec une liaison visuelle dans les Alpes et tente en vain d'établir un contact radio avec le HB-3412. Il est décidé d'entreprendre un vol de recherche, en premier lieu dans l'intention de contacter par radio des planeurs qui pourraient éventuellement aider en tant que relais. Le chef d'aérodrome est informé, celui-ci vérifie également via les outils OGN s'il peut localiser le HB-3412.
20h05	2:36	Le chef d'aérodrome d'Amlikon informe le RCC que le HB-3412 a disparu. Il n'y a pas de FPL. Aucun signal de détresse ELT n'a été reçu.
20h16	2:47	Des collègues de l'aérodrome d'Amlikon tentent en vain de joindre par téléphone un expert SAR de FLARM Technology Ltd (désigné par la suite par SAR-FLARM).
20h23	2:54	Le SAR-FLARM contacte les collègues de l'aérodrome d'Amlikon et apprend que le HB-3412 a disparu ; dernier contact à 16h00 environ dans la région du Mattertal. Il promet de commencer immédiatement l'analyse des données et recommande de faire pression sur le RCC afin de pouvoir encore agir à la lumière du jour. Par la suite, le chef d'aérodrome d'Amlikon contacte à nouveau le RCC pour l'informer des derniers contacts radio en Valais et demande une localisation mobile. Le RCC se met alors à la recherche du HB-3412 : > Appel FIC Zurich : pas de contact sur la fréquence > Appel FIC Genève : pas de contact sur la fréquence.
20h30	3:01	Des collègues de l'aérodrome d'Amlikon entament un vol de recherche en direction d'Amden-Wildhaus-Bad Ragaz et lancent un appel sur différentes fréquences, sans succès. Contact avec l'aérodrome de Bad Ragaz ; des planeurs sont encore en route dans le Prättigau.
20h38	3:09	Le SAR-FLARM tente de déterminer l'ID du Flarm du HB-3412 afin de pouvoir analyser les données. Un nouveau Flarm a été installé sur le HB-3412 et l'ID n'a probablement pas été mis à jour dans l'OGN. Grâce à l'heure de départ exacte, l'ID a pu être attribuée.
20h46	3:17	Le SAR-FLARM informe les collègues de l'aérodrome d'Amlikon de la zone de recherche de l'Engadine ; ceux-ci se dirigent vers Bad Ragaz.
20h47	3:18	Le SAR-FLARM alerte la Rega et lui communique le lieu de recherche déterminé sur la base de l'analyse des données (coordonnées du lieu présumé de l'accident du HB-3412) près de Bivio/Julier.
20h48	3:19	Le SAR-FLARM informe les collègues de l'aérodrome d'Amlikon et leur envoie les données de l'IGC ; après analyse des données, ceux-ci interrompent leur vol de recherche.



Moment	Durée depuis l'accident	Événement
20h53	3:24	Le CIH de la Rega convoque l'équipage de la base d'Untervaz et lui communique les coordonnées ; l'équipage veut monter le projecteur de recherche et se mettre en route.
20h56	3:27	Le SAR-FLARM appelle l'expert SAR de l'OFAC (désigné ci-après par SAR-BAZL) et l'informe de la disparition du planeur, de son appel à la Rega et de sa position à Bivio/Julier. Le SAR-BAZL contacte ensuite le RCC.
20h59	3:30	Le SAR-FLARM appelle une nouvelle fois le SAR-BAZL et lui fait part de son évaluation sur la base des données disponibles, à savoir qu'il pourrait s'agir d'une collision et qu'un deuxième avion pourrait se trouver au même endroit. Le SAR-BAZL contacte ensuite le RCC ; ce dernier tente de déclencher un repérage de téléphone portable par Fedpol et convoque l'hélicoptère SAR via le SDO ; le PIC doit appeler le RCC avant le décollage pour s'enquérir de l'état actuel de la situation.
21h00	3:31	Le SAR-FLARM appelle le CIH et l'informe sur la possible recherche d'une deuxième épave.
21h06	3:37	Décollage de l'hélicoptère de sauvetage de la Rega depuis la base d'Untervaz.
21h06	3:37	Le RCC informe la Rega que l'hélicoptère SAR décolle également d'Alpnach ; on suppose qu'il s'agit d'une collision entre deux planeurs.
21h09	3:40	Le CIH informe l'équipage de l'hélicoptère de sauvetage que l'hélicoptère SAR est également en route depuis Alpnach et qu'il y a éventuellement eu une collision entre deux planeurs ; l'équipage fait savoir qu'il souhaite qu'un hélicoptère de sauvetage supplémentaire soit sur place.
21h14	3:45	Le SAR-FLARM envoie un courriel avec les coordonnées du lieu présumé de l'accident et l'indication de la présence possible d'un autre aéronef à la Rega, aux Forces aériennes <sup>41</sup> , au SAR-BAZL et à la Fedpol.
21h21	3:52	L'équipage de l'hélicoptère de sauvetage signale au CIH qu'il a trouvé le planeur (HB-3412).
21h22	3:53	Le SAR-FLARM envoie un nouveau courriel au même cercle de destinataires que le premier, avec en annexe le lieu présumé de l'accident du HB-3412 en coordonnées suisses et les données de trajectoire évaluées sous forme de fichier kml.
21h25	3:56	Coucher du soleil selon le manuel VFR
21h27	3:58	L'équipage de l'hélicoptère de sauvetage signale au CIH que le pilote du HB-3412 a été mortellement blessé et qu'il a reçu des signaux ELT, mais n'a pas entendu de deuxième ELT. L'hélicoptère SAR n'est pas encore sur place.
21h31	4:02	Le SAR-FLARM envoie un message au SAR-BAZL avec une image de la dernière partie de la trajectoire évaluée du HB-3412, y compris le profil d'altitude.
21h38	4:09	Le CIH se renseigne auprès du SAR-FLARM pour savoir si le planeur est monoplace, ce qu'il confirme.
21h42	4:13	En concertation avec la police et le ministère public, il est décidé de reporter au lendemain la récupération du corps du pilote du HB-3412. L'équipage de l'hélicoptère de sauvetage décide de rentrer à la base.
21h48	4:19	L'équipage de l'hélicoptère de sauvetage signale au CIH qu'un orage est en cours et confirme n'avoir reçu qu'un seul ELT.
21h51	4:22	Le CIH informe le RCC que l'équipage de l'hélicoptère de sauvetage a trouvé le planeur et qu'il n'a reçu qu'un seul ELT, qu'un orage se prépare et qu'il n'est plus possible de poursuivre la mission de vol ; l'équipage retourne maintenant à la base.

<sup>41</sup> L'adresse électronique utilisée n'était pas celle du RCC, ce qui signifie que ce courriel a bien été envoyé aux Forces aériennes, mais pas directement au RCC.

Moment	Durée depuis l'accident	Événement
21h57	4:28	Le SAR-FLARM envoie un nouveau courriel au même cercle de destinataires que les précédents, en indiquant qu'il ne trouve pas d'autre avion dans la base de données Flarm ni dans FlightRadar à l'heure et dans la zone concernées ; si toutefois le RCC Suisse ou un RCC étranger voisin déclare un avion disparu qui pourrait se trouver dans la région (Julier, 17h29 heure locale, 15h29 UTC), il faudrait alors rechercher un deuxième avion dans la région ; en conséquence, il recommande une interrogation immédiate auprès des RCC voisins. De même, l'état de l'épave pourrait fournir assez rapidement des indications sur la probabilité ou l'exclusion d'une collision ; si possible, il faudrait le déterminer le plus rapidement possible.
22h01	4:32	Atterrissage de l'hélicoptère de sauvetage sur la base d'Untervaz.
22h05	4:36	Le SDO signale que l'hélicoptère SAR ne décolle pas parce que la Rega a localisé le planeur.
22h05	4:36	Fin du crépuscule civil selon le manuel VFR
22h09	4:40	L'équipage de l'hélicoptère de sauvetage demande au CIH s'il s'agit seulement d'une supposition concernant le deuxième avion, ce que le CIH confirme. Il n'y aurait pas de deuxième avis de disparition ni d'indices concrets.
22h47	5:18	Les Forces aériennes écrivent un courriel au SAR-FLARM et le remercient pour les informations fournies ; le RCC Suisse traite le cas.
23h52	6:23	La PolCa des Grisons (GR) prévoit les moyens d'intervention suivants pour les travaux de dégagement de l'épave du HB-3412 et le transport du corps du pilote le lendemain : > SESE : 2 personnes par hélicoptère de Payerne à Samedan (atterrissage à 09h00) > PolCa : rendez-vous à l'aérodrome de Samedan à 08h00 > Police alpine : 4 personnes > CIV : 2 personnes > SPC : 1 personne > Heli Bernina
04h55	11:26	Début de l'aube civile selon le manuel VFR
05h35	12:06	Lever du soleil selon le manuel VFR
09h20	15:51	Un membre du club informe le président du GVMN que le HB-KLB n'est pas à l'aérodrome de Neuchâtel, que l'avion a décollé hier de Samedan mais que les deux pilotes ne répondent pas aux appels téléphoniques.
09h25	15:56	Le président du GVMN demande à Skyguide, au numéro de téléphone 0800 437 837 pour la fermeture des plans de vol en Suisse, si des informations sur le HB-KLB sont disponibles, sans résultat.
10h11	16:42	Le président du GVMN informe le RCC de l'absence du HB-KLB et donne les détails dont il a connaissance : vol samedi avec 2 pilotes et 2 passagers de Neuchâtel (15h30) à Samedan, puis de Samedan (17h19) à Locarno, l'avion n'est pas revenu à Neuchâtel, l'équipage et les passagers sont injoignables, Locarno a confirmé que l'avion n'y a jamais atterri. Le RCC procède ensuite aux clarifications suivantes concernant la HB-KLB : > Pas de FPL pour le vol de Samedan à Locarno > Appel FIC Zurich : les clarifications sur l'existence d'un contact prendront un certain temps > Appel FIC Genève : le contact a été établi, mais sur le tronçon Neuchâtel - Samedan > Vol non trouvé dans FlightRadar > Contact téléphonique impossible avec l'équipage et les passagers > Mandat à l'OFCOM d'écouter la fréquence de secours 121.5 MHz > Confirmation de Locarno : définitivement pas de mouvement du HB-KLB le samedi > Demande aux Forces aériennes de vérifier les données des radars primaires.
11h23	17:54	Le RCC informe le SAR-BAZL ; ce dernier contacte ensuite l'aérodrome de Samedan et l'un des collaborateurs du SESE sur place.

Moment	Durée depuis l'accident	Événement
11h36	18:07	Le FIC de Zurich contacte le RCC pour l'informer que le dernier contact avec le HB-KLB a eu lieu à 15h20 UTC au-dessus du col du Julier et que l'équipage a indiqué qu'une route via le San Bernardino était prévue. Par la suite, le FIC aurait encore fait deux tentatives de prise de contact sans avoir reçu de réponse.
11h45	18:16	Le RCC demande au président du GVMN si le HB-KLB est équipé d'un système Flarm. Celui-ci le confirme, mais mentionne que la dernière version du micrologiciel ( <i>firmware</i> ) n'a pas été mise à jour. Le RCC informe ensuite le SAR-BAZL, qui se charge de clarifier l'exploitation des données.
11h53	18:24	L'OFCOM ne reçoit pas de signal sur 121.5 MHz.
11h54	18:25	Le SAR-BAZL informe le SAR-FLARM par courriel qu'un deuxième avion est recherché : HB-KLB, décollage à 17h15 de Samedan via Julier-San Bernardino-Locarno, dernier contact à 17h20 avec le FIC, 4 personnes à bord, Flarm installé, personne de contact : président du GVMN.
11h54	18:25	L'hélicoptère SAR est déclenché. La PoCa GR est informée.
12h08	18:39	Le RCC Italie signale au RCC qu'aucune information n'est disponible.
12h18	18:49	Le RCC se renseigne auprès de la Rega sur les coordonnées du lieu du crash du HB-3412 ; un deuxième avion est encore porté disparu. Le RCC transmet ensuite cette information à l'équipage de l'hélicoptère SAR.
12h18	18:49	Le SAR-BAZL se renseigne auprès du président du GVMN au sujet du Flarm ; ils n'auraient pas reçu de données Flarm.
12h31	19:02	Le SAR-BAZL envoie un message à l'un des collaborateurs du SESE sur place pour lui demander d'examiner le HB-3412 à la recherche de traces de collision, car le HB-KLB était au même endroit au même moment et a disparu. Le collaborateur du SESE répond qu'il n'a pas trouvé d'indices sur l'épave du planeur.
12h39	19:10	Le RCC demande à la Fedpol de localiser les téléphones portables ; les deux appareils ne sont pas connectés. Le service de piquet est mobilisé pour trouver les derniers emplacements connus.
12h50	19:21	Le SAR-FLARM appelle le SAR-BAZL et reçoit les mêmes informations que ce dernier avait déjà envoyées par courriel auparavant.
12h57	19:28	Le SAR-FLARM appelle le président du GVMN, mais n'apprend aucune nouvelle pertinente pour le SAR.
13h27	19:58	L'hélicoptère SAR décolle ; une coordination avec la PoCa GR est établie.
13h38	20:09	En accord avec l'équipage de l'hélicoptère SAR, le RCC ne convoque pas encore la Rega pour l'aider dans ses recherches ; une information préalable est faite à la Rega.
13h40	20:11	Des personnes sur place, occupées à récupérer le HB-3412, décident, en attendant l'arrivée de l'hélicoptère SAR, d'effectuer un vol de recherche avec l'hélicoptère d'Héli Bernina disponible sur place et découvrent l'épave du HB-KLB.

**Tableau 4** : Liste chronologique des événements de l'action SAR

## Glossaire

CIH	Centrale d'intervention des hélicoptères de la Rega
CIV	Chef d'intervention volant (de la police)
Données de l'IGC	<i>International Gliding Commission</i> , format de fichier des enregistrements de trajectoire de vol dans les systèmes Flarm (entre autres)
ELT	<i>Emergency Locator Transmitter</i> , balise de détresse
Fedpol	<i>Federal Office of Police</i> , Office fédéral de la police
FIC	<i>Flight Information Centre</i> , centre d'information de vol
FlightRadar	Flightradar24.com, Service en ligne de représentation en temps réel de la position d'un aéronef (basé sur un transpondeur)

---

FPL	<i>Flight Plan</i> , plan de vol
GliderTracker	glidertracker.org - OGN Websocket Client, service en ligne pour la représentation en temps réel de la position des aéronefs (basé sur Flarm)
Hélicoptère SAR	Hélicoptère des Forces aériennes spécifiquement équipé pour le SAR
ID du Flarm	Code d'identification individuel d'un système Flarm, composé de 6 caractères ; pour les aéronefs équipés d'un transpondeur, l'ID FLARM doit impérativement correspondre à l'adresse HEX OACI de l'aéronef.
OFCOM	Office fédéral de la communication
OGN	<i>Open Glider Network</i> , système de suivi basé sur Flarm et Internet pour planeurs et autres aéronefs
PIC	<i>Pilot in Command</i> , pilote responsable
PolCa	Police cantonale
RCC	<i>Rescue Coordination Centre</i> , centre de coordination du SAR
SPC	Service de police scientifique (de la police)
SDO	<i>Senior Duty Officer</i> , Officier de piquet des Forces aériennes