



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 SIS
Swiss Transportation Safety investigation Board STSB

Rapport final n° 2364 du Service suisse d'enquête de sécurité SESE

concernant l'accident de l'hélicoptère
Airbus Helicopters AS 350 B3, HB-ZGV,

survenu le 27 juillet 2016

Gorge du Chauderon, commune de
Montreux (VD)

Remarques générales sur le présent rapport

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

Conformément à l'article 3.1 de la 11^e édition de l'annexe 13, applicable dès le 10 novembre 2016 de la Convention relative à l'aviation civile internationale (OACI) du 7 décembre 1944, ainsi que selon l'article 24 de la loi fédérale sur l'aviation, (LA, RS 748.0) du 21 décembre 1948, état le 7 mai 2020, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention d'accidents ou d'incidents graves. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave. Le présent rapport ne vise donc nullement à établir les responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

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

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

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

Sauf indication contraire, toutes les heures indiquées dans ce rapport le sont en heure normale valable pour le territoire suisse (*Local Time* – LT), qui, au moment de l'accident, correspondait à l'heure normale d'été d'Europe centrale (CEST). La relation entre LT, CET et l'heure universelle coordonnée (*coordinated universal time* – UTC) est :

LT = CEST = UTC + 2 h.

Rapport final

Type d'aéronef	Airbus Helicopters AS 350 B3 « Écureuil » HB-ZGV			
Exploitant	Swift Copters SA, Case postale 168, 1215 Genève			
Propriétaire	SG Equipment Finance Suisse SA, Gladbachstr. 105 8044 Zurich			
Pilote	Citoyen suisse, né en 1974			
Licence	Licence de pilote professionnel d'hélicoptère (<i>Commercial Pilot Licence Helicopter</i> – CPL(H)) selon l'agence européenne de la sécurité aérienne (EASA), délivrée par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC)			
Heures de vol	Total	4890 h	au cours des 90 derniers jours	148:15 h
	sur le type en cause	4567 h	au cours des 90 derniers jours	148:15 h
Lieu	Gorge du Chauderon, commune de Montreux (VD)			
Coordonnées	143 241 / 560 793	Altitude	env. 710 m/m	
Date et heure	27 juillet 2016, 10 h 24			
Catégorie de vol	Commercial			
Règles de vol	Règles de vol à vue (<i>Visual Flight Rules</i> – VFR)			
Lieu de départ	Sion (LSGS)			
Destination	Sion (LSGS)			
Phase de vol	Croisière			
Nature de l'accident	Collision avec un câble			
Dommages aux personnes				
Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Nombre total de personnes à bord	Tierces personnes
Mortelles	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Légères	0	0	0	0
Aucune	1	2	3	Sans objet
Total	1	2	3	0
Dommages à l'aéronef	Dommages légers au niveau du patin d'atterrissage et de la partie inférieure du revêtement du fuselage			
Autres dommages	Câble de fibre optique sectionné			

1 Exposé des faits

1.1 Situation avant les faits et déroulement du vol

1.1.1 Généralités

La description de la situation avant les faits et du déroulement du vol se base sur les données d'un enregistreur de vol qui se trouvait à bord de l'hélicoptère (cf. chapitre 1.5) ainsi que sur les déclarations du pilote, des passagers et d'un témoin oculaire.

Il s'agissait d'un vol de travail aérien effectué selon les règles de vol à vue.

1.1.2 Antécédents

La veille au soir de l'accident, le pilote est mandaté par l'exploitant de l'hélicoptère pour voler, à des fins d'inspection visuelle, le long de plusieurs tronçons de lignes aériennes du réseau à haute tension du Valais jusqu'à Romanel, au nord de Lausanne. Pour ce mandat, il est prévu que deux collaborateurs de l'entreprise d'entretien responsable des lignes aériennes contrôlent l'état de ces lignes depuis l'hélicoptère. Il s'agit de la première mission de vol sur le tronçon de lignes aériennes impliqué dans l'accident aussi bien pour le pilote que pour les deux collaborateurs.

Le 27 juillet 2016 à 6 h 20, le pilote arrive à l'aérodrome de Sion (LSGS) et prépare le vol. Il prépare ensuite l'hélicoptère du type Airbus AS 350 B3, immatriculé HB-ZGV, pour les quelque trois heures et demie de vol à venir. L'hélicoptère est ravitaillé avec près de 530 litres de carburant.

À 7 heures, les deux collaborateurs arrivent à l'aérodrome. Le pilote entreprend une discussion détaillée avec eux. Cette dernière porte notamment sur le déroulement précis du vol ainsi que sur les obstacles repérés sur la carte des obstacles à la navigation aérienne que le pilote consulte sur sa tablette électronique. L'un des collaborateurs prend ensuite place sur le siège avant gauche et l'autre sur la banquette arrière de l'hélicoptère.

Pendant tout le vol, chacun des collaborateurs a une carte topographique à l'échelle 1:25 000 devant lui, sur laquelle sont représentées les lignes à contrôler. Les obstacles à la navigation aérienne ne sont pas reproduits sur ces cartes.

1.1.3 Déroulement du vol

À 7 h 30, le pilote met en route l'hélicoptère HB-ZGV et prend la direction de Sierre, où il commence le survol du premier tronçon de lignes aériennes, qui va jusqu'au Haut-Valais. Vers 8 h 20, le pilote atterrit à la centrale électrique d'Ackersand au nord de Stalden pour faire une pause. Au bout d'une trentaine de minutes, il redécolle et survole d'autres tronçons de lignes dans la région du Haut-Valais ainsi que Riddes dans le Bas-Valais. Le vol prend ensuite la direction de Saint-Triphon, où commence le dernier tronçon de lignes à vérifier. Celui-ci s'étend jusqu'à Romanel et longe l'autoroute en direction du Léman. Au sud-ouest de Roche, à l'ouest de l'autoroute, le pilote fait une escale et discute de l'intervention avec d'autres collaborateurs de l'entreprise d'entretien des lignes aériennes (cf. figure 1). Il arrête alors le moteur.

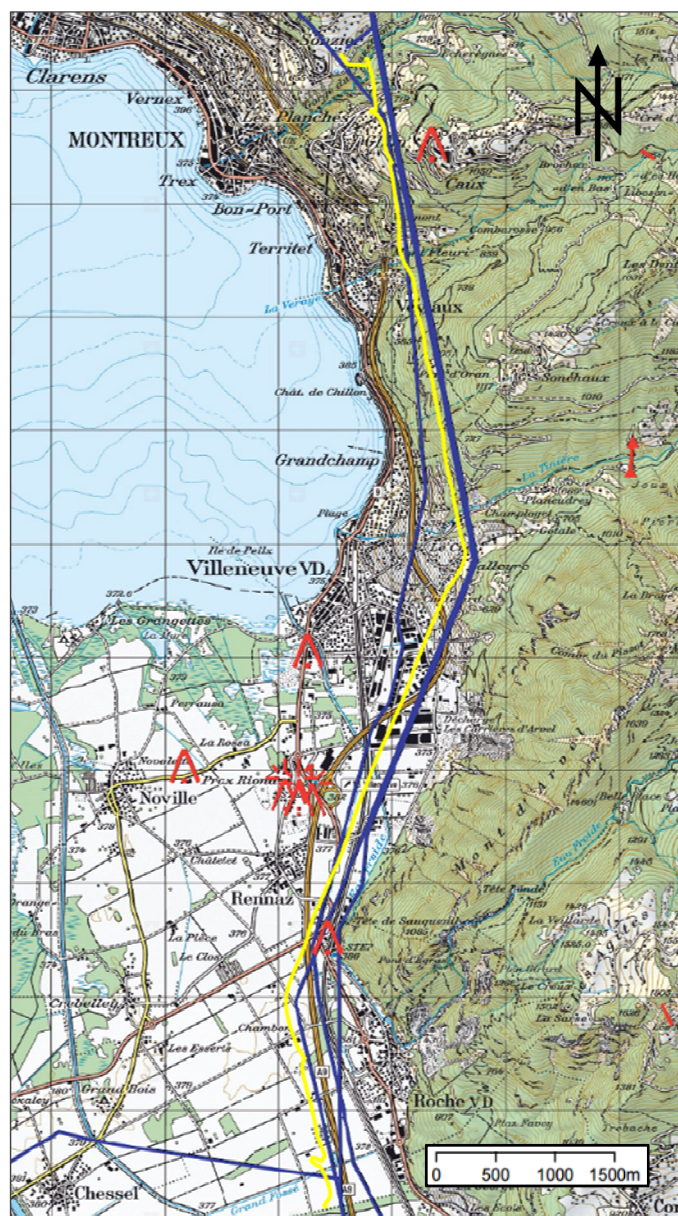


Figure 1 La trajectoire de vol (en jaune) du HB-ZGV selon l'enregistreur de vol, représentée sur une carte avec les obstacles à la navigation aérienne saisis et corrigés après le moment de l'accident (cf. chapitre 4.3) d'après la base de données des obstacles à la navigation aérienne de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC). Les obstacles sont symbolisés en rouge pour les antennes et les mâts, en bleu pour les lignes et les câbles. Source du fond de carte : Office fédéral de topographie.

Peu de temps après, le pilote repart et longe le côté gauche de la ligne aérienne à contrôler en direction du nord. Pendant le vol, l'hélicoptère se trouve toujours à une distance de 50 à 80 mètres de la ligne et vole à une vitesse estimée à 20-30 km/h. L'hélicoptère étant tourné de près de 50 degrés autour de son axe vertical vers la ligne, cela le fait voler en se décalant vers la gauche. La plupart du temps, il vole légèrement sous le câble de garde¹, qui, de son côté, passe au-dessus du sommet du mât, de sorte que les différents câbles conducteurs peuvent être contrôlés sous un petit angle de dépression. Le collaborateur se trouvant à l'arrière est assis à droite derrière le pilote lors du survol de ce tronçon de lignes aériennes.

¹ Le câble de garde est un câble électriquement conducteur mis à la terre, qui joue un rôle de paratonnerre au-dessus des lignes aériennes à haute tension.

L'itinéraire de vol se poursuit vers Villeneuve, puis du côté est de l'autoroute jusqu'à Glion. Là, le pilote analyse la situation des câbles, d'abord à l'est, puis au nord de Glion en faisant un cercle complet ou plutôt une boucle. Ensuite, le parcours de vol se poursuit par une légère descente au-dessus des gorges du Chauderon (cf. figure 2).

Alors que l'hélicoptère se trouve approximativement au-dessus de l'emplacement le plus profond de la gorge, le pilote aperçoit subitement un câble noir plus épais devant le patin d'atterrissage gauche. Celui-ci passe à 90 degrés environ par rapport à l'axe longitudinal de l'hélicoptère. Au même moment, le collaborateur assis devant à gauche remarque lui aussi ce câble et en fait part oralement au pilote en utilisant le système de communication de bord. Le pilote tente de survoler le câble en tirant le levier de commande de pas collectif.

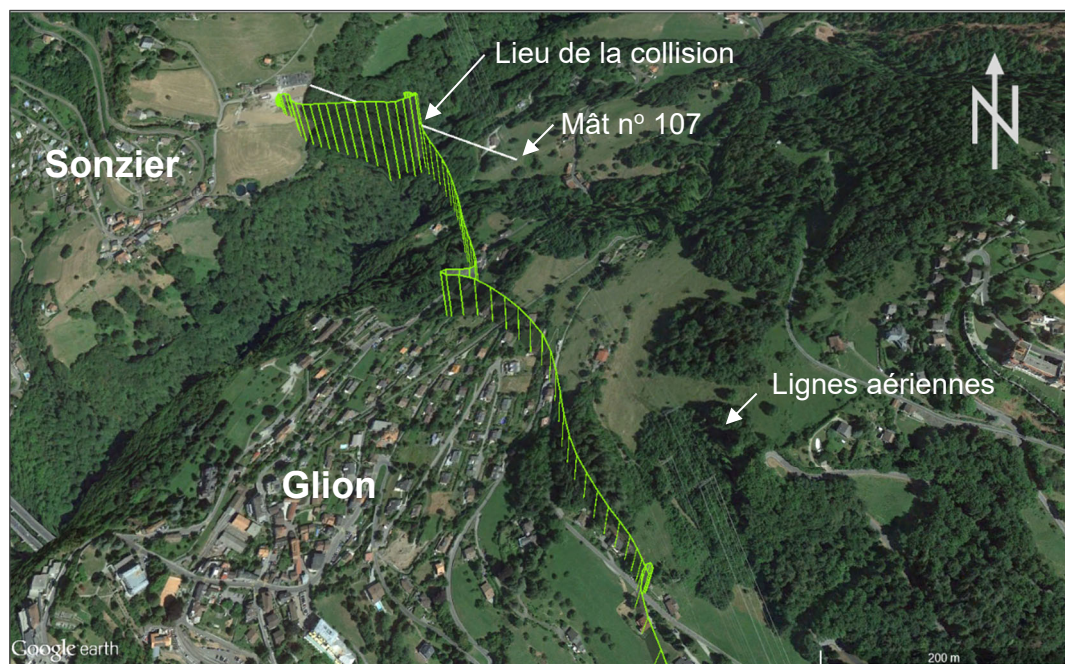


Figure 2 Dernier tronçon parcouru par le HB-ZGV selon l'enregistreur de vol, illustré depuis Google Earth. Les deux lignes aériennes parallèles sont visibles à l'est de la trajectoire de vol. Le trait blanc représente le câble de fibre optique qui, depuis la centrale de Sonzier, passe par les gorges pour mener au pylône électrique n° 107 (cf. chapitre 1.7.2).

Le patin gauche de l'hélicoptère entre en collision avec le câble de fibre optique et le sectionne. Ce câble part d'un mât d'antenne à la centrale de Sonzier et s'étend en direction du sud-est, à travers les gorges, vers le pylône électrique n° 107. Ce mât appartient à la ligne aérienne située à l'est de la ligne à contrôler et est parallèle à celle-ci. Au lieu de la collision le câble présente une hauteur de près de 110 mètres. Le câble de fibre optique n'était pas consigné dans la base de données des obstacles à la navigation aérienne. La partie du câble qui se trouve du côté du mât chute de quelques mètres pour tomber au sol entre deux personnes se trouvant par hasard sur les lieux.

Après la collision, le pilote constate que l'hélicoptère est encore contrôlable et prend une courbe à 180 degrés vers la gauche avant de partir vers la droite en direction de la centrale de Sonzier pour se poser dans une prairie. Entre le moment du départ à Sion et cet atterrissage, le vol aura duré deux heures.

Les personnes à bord n'ont pas été blessées, ni aucune tierce personne.

1.2 Renseignements sur les personnes

1.2.1 Pilote

En 2005 et en 2006, le pilote a souvent effectué des interventions dans la région où a eu lieu la collision, atterrissant à chaque fois à la centrale électrique de Sonzier avec l'hélicoptère. C'était en revanche la première fois qu'il volait ce tronçon de lignes spécifique. Après l'accident, il s'est souvenu d'un câble qui partait de la centrale en direction de cette ligne à haute tension. Au cours du vol en question, cela ne lui est toutefois pas revenu à l'esprit.

Rien n'indique que le pilote ait souffert de problèmes de santé lors du vol de l'accident.

1.2.2 Collaborateurs de l'entreprise d'entretien des lignes aériennes

Il s'agissait du premier vol sur le tronçon de lignes de l'accident pour les deux collaborateurs. Ils ne connaissaient pas la région de l'intervention autour de Sonzier. Ils n'avaient aucune connaissance du câble de fibre optique.

1.3 Renseignements sur l'aéronef

1.3.1 Informations générales

Immatriculation	HB-ZGV
Type d'aéronef	Airbus Helicopters AS 350 B3 « Écureuil »
Caractéristiques	Hélicoptère monomoteur polyvalent à six places avec un train d'atterrissage à patins. Rotor principal à trois pales, rotor anticouple classique.
Masse et centre de gravité	La masse comme le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites par le manuel de vol de l'aéronef (<i>Flight Manual – FM</i>).
Entretien	Les derniers travaux d'entretien ont eu lieu le 21 juillet 2016 à 8299:24 heures.
Restrictions techniques	Aucune

D'après les indications du pilote, l'hélicoptère était en parfait état technique.

Le HB-ZGV n'était pas équipé d'un dispositif coupe-câble.

1.3.2 Dommages à l'aéronef

L'hélicoptère HB-ZGV a été légèrement endommagé par la collision avec le câble de fibre optique (cf. figure 3). La tôle de raccordement intérieure, reliant le patin d'atterrissage gauche au marchepied, a été tordue. Des traces d'abrasion noires provenant du câble de fibre optique ont été observées sur la partie inférieure de l'avant droit du revêtement du fuselage de l'hélicoptère.



Figure 3 L'hélicoptère HB-ZGV après son atterrissage de précaution induit par la collision avec le câble. Tôle de raccordement intérieure tordue au niveau du patin d'atterrissage gauche ① et revêtement du fuselage présentant des traces d'abrasion venant du câble de fibre optique ②. En haut à gauche de l'image se trouve le sommet du pylône électrique n° 107 ③, où était fixée l'une des extrémités du câble de fibre optique.

1.3.3 Dispositifs de navigation

Un dispositif de navigation de type Garmin 400 était intégré dans le HB-ZGV. Il s'agit d'un système de navigation GPS qui affiche sur un écran dans le cockpit la position de l'aéronef ainsi que la destination choisie sous forme d'une carte simple. Le pilote avait en outre installé un dispositif mobile de type Garmin 495 dans le cockpit. Il utilisait ce dernier uniquement pour sauvegarder la position de l'hélicoptère à un instant T en appuyant sur un bouton afin de permettre aux collaborateurs de constater les anomalies au niveau des lignes aériennes.

Sur ces deux dispositifs de navigation, le système ne permet ni la représentation de cartes géographiques détaillées ni d'obstacles à la navigation aérienne reposant sur une base de données.

1.4 Renseignements météorologiques

1.4.1 Situation météorologique générale

Une crête anticyclonique s'étendait au sol du Golfe de Gascogne vers l'Europe centrale. En altitude, un creux barométrique d'onde courte allait des îles britanniques aux Alpes maritimes. Le long du Jura persistait une zone frontale quasi-stationnaire.

1.4.2 Situation météorologique au moment de l'accident

À Montreux et aux alentours, le temps était ensoleillé avec des nuages orographiques et des *cumulus congestus* (TCU) s'observaient sur la Savoie. De La Côte en passant par Lavaux et jusqu'aux environs de Montreux, le vent thermique local s'était installé avec sa brise de pente.

Météo/nuages	1/8 – 2/8 à 3900 pieds AMSL ²
Visibilité	Une vingtaine de kilomètres d'une manière générale, localement réduite en raison de la brume humide et du contre-jour.
Vent à Montreux	270 degrés, 3 nœuds
Température / point de rosée à 1000 m AMSL	18 °C / 16 °C
Pression atmosphérique (QNH)	1019 hPa, pression réduite au niveau de la mer, calculée à l'aide des valeurs de l'atmosphère type de l'OACI ³
Dangers	Lumière diffuse dans l'axe de vision allant de l'est vers le sud-est.

1.4.3 Données astronomiques

Conditions d'éclairage naturel Jour

Position du soleil Azimut : 108 degrés Hauteur : 42 degrés

1.4.4 Situation météorologique indiquée par le pilote

Selon les indications du pilote, la visibilité était bonne et le soleil ne l'aurait pas ébloui au moment de l'accident étant donné sa direction de vol.

1.5 Appareils d'enregistrement

Le HB-ZGV était équipé d'un système de surveillance des données de vol (*Flight Data Monitoring* – FDM), qui collecte et analyse différents paramètres concernant le vol et le moteur. Toutes les deux secondes, ces paramètres sont sauvegardés dans un enregistreur de données ainsi que lors d'un dépassement éventuel d'une limitation.

Pour le présent vol, toutes les données pertinentes étaient disponibles et plausibles. Pour les vols ayant eu lieu le jour de l'accident, aucun dépassement n'a été enregistré.

1.6 Renseignements sur les systèmes autonomes de détection d'obstacles

Des systèmes de détection d'obstacles qui reposent sur la technologie laser sont déjà en usage aussi bien dans l'aviation militaire que paramilitaire.

Ces systèmes aident le pilote à reconnaître des obstacles difficilement visibles ou partiellement non visibles, par exemple les câbles fins, ce qui est notamment très utile pour les manœuvres de vol à proximité du sol.

En fonction du système, les objets détectés sont classifiés en temps réel selon leur niveau de risque et leur type (câble, arbre, antenne, etc.) et s'affichent sous forme de symboles différents sur l'écran projeté sur le viseur du casque (visualisation tête haute) ou au moyen d'un autre type d'affichage. L'avantage de la visualisation tête haute ou VTH réside dans le fait que les pilotes peuvent maintenir leur regard vers l'extérieur.

² AMSL : *Above Mean Sea Level*, au-dessus du niveau moyen de la mer

³ OACI : Organisation de l'aviation civile internationale

1.7 Informations complémentaires

1.7.1 Obstacles à la navigation aérienne

1.7.1.1 Ordonnance sur l'infrastructure aéronautique

Depuis le 1^{er} janvier 1995, les obstacles à la navigation aérienne doivent obligatoirement être annoncés conformément à l'Ordonnance sur l'infrastructure aéronautique (OSIA, RS 748.131.1) du 23 novembre 1994. Par obstacles à la navigation aérienne, on entend : « *les constructions, les installations et les plantes, y compris les objets temporaires, qui pourraient gêner, mettre en danger ou empêcher la circulation des aéronefs ou l'exploitation des installations de navigation aérienne, notamment les grues, les installations à câbles, les lignes à haute tension, les antennes, les câbles et les fils.* ». Une obligation d'annoncer existait déjà pour certains cas dans les directives fédérales précédentes.

Dès le 1^{er} janvier 2011 les annonces obligatoires ont été remplacé par de nouvelles autorisations. Le jour de l'accident l'OSIA (état au 1^{er} décembre 2015) avec les articles pertinents suivants était en vigueur. Dans le contexte du cas présent, les articles suivants sont pertinents :

« *Titre 5 Données de terrain et d'obstacles*

Chapitre 1 Dispositions générales

[...]

Art. 58b Compétences

1 L'OFAC tient à jour un registre des obstacles annoncés ou définis comme tels.

[...]

Art. 59 Service cantonal d'annonce

Les cantons désignent les services cantonaux chargés de recevoir les annonces concernant les obstacles, de procéder à leur examen formel et de les transmettre à l'OFAC.

[...]

Art. 60 Devoir de coopération

Les autorités cantonales et communales, les propriétaires d'obstacles et les exploitants d'aérodromes apportent leur appui à l'OFAC ou au sous-traitant qu'il a mandaté, et mettent à leur disposition tous les documents et renseignements requis.

[...]

Chapitre 2 Obligation de solliciter une autorisation et obligation d'annoncer

[...]

Art. 63 Construction et modification d'obstacles

Le propriétaire doit solliciter l'autorisation de l'OFAC pour construire ou modifier des bâtiments, des installations et des plantations si l'objet:

[...]

b. atteint une hauteur ou se situe à une distance du sol de 25 m ou plus dans une autre zone qu'une zone construite, ou

[...]

Art. 64 Demande

¹ Le propriétaire adresse sa demande d'autorisation à l'OFAC par l'intermédiaire du service cantonal d'annonce. Il y joint au moins les documents et les renseignements suivants:

[...]

e. les coordonnées géographiques et altitude de l'objet; pour les câbles et les installations à câbles, ces données doivent être indiquées pour chaque mât;

f. les dimensions de l'objet (longueur, largeur, hauteur);

g. le plan de situation au 1:25 000;

h. pour les câbles et les installations à câbles: le profil en long;

[...]

Chapitre 3 Traitement

Art. 66 Examen et décision

¹ L'OFAC détermine par voie de décision, en accord avec le DDPS:

a. si le bâtiment, l'installation ou la plantation constitue un obstacle;

b. si le bâtiment, l'installation ou la plantation peut être érigé ou modifié;

c. s'il y a lieu de procéder au levé et les exigences que celui-ci doit satisfaire;

d. si des mesures de sécurité doivent être prises, et le cas échéant lesquelles, en faveur de l'aviation (modification du projet, publication, marquage, balisage, etc.).

[...]

Art. 67 Adaptation d'installations

¹ L'OFAC ordonne l'adaptation d'un bâtiment, d'une installation ou d'une plantation s'il apparaît après coup que ceux-ci représentent un obstacle.

² Si une suppression totale ou partielle de l'installation est nécessaire, le DETEC peut exercer le droit d'expropriation ou le conférer à des tiers.

[...] »

1.7.1.2 Directive sur les obstacles à la navigation aérienne

Outre l'OSIA, l'OFAC a publié la directive sur les obstacles à la navigation aérienne. Celle-ci définit les mesures de sécurité requises en fonction du type d'obstacle. Au moment de l'accident, la version 1.3 du 9 mars 2015 était en vigueur. La directive ne liste pas explicitement le type d'obstacle « câble téléphonique/câble de fibre optique ». Le plus logique serait de l'intégrer dans la catégorie « Ligne à haute tension » (cf. annexe 1).

1.7.1.3 Base de données des obstacles à la navigation aérienne

La division Sécurité des infrastructures de l'OFAC est responsable de la section Aéroports et obstacles à la navigation aérienne. Cette section gère la base de données dans laquelle sont saisis les obstacles à la navigation aérienne annoncés par les services cantonaux. La situation actuelle des obstacles à la navigation

aérienne, en dehors des aérodrômes, est publiée publiquement sous forme de carte en ligne WeGOM (Web-GIS⁴ *Obstacle Map*). La mise à jour de WeGOM est effectuée deux fois par semaine avec tous les obstacles à publier, qui existent déjà ou seront érigés dans les trois à quatre jours qui suivent.

Les pilotes sont invités à communiquer à l'OFAC, au moyen d'un formulaire d'annonce, toute installation ne figurant pas sur les cartes des obstacles actuelles, mais susceptible d'entraver la sécurité de la navigation aérienne.

1.7.2 Situation des câbles dans la région de l'accident

Au moment de l'accident, la carte des obstacles à la navigation aérienne (WeGOM) de l'OFAC représentait les lignes aériennes du réseau de transport à très haute tension situées dans la région de l'accident de la manière suivante (cf. figure 4).

À l'est du lieu de la collision, trois lignes aériennes parallèles étaient représentées dans l'axe nord-sud et consignées dans la base de données sous les numéros de registre 262-HL-4, 262-HL-5 et 262-HL-8. La ligne aérienne 262-HL-6 partant du sud était elle aussi parallèle aux trois lignes citées avant de toutefois bifurquer vers le nord-ouest à la hauteur de Glion. Une partie de la ligne 262-HL-5 bifurquait également en direction du nord-ouest à l'est de Glion. La ligne aérienne 262-HL-4 et le tronçon orienté au nord-ouest de la ligne 262-HL-5 n'étaient en réalité pas existants.

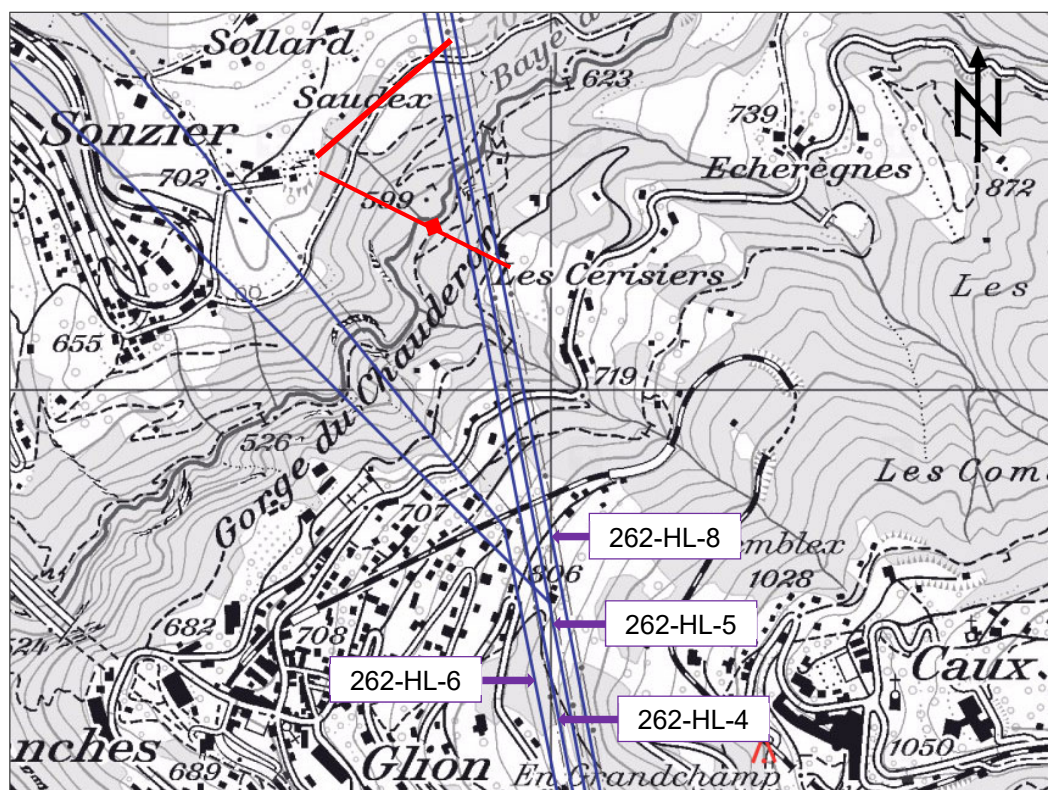


Figure 4 Lignes aériennes du réseau de transport à très haute tension (en bleu) figurant sur la carte des obstacles à la navigation aérienne (WeGOM) de l'OFAC au moment de l'accident. Le câble de fibre optique ainsi que le lieu de la collision (trait rouge fin et carré symbolisant l'emplacement de la collision) et la ligne aérienne (trait rouge épais), qui ne figuraient pas sur la carte des obstacles à la navigation aérienne au moment des faits, ont été reproduits par le SESE. Source du fond de carte : Office fédéral de la topographie.

⁴ Web-GIS : système d'information géographique en ligne

Le câble de fibre optique allant en direction du sud-est à partir de la centrale de Sonzier est représenté en rouge sur la figure 4. La ligne aérienne allant de la centrale vers le nord-est en direction du mât de la ligne 262-HL-5 est également représentée en rouge. Ce câble et cette ligne aérienne n'ont pas été annoncés auprès de l'OFAC au moment de l'accident et par conséquent n'étaient pas référencés sur la carte des obstacles à la navigation aérienne.

1.7.3 Câble de fibre optique

1.7.3.1 Généralités

Dans le cas du câble heurté par l'hélicoptère, il s'agissait d'un câble de fibre optique autoporté enveloppé d'une gaine noire en plastique. Ce câble mesurait approximativement 26 mm de diamètre. Il avait été installé dans les années 1990, la date précise n'étant toutefois pas connue. Il a également changé de propriétaire depuis son installation.

Le câble de fibre optique n'a jamais été annoncé à l'OFAC. Après l'accident, le nouveau câble a été enterré.

1.7.3.2 Parcours du câble

Le câble de fibre optique allait de la centrale de Sonzier au pylône électrique n° 107 en passant par les gorges. Du côté de la centrale, le câble était fixé à un mât d'antenne à une hauteur de près de 14 m au-dessus du sol. Ce mât, qui ne dépassait pas les arbres, s'élevait directement au-dessus de la gorge densément boisée (cf. figure 5) et le câble de fibre optique s'enfonçait quelque peu dans la forêt à partir du mât d'antenne.

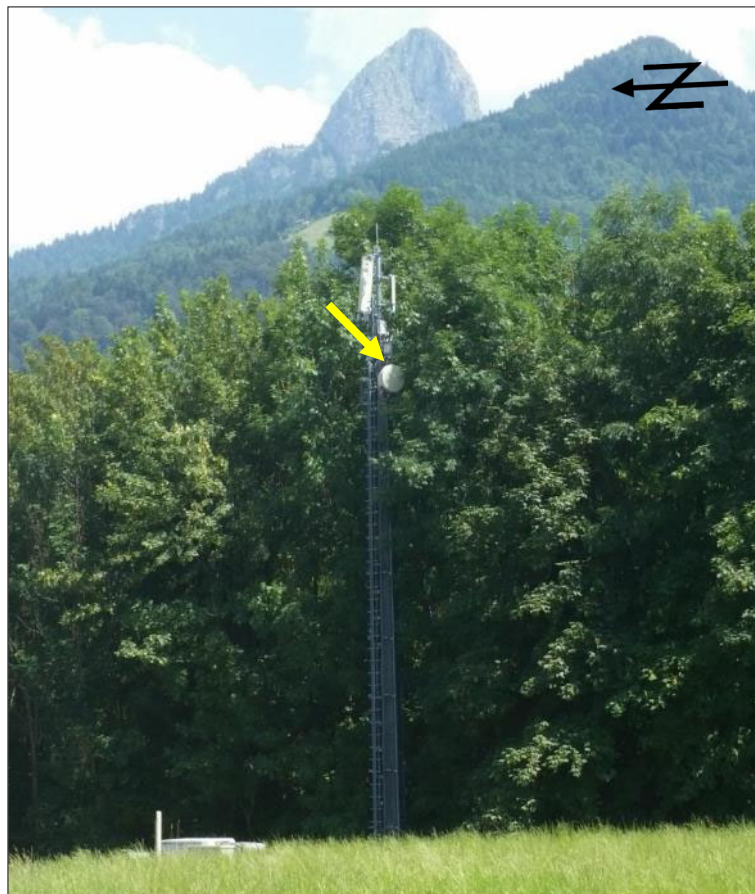


Figure 5 La flèche jaune montre le point d'ancrage du câble de fibre optique au mât d'antenne, à près de 14 mètres au-dessus du sol. Cliché pris le jour de l'accident.

L'autre extrémité du câble de fibre optique était fixée au sommet du pylône électrique n° 107 (cf. figure 6). La deuxième ligne parallèle s'enfonçait un peu plus en profondeur d'un point de vue terrestre, ce qui explique que le mât ne soit pas visible sur la photo. Sur la partie droite de l'image de la figure 6, position (2), on peut voir la ligne partant de la centrale de Sonzier en direction du nord-est (cf. chapitre 1.7.2).

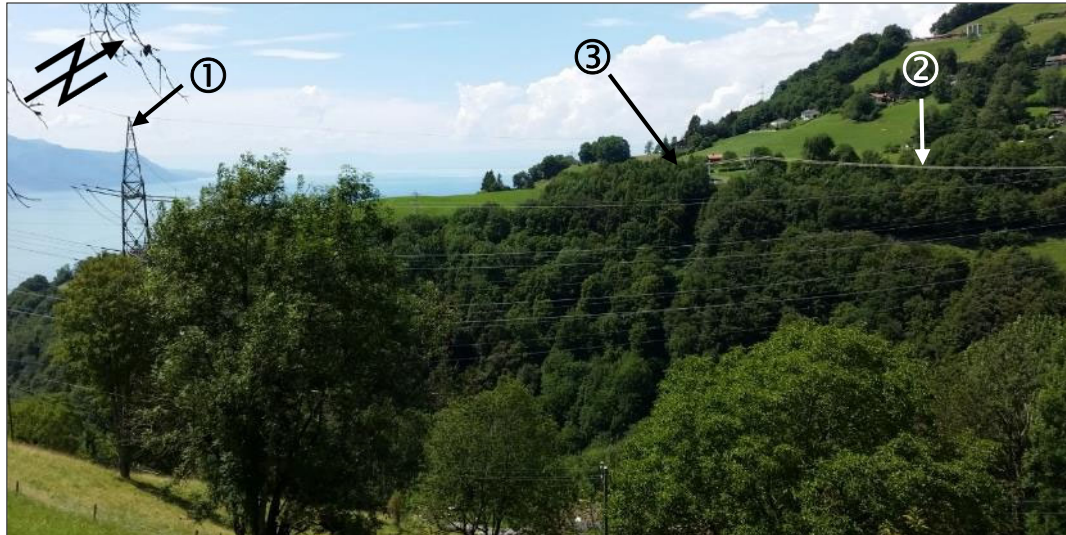


Figure 6 En haut à gauche de l'image se trouve le sommet du pylône électrique n° 107 ①, où était fixée l'une des extrémités du câble de fibre optique. Ligne aérienne ② allant de la centrale de Sonzier en direction du nord-est, et l'emplacement du mât d'antenne derrière la forêt ③. Cliché pris le jour de l'accident.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

2.1.1 Généralités

L'enquête n'a pas mis en évidence de défaillances techniques préexistantes au niveau de l'hélicoptère, susceptibles d'avoir été à l'origine de l'accident ou de l'avoir influencé.

2.1.2 Systèmes de détection d'obstacles

Les systèmes d'avertissement de collision ainsi que les systèmes numériques de visualisation de cartes utilisent les informations consignées dans la base de données des obstacles à la navigation aérienne gérée par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC).

Dans le cas présent, étant donné que le câble de fibre optique n'avait pas été saisi dans cette base de données, ni un système de visualisation de cartes ni un système d'avertissement de collision n'auraient pu permettre d'éviter l'accident. Ces dernières années, il y a eu plusieurs collisions impliquant des hélicoptères avec des câbles non annoncés et donc non consignés dans la base de données.

Un système autonome de détection d'obstacles (cf. chapitre 1.6) permettrait de pallier en grande partie cette faille de sécurité.

2.2 Aspects opérationnels et humains

2.2.1 Déroulement du vol et tactique de vol

Le pilote s'est préparé au vol avec les moyens mis à sa disposition. Au cours de la préparation du vol, le trajet envisagé et les obstacles ont été analysés conjointement avec les deux collaborateurs de l'entreprise responsable de l'entretien des lignes aériennes.

Pour préparer le vol, le pilote a utilisé une tablette électronique qui permet d'afficher les obstacles sur une carte. Pendant le vol, il ne s'est pas servi de cet appareil, préférant donner la priorité à la surveillance visuelle de l'espace aérien. Il a fait une boucle ou un cercle entier pour analyser la situation des câbles. Cette tactique de vol est tout à fait appropriée dans une zone où se trouvent beaucoup de câbles.

En principe, dans le cas d'une topographie de grande envergure, il faut s'attendre à trouver des câbles sur le chemin. Il est en revanche inhabituel qu'un câble parte d'une ligne à haute tension ou d'un mât d'antenne. Dans le cas présent, il faut garder en tête que le mât d'antenne était caché par la forêt et qu'il n'était donc pas possible de le voir. De plus, avec sa gaine noire, le câble de fibre optique était presque impossible à distinguer avec la forêt sombre en toile de fond. Un système autonome de détection d'obstacles aurait tout au plus attiré l'attention du pilote sur ce câble.

2.2.2 Situation des câbles dans la région de l'accident

Les systèmes numériques de visualisation de cartes, où figurent également les obstacles à la navigation aérienne, constituent un outil essentiel pour les pilotes d'aéronefs qui volent à proximité d'un terrain. Pour les zones non construites, la base de données des obstacles à la navigation aérienne gérée par l'OFAC contient tous les obstacles annoncés qui se trouvent à 25 mètres du sol ou plus. L'estimation de la hauteur ainsi que l'annonce à l'OFAC incombent au propriétaire.

Le câble de fibre optique enjambant les gorges se trouvait à près de 110 mètres du sol au lieu de la collision, mais n'avait pas été annoncé à l'OFAC. Par conséquent, les autorités compétentes n'avaient procédé à aucune évaluation et le câble n'était donc pas consigné dans la base de données. De ce fait, aucune obligation de marquer l'obstacle n'avait été prononcée non plus (cf. annexe 1).

La ligne aérienne 262-HL-30172 partait de la centrale de Sonzier en direction du nord-est vers le mât de la ligne 262-HL-5, situé à près de 300 m (cf. figure 7). Cette ligne se trouvait à une distance maximale du sol d'approximativement 45 m. Elle n'avait pas non plus été annoncée à l'OFAC et n'avait donc pas été saisie dans la base de données des obstacles à la navigation aérienne. Elle enjambait une dépression plus importante avec des prairies et passait de manière transversale sous la trajectoire de vol prévue du HB-ZGV. Les pilotes doivent être conscients que ce type de tracé de lignes aériennes représente un danger, en particulier lors de vols de travail aérien en hélicoptère.

La reproduction des obstacles sur la carte des obstacles à la navigation aérienne (WeGOM) (cf. figure 4) comportait des erreurs, ce qui a donné au pilote une image erronée de la situation des obstacles.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- L'hélicoptère était autorisé à effectuer des vols selon les règles de vol à vue (VFR).
- Aussi bien la masse que le centre de gravité de l'hélicoptère respectaient les limites prescrites par le manuel de vol de l'aéronef.
- L'enquête n'a révélé aucune défaillance technique préexistante ayant pu provoquer l'accident ou y contribuer.

3.1.2 Équipage

- Le pilote était en possession des licences nécessaires pour le vol.

3.1.3 Déroulement du vol

- À 7 h 30, le pilote a décollé de Sion (LSGS) avec l'hélicoptère HB-ZGV, en compagnie de deux collaborateurs d'une entreprise d'entretien des lignes aériennes à son bord.
- Au sud-ouest de Roche, le pilote a fait une escale et discuté de l'intervention avec d'autres collaborateurs de l'entreprise d'entretien des lignes aériennes.
- Peu de temps après, le pilote est reparti et a longé le côté gauche de la ligne aérienne à contrôler en direction du nord.
- Pendant le vol, l'hélicoptère se trouvait toujours à une distance de 50 à 80 mètres de la ligne et volait à une vitesse estimée à 20-30 km/h.
- L'hélicoptère étant tourné de près de 50 degrés autour de son axe vertical vers la ligne, cela le faisait voler en se décalant vers la gauche.
- L'altitude de vol se situait sous le câble de garde, qui, de son côté, passait au-dessus du sommet du mât.
- L'itinéraire de vol s'est poursuivi vers Villeneuve, puis du côté est de l'autoroute jusqu'à Glion.
- Le pilote a analysé la situation des câbles, d'abord à l'est, puis au nord de Glion en faisant un cercle complet ou plutôt une boucle.
- Ensuite, le parcours de vol s'est poursuivi par une légère descente au-dessus des gorges du Chauderon.
- Alors que l'hélicoptère se trouvait approximativement au-dessus de l'emplacement le plus profond de la gorge, le pilote a subitement aperçu un câble noir plus épais devant le patin d'atterrissage gauche.
- Au même moment, le collaborateur assis à gauche à l'avant a lui aussi remarqué ce câble et en a fait part oralement au pilote en utilisant le système de communication de bord.
- Le pilote a tenté de survoler le câble en tirant le levier de commande de pas collectif.
- Le patin d'atterrissage gauche de l'hélicoptère est entré en collision avec le câble de fibre optique.
- Le pilote a pu atterrir avec l'hélicoptère légèrement endommagé dans une prairie à proximité de la centrale de Sonzier.

- Les personnes à bord n'ont pas été blessées, ni aucune tierce personne.

3.1.4 Conditions-cadres

- Le câble de fibre optique avec lequel l'hélicoptère est entré en collision s'élevait à près de 110 mètres au-dessus du sol au lieu de la collision.
- Ce câble n'avait pas été annoncé à l'OFAC et n'était donc pas consigné dans la base de données.
- La ligne aérienne 262-HL-4 et le tronçon orienté au nord-ouest de la ligne 262-HL-5 étaient consignés sur la carte des obstacles à la navigation mais n'existaient en réalité pas.
- Les conditions météorologiques n'ont joué aucun rôle dans l'accident.

3.2 Causes

L'accident de l'hélicoptère qui volait à des fins d'inspection visuelle le long d'une ligne aérienne est dû à une collision avec un câble de fibre optique. Les facteurs causaux suivants ont été identifiés :

- le câble de fibre optique était presque impossible à distinguer ;
- le câble de fibre optique n'était pas consigné sur la carte des obstacles à la navigation aérienne, car il n'avait pas été annoncé aux autorités compétentes.

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

4.1 Recommandations de sécurité

Selon l'Annexe 13 de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et l'art. 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, toutes les recommandations de sécurité formulées dans le présent rapport sont adressées aux autorités de surveillance de l'État concerné, qui peuvent choisir de les appliquer en tout ou partie. Cependant toutes les organisations, entreprises et personnes sont invitées à améliorer la sécurité aérienne conformément aux objectifs poursuivis par les recommandations de sécurité.

Concernant les recommandations de sécurité, la législation suisse prévoit dans l'ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT) la réglementation suivante :

« Art. 48. Recommandations en matière de sécurité

¹ Le SESE adresse les recommandations en matière de sécurité à l'office fédéral compétent et en informe le département compétent. En cas de problèmes de sécurité urgents, il informe immédiatement le département compétent. Il peut donner son avis sur les rapports de mise en œuvre de l'office fédéral à l'attention du département compétent.

² Les offices fédéraux informent périodiquement le SESE et le département compétent de la mise en œuvre des recommandations ou des raisons pour lesquelles ils ont renoncé aux mesures.

³ Le département compétent peut adresser des mandats de mise en œuvre à l'office fédéral compétent. »

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

4.1.1 Gestion de la base de données des obstacles à la navigation aérienne

4.1.1.1 Déficit de sécurité

Un hélicoptère de type Airbus AS 350 B3 effectuait un vol lent vers l'avant dans le cadre d'une inspection visuelle de lignes aériennes. Ce faisant, une collision est survenue entre l'hélicoptère et un câble de fibre optique noir d'environ 26 mm d'épaisseur, qui partait d'un mât d'antenne avant d'enjamber une gorge pour aller vers un pylône électrique. Le pilote a pu se poser avec l'hélicoptère légèrement endommagé à proximité immédiate. Le câble de fibre optique s'élevait à une hauteur de près de 110 mètres au lieu de la collision et n'était ni répertorié dans la base de données des obstacles à la navigation aérienne de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) ni marqué.

La base de données de l'OFAC n'était donc pas en concordance avec la situation réelle au moment de l'accident. D'une part, en plus du câble de fibre optique, une ligne aérienne n'était pas consignée dans la base de données. D'autre part, des lignes aériennes, qui en réalité n'existaient pas, y étaient consignées.

4.1.1.2 Recommandation de sécurité n° 556

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait prendre les mesures suivantes afin de prévenir les collisions avec des câbles :

- mise à disposition d'une base de données des obstacles à la navigation aérienne qui soit au plus proche de la situation réelle ;
- programme de promotion de systèmes autonomes de détection d'obstacles par capteurs.

4.2 Avis concernant la sécurité

Néant

4.3 Mesures prises après l'accident

Les mesures portées à la connaissance du SESE sont mentionnées ci-après sans autre commentaire.

4.3.1 Office fédéral de l'aviation civile

Le câble de fibre optique sectionné a été remplacé par une solution souterraine. La ligne aérienne partant de la centrale en direction du nord-est a été enregistrée dans la base de données des obstacles à la navigation aérienne sous le numéro de registre 262-HL-30172 (cf. figure 7). Les éléments inexistants, à savoir la ligne aérienne 262-HL-4 ainsi que l'embranchement de la ligne 262-HL-5 en direction du nord-ouest, ont été supprimés.



Figure 7. Carte corrigée des obstacles à la navigation aérienne de l'OFAC. Source du fond de carte : Office fédéral de topographie.

Le 13 novembre 2017 la version 1.5 de la directive sur les obstacles à la navigation aérienne est entrée en vigueur, dans laquelle les types d'obstacles « *lignes et conduites aériennes (par exemple les lignes téléphoniques, les câbles de fibre optique et les câbles à basse tension)* » ont été ajoutés.

Le 1^{er} juillet 2019 une nouvelle version 2.0 de la directive sur les obstacles à la navigation aérienne est entrée en vigueur. Cette directive différencie entre autres les lignes et conduites aériennes (annexe 11) avec les lignes à haute tension (annexe 15). Après une demande de clarification auprès de l'OFAC, cette dernière a précisé :

Lors de l'application de la directive de l'OFAC il faut comprendre que la catégorie des lignes et conduites aériennes incluent toutes les lignes sous tension entre 0 et 10 kV. Les lignes à plus de 10 kV sont catégorisées comme lignes à haute tension.

Les câbles de fibre optique ne sont pas explicitement listés dans cette directive. Selon l'OFAC, ces câbles font partie de la catégorie des lignes et conduites aériennes.

Selon l'OFAC, un projet pilote a été lancé en collaboration avec le l'Office fédéral de la topographie Swisstopo qui a comme but d'améliorer la précision et l'actuali-

sation des données sur les obstacles à la navigation aérienne. Il s'agira de caractériser les obstacles dont la hauteur est supérieure à 100 m/sol avec le laser scanning. Les informations recueillies permettront de mettre à jour la base de données sur les obstacles à la navigation aérienne. En automne 2020 le projet a été initialisé et d'ici la fin 2022 les données rectifiées sont censés être disponible.

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

Berne, 20 octobre 2020

Service suisse d'enquête de sécurité

Annexe 1. Directive sur les obstacles à la navigation aérienne version 1.3, ligne à haute tension

4. Hochspannungsleitung		Bewilligungspflicht	Markierung	Befeuerung	Gutachten ANSP / AD
a. Überbaute Zone	H $\geq$ 60 m	H $\geq$ 60 m	H $\geq$ 60 m	Falls aus Sicherheitsgründen erforderlich	H $\geq$ 60 m
b. Übriges Gebiet	H $\geq$ 25 m	H $\geq$ 25 m	H $\geq$ 60 m		H $\geq$ 60 m
c. Hindernisbegrenzungsfläche	bei Durchstossung	bei Durchstossung	bei Durchstossung	bei Durchstossung, falls Flugplatz mit Nachtflugbetrieb	bei Durchstossung
Anforderungen	Einreichung eines Gesuchs gemäss Art. 16 des Elektrizitätsgesetzes, EleG; Plangenehmigungsbehörde ist das ESTI oder BFE, das BAZL wird im Rahmen der Plangenehmigung zu einer Stellungnahme eingeladen.	Orange Polyesterkugeln (RAL2009, Durchmesser 60 cm) an der Mastspitze, sowie: - 40 m vor und 40 m nach dem Mast (3-Punkte-Markierung) - eventuell auch 80 m vor und 80 m nach dem Mast (5-Punkte-Markierung, bei langen Spannweiten) - alle 40 m, wenn es sich um eine lange Überquerung (etwa die eines Tals) handelt.	ICAO Annex 14, Vol. I / Art. 6; Art. 66 Abs. 1 Bst. d VIL	- Niederleistungs-Hindernisfeuer auf der Mastspitze, rot, nicht blinkend, min. 10 cd - Befeuerung gefährlicher Überquerungen mit Neonlampen direkt an der Leitung (z. B. Typ Balisor® der Firma Obsta®)	Luffahrtsspezifische Studie betreffend möglicher Störungen von CNS-Anlagen und Beeinflussung von Flugverfahren
Rechtliche Grundlagen	Art. 41 LFG, Art. 63 VIL	ICAO Annex 14, Vol. I / Art. 6; Art. 66 Abs. 1 Bst. d VIL	ICAO Annex 14, Vol. I / Art. 6; Art. 66 Abs. 1 Bst. d VIL	ICAO Annex 14, Vol. I / Kap. 6; Art. 66 Abs. 1 Bst. d VIL	Art. 64 Abs. 2 VIL
Umsetzung	-	Abbildung 4-1	Abbildung 4-1	Abbildung 4-2	-

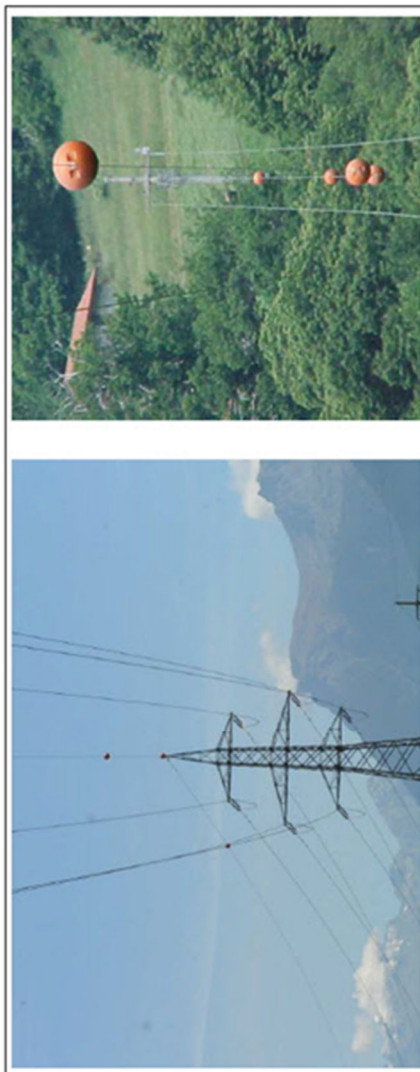


Abbildung 4-1



Abbildung 4-2