Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Rapport Sommaire

Concernant le présent incident grave, une enquête sommaire a été conduite selon l'article 46 de l'ordonnance du 17 décembre 2014 sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT), état le 1er février 2015 (RS *742.161*). L'objectif du présent rapport est de tirer des leçons de l'incident.

Aéronef	AS 350 B3		HB-ZCZ	
Exploitant	Air-Glaciers SA, Aérodrome civil, 1951 Sion			
Propriétaire	Air-Glaciers SA, Aérodrome civil, 1951 Sion			
Pilote	Citoyen suisse, année de 1955			
Licence	Licence de pilote professionnel d'hélicoptères (*Commercial Pilot Licence Helicopter* – CPL(H)) selon l'agence européenne de la sécurité aérienne (*European Union Aviation Safety Agency* – EASA), établie par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC)			
Heures de vol	**total**	15 140 h	**au cours des 90 derniers jours**	63 h
	sur le type en cause	4036 h	**au cours des 90 derniers jours**	53 h
Lieu	Barrage de Tseuzier, 5 km nord-ouest de Crans-Montana (VS)			
Cordonnées	599 735 / 132 775 (*Swiss Grid* 1903) N 45° 9' 12" / E 007° 26' 7" (WGS[1] 84)		**Altitude**	1790 m/M
Date et heure	11 mars 2019, 9 h 57 (LT[2] = UTC[3] + 1 h)			
Type d'exploitation	Commercial			
Règles de vol	Règles de vol à vue (*Visual Flight Rules* – VFR)			
Lieu de départ	Aéroport de Sion (LSGS)			
Destination	Barrage de Tseuzier			
Phase de vol	Approche			
Nature de l'incident grave	Collision avec une ligne électrique			

Personnes blessées	**Membres d'équipage**	**Passagers**	**Autres personnes**
Légèrement blessé	0	0	0
Pas blessés	3	3	sans objet

Dommages à l'aéronef	Légèrement endommagé	Bord d'attaque d'une pale du rotor principal
Autres dommages	Aucun	

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

[2] LT : *Local Time*, l'heure locale

[3] UTC : *Co-ordinated Universal Time*, l'heure universelle coordonnée

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.sust.admin.ch

Renseignements de base

Déroulement de l'incident grave

La mission de ce vol était d'amener trois ouvriers au barrage pour des travaux d'inspection qui sont réalisés une fois par mois.

Après le décollage de l'hélicoptère du type AS 350 B3, immatriculé HB-ZCZ, de l'aéroport de Sion (LSGS) en direction de Crans Montana (VS), les conditions de visibilité réduites forcent le pilote à entreprendre une approche par la rive gauche du barrage. Sans effectuer un vol de reconnaissance avant l'approche, le pilote a l'intention de survoler la ligne électrique qu'il connait, puis d'effectuer l'approche finale le long du mur du barrage. Peu avant d'atteindre le barrage, le pilote est surpris par la ligne électrique (voir figure 1).

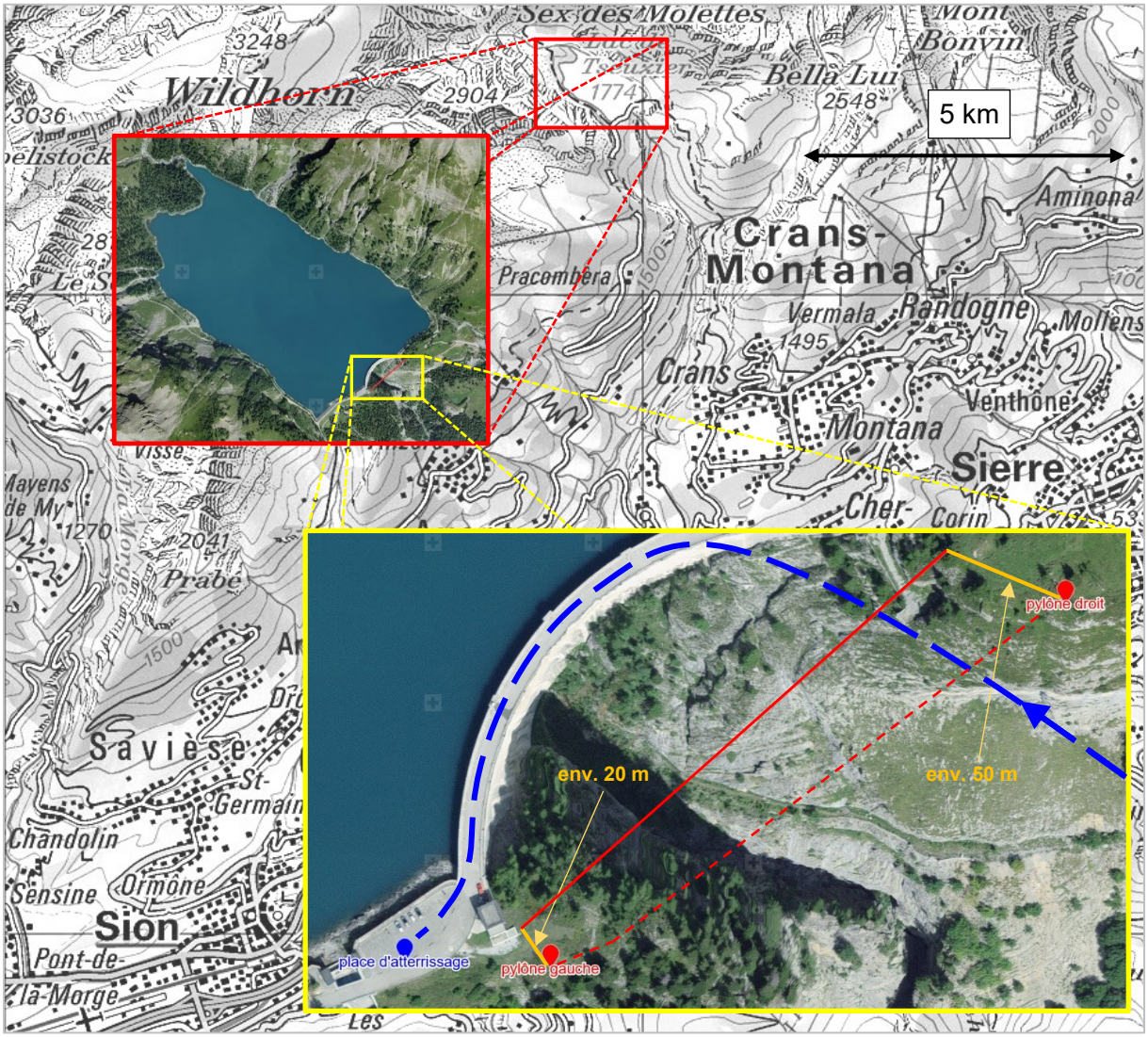


Figure 1 : Le cheminement approximatif de l'hélicoptère dans la phase de l'approche finale du côté sud-est (trait bleu pointillé) illustré sur la carte des obstacles en ligne Web-GIS[4] *Obstacle Map* (WeGOM). Le tracé de la ligne électrique (trait rouge) avec une longueur de 227 m au sud du barrage est décalé par environ 20 respectivement 50 mètres du tracé réel (trait rouge pointillé), source de la carte de base et photo aérienne: Office fédéral de la topographie.

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

Comme le pilote a déclaré plus tard, il connait bien la ligne, mais il a estimé sa position un peu plus au nord et à une altitude plus basse dans la vallée.

Le pilote remarque que l'hélicoptère a touché la ligne électrique. Le pilote ne constate aucune vibration ou un dépassement des paramètres moteurs ; il poursuit son approche et pose l'hélicoptère sans problème sur la zone d'atterrissage prévue. Comme les conditions météorologiques se dégradent le pilote n'effectue pas un arrêt complet de la machine mais uniquement un ralenti moteur.

Après un vol de 5 minutes pour le retour à la base, un dégât sur le bord d'attaque d'une pale du rotor principal a été constaté. Aucune autre partie de l'hélicoptère n'a été touchée.

Constatations

Le pilote connaissait la phase d'approche sur la rive droite pour y être allé à plusieurs reprises et la compagnie Air-Glaciers effectuait des vols réguliers pendant les mois d'hivers.

Les exigences opérationnelles de manuel des opérations de vol (*Operations Manual* – OM) A, stipulent qu'une approche directe est autorisée à condition que l'environnement soit raisonnablement dégagé et/ou familier et que la vitesse soit réglée à une vitesse sol suffisamment lente (OM A, chapitre : 8.1.2.4: « *A direct approach is permissible provided that the surroundings are reasonably clear and or familiar and that the airspeed is adjusted to a slow enough ground speed.* »). Selon les déclarations du pilote, ces conditions était remplies.

L'hélicoptère HB-ZCZ est équipé d'un coupe-câble (*Wire Strike Protection System* – WSPS[5]) ainsi que d'un Flarm[6]. L'alerte des obstacles était en fonction mais n'était pas audible dans les écouteurs du casque, seulement dans la cabine de l'hélicoptère.

Le pilote a déclaré qu'il s'est posé au barrage du Tseuzier environ 50 fois au total, une fois au cours des 90 derniers jours. Cependant, c'était la première fois qu'il effectuait cette approche par la rive gauche.

Renseignements sur les obstacles à la navigation aérienne suisse

En Suisse, les obstacles au trafic aérien doivent être notifiés depuis 1973. Les dispositions particulières sont définies dans l'ordonnance sur l'infrastructure aéronautique du 23 novembre 1994 (OSIA), en vigueur au 1er janvier 2019 (RS *748.131.1*). La base de données de l'OFAC relatives aux obstacles à la navigation aérienne suisse contient tous les obstacles signalés, c'est-à-dire leur distance par rapport au sol de 25 mètres ou plus, pour les zones non bâties. Le propriétaire de l'obstacle est responsable de l'estimation de cette hauteur et de sa déclaration à l'OFAC ou au canton concerné. L'enregistrement des obstacles à l'aviation conformément à l'art. 65a OSIA est gratuit depuis le 1 janvier 2019. Egalement, l'OFAC met gratuitement à la disposition des propriétaires d'obstacles aériens un système d'enregistrement électronique avec le système de collecte des obstacles (*Obstacle Collection System* – OCS).

La situation actuelle des obstacles à l'aviation en dehors des aérodromes est publiée sur la carte en ligne Web-GIS *Obstacle Map* (WeGOM). Celle-ci est mise à jour deux fois par semaine avec tous les obstacles qui existent déjà ou qui seront érigés dans les trois prochains jours. Au 11 avril 2019, les informations suivantes, entre autres, étaient disponibles pour la ligne électrique (voir figure 2) :

[5] Le coupe-câble est un dispositif permettant de réduire les accidents d'hélicoptères lors de collisions avec des lignes électriques ou des câbles. Le système peut permettre d'éviter qu'un câble ne vienne se prendre dans le rotor ou les patins, particulièrement lors des phases de décollage et d'atterrissage.

[6] Le Flarm est un système d'information sur le trafic et d'évitement des collisions pour l'aviation générale utilisé principalement dans les avions légers et les planeurs. Ce dernier avertit visuellement et acoustiquement d'autres aéronefs, également équipés de Flarm, ainsi que des obstacles stockés dans la base de données.

- Début des travaux : 1.1.1950
- Durée d'installation : permanent
- Pas de marquage ni de balisage
- Hauteur maximale au-dessus du sol : 100 m
- Altitude maximale: 1789 m AMSL[7]
- Longueur totale : 200 m

Figure 2 : Barrage de Tseuzier en direction nord-ouest avec les deux pylônes du côté gauche et droite (cercles rouges) ; le tracé de la ligne électrique n'est pas marqué et donc presque invisible à l'œil nu.

Le tracé de la ligne électrique au sud du barrage est à environ 20 respectivement 50 mètres décalé de la position réelle (voir figure 1). La section marquée de la ligne électrique a une longueur de 227 m.

La base de données concernant la ligne électrique a été mise à jour (voir annexe).

Conditions météorologiques sur les lieux et à l'heure de l'incident grave

Le ciel était nuageux. Des averses de neige en provenance d'ouest étaient poussées sur le Wildhorn en direction de la vallée du Rhône. La base des nuages était diffuse sur la pente et s'abaissait continuellement. L'air aux alentours du barrage était saturé d'humidité.

Météo	Averses de neige de faible intensité
Nuages	Vol vers/depuis la base des nuages
Visibilités	moins de 1000 m
Vent	Variable, de 4 kt à 9 kt
Température / point de rosé	-5 °C / -5 °C
Pression atmosphérique (QNH)	1022 hPa, pression réduite au niveau de la mer, calculée selon l'atmosphère standard de l'aviation civile internationale (OACI)
Danger	Passage de VMC[8] à IMC[9]

Systèmes de détection d'obstacles par capteurs

Aujourd'hui, il existe sur le marché des appareils de différents fabricants basés sur la technologie LIDAR[10] pour la détection d'obstacles. En règle générale, ces dispositifs sont montés soit à l'avant de l'hélicoptère, soit sur les deux côtés, avec une zone de détection se chevauchant

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

[8] VMC: *Visual Meteorological Conditions*, conditions vol à vue

[9] IMC: *Instrument Meteorological Conditions*, conditions météorologiques de vol aux instruments

[10] LIDAR: *Laser Imaging Detection and Ranging*

à l'avant. Ils analysent la réflexion des faisceaux laser dans un secteur défini devant l'hélicoptère. Dans des conditions idéales, des câbles d'un diamètre d'environ 1 cm peuvent être détectés à une distance de 1 km. Leur orientation par rapport à la direction de vol n'a pas d'importance tant qu'elle se trouve dans la zone de détection du capteur. Si le capteur est monté parallèlement à l'axe longitudinal de l'hélicoptère, les obstacles directement au-dessus, au-dessous ou derrière l'hélicoptère ne sont pas détectés.

Un logiciel spécial met en évidence les réflexions générées par les obstacles à partir du flux de données et les prépare pour un affichage synoptique dans lequel les obstacles sont affichés à gauche, au centre ou à droite dans le sens du vol. Les obstacles dans la direction du vol peuvent être mis en évidence optiquement dans les images directement transmises d'une caméra vidéo ou infrarouge ou déclencher un avertissement sonore au pilote.

La taille de ces appareils, les coûts d'acquisition élevés et le poids considérable d'environ 30 kg rendent l'installation dans les hélicoptères légers beaucoup plus difficile. Une réduction de ces dispositifs basés sur le LIDAR n'est actuellement pas possible pour des raisons physiques.

De nouvelles solutions basées sur la mesure différentielle des champs électromagnétiques sont actuellement à l'étude et développées. En raison des coûts d'acquisition moins élevés et de leur poids nettement inférieur, ils devraient être d'un grand intérêt pour tous les usagers du trafic aérien à l'avenir.

Les objets détectés comme obstacles peuvent être classés en temps réel en fonction de leur niveau de risque et de leur type (par ex. câble, arbre ou antenne) et affichés sous forme de symboles différents sur l'affichage tête haute (*Head up Display* – HUD) ou tout autre affichage. L'avantage d'un HUD est que le pilote peut garder sa vue vers l'extérieur.

Analyse

Le pilote a déclaré avoir posé au barrage du Tseuzier environ 50 fois au total et une fois au cours des 90 derniers jours. On peut donc conclure que le pilote connaissait bien la région à l'ouest du barrage et qu'il était tout à fait conscient de l'obstacle. Cependant, c'était la première fois que le pilote effectuait une approche par la rive gauche en raison des conditions météorologiques présentes. Même si les exigences de l'OMA en matière d'approche directe probablement ont été respectées, le pilote s'est privé de la possibilité de déterminer visuellement la position et la hauteur exactes de l'obstacle à l'aide d'un vol de reconnaissance préalable. En supposant qu'il connaissait bien la position et la hauteur de l'obstacle, le pilote a pris un risque accru. Même dans de bonnes conditions de visibilité, le tracé de la ligne électrique est à peine visible à l'œil nu sans marquage (voir figure 2).

L'alerte des obstacles du Flarm était en fonction mais seulement audible dans la cabine de l'hélicoptère. Par conséquent, le pilote n'a donc pas entendu l'alerte acoustique lorsque l'hélicoptère s'est approché de la ligne électrique. Ceci met en toute évidence qu'une telle installation comme dernier filet de sécurité n'est pas utile s'il a une trop grande concentration de bruit dans la cabine. En l'espèce, il ne peut être attribué qu'à des circonstances heureuses que cette approche ne s'est pas terminée avec l'écrasement de l'hélicoptère et la mort des six personnes à bord.

Au cours d'enquêtes antérieures, le SESE a constaté que les pilotes d'hélicoptères ne sont pas assez conscients que la situation d'obstacle enregistrée dans les cartes d'obstacles peut être incomplète ou incorrecte. D'une part, il peut en réalité y avoir des obstacles qui ne sont pas enregistrés en raison d'un manque de notification ou du fait qu'ils n'atteignent pas le niveau minimum requis de 25 m au-dessus du sol pour l'obligation de notification. D'autre part, les obstacles réels peuvent être différents de ceux indiqués sur la carte comme dans le cas présent. Par exemple, les obstacles dont la hauteur de bridage n'est pas continuellement supérieure à 25 m au-dessus du sol apparaissent sous forme de sections individuelles sur la carte des obstacles online (WeGOM). Ce fait a joué un rôle majeur dans l'accident HB-ZRY du

28 juin 2015, lorsque l'hélicoptère est entré en collision avec un câble à Oberkäseren Alp (voir rapport final n° 2279). Surtout dans de tels cas, une fausse sécurité est suggérée. La poursuite du développement des systèmes d'avertissement d'obstacles basés sur des capteurs permettra d'accroître la sécurité à l'avenir. Avec la mise à jour de la base de données le 27 mai 2019, l'entrée dans la base de données a été adaptée au tracé réel de la ligne électrique. En ce qui concerne la hauteur de l'obstacle, celle-ci restait inchangée tandis que l'altitude maximale était élevée de 1789 m à 1816 m AMSL ce qui laisse toujours des doutes sur la hauteur de bridage réelle de la ligne électrique en question.

Après avoir posé au barrage du Tseuzier, le pilote a décidé de ne pas effectuer un arrêt complet de la machine et de retourner à la base après un ralenti moteur. Cette décision est compréhensible dans le contexte de la dégradation des conditions météorologiques mais comporte des risques. Malgré l'absence de vibrations ou un dépassement des paramètres moteurs, uniquement une inspection peut garantir la navigabilité de l'hélicoptère après un contact du rotor principal.

Conclusions

L'incident grave, au cours duquel un hélicoptère est entré en collision avec une ligne électrique enregistrée pendant l'approche, est dû au fait que le pilote, s'est trop basé sur les données relatives aux obstacles à la navigation aérienne et ensuite a mal évalué la position et la hauteur exactes de l'obstacle. De plus, l'alerte du système d'avertissement d'obstacle était à peine audible à bord de l'hélicoptère.

La probabilité de collision avec de tels obstacles est beaucoup plus élevée que la probabilité d'une panne moteur, en particulier dans les opérations de vol d'hélicoptères. Habituellement, ces collisions ont des conséquences catastrophiques. En conséquence, un soutien intensif aux systèmes autonomes d'avertissement d'obstacles basés sur des capteurs, conformément à la recommandation de sécurité n° 556 du rapport final n° 2364 sur l'accident de l'hélicoptère HB-ZGV du 27 juillet 2016, apporterait une contribution importante à la prévention des collisions.

Au vu de ces résultats, le Service Suisse d'enquête de sécurité (SESE) conclut qu'en ce qui concerne l'incident grave faisant l'objet de l'enquête, il ne faut pas s'attendre à d'autres résultats qui seraient nécessaires pour la prévention d'un tel incident grave. C'est la raison pour laquelle le SESE, sur la base de l'art. 45 de l'ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT), a décidé de ne pas procéder à d'autres activités d'enquête et conclut l'enquête par le présent rapport sommaire.

Berne, 21 janvier 2021 Service suisse d'enquête de sécurité

Annexe : Données relatives aux obstacles à la navigation aérienne suisse

Numéro du registre: 273-VS-10159 Genre d'obstacle: Power line

Statut: A

Début des travaux: 1.1.1950
Durée d'installation: PERM
Démontage effectué: -

Données géométriques:

Hauteur maximale AGL [m]: 100
Altitude maximale AMSL [m]: 1816
Longueur totale [m]: 257

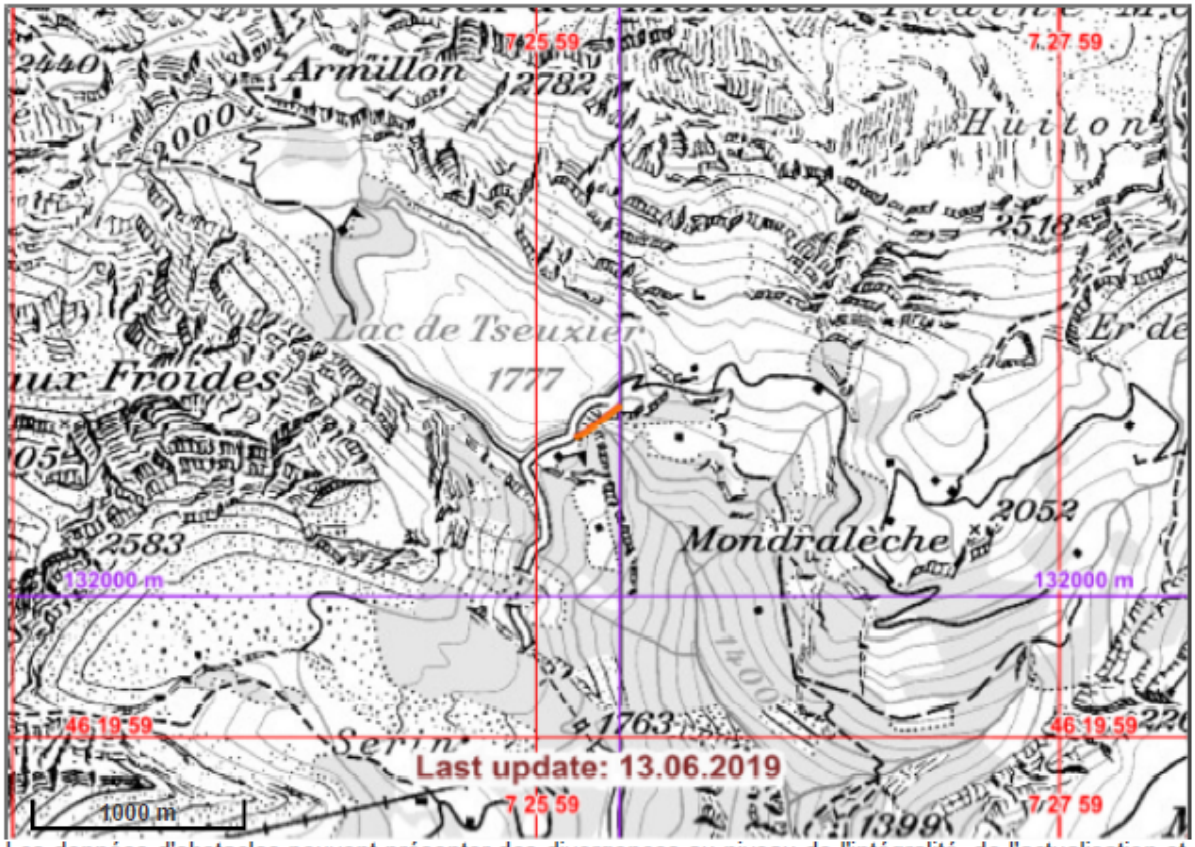
Coordonnées [CH1903]:

Est=599787.4 Nord=132774.1
Est=599996.4 Nord=132921.1

Marquage / balisage lum.:

No Marking and/or Lighting

Numéro de la carte [CN100]: 41



Les données d'obstacles peuvent présenter des divergences au niveau de l'intégralité, de l'actualisation et de la situation géographique.
Date: 13.6.2019