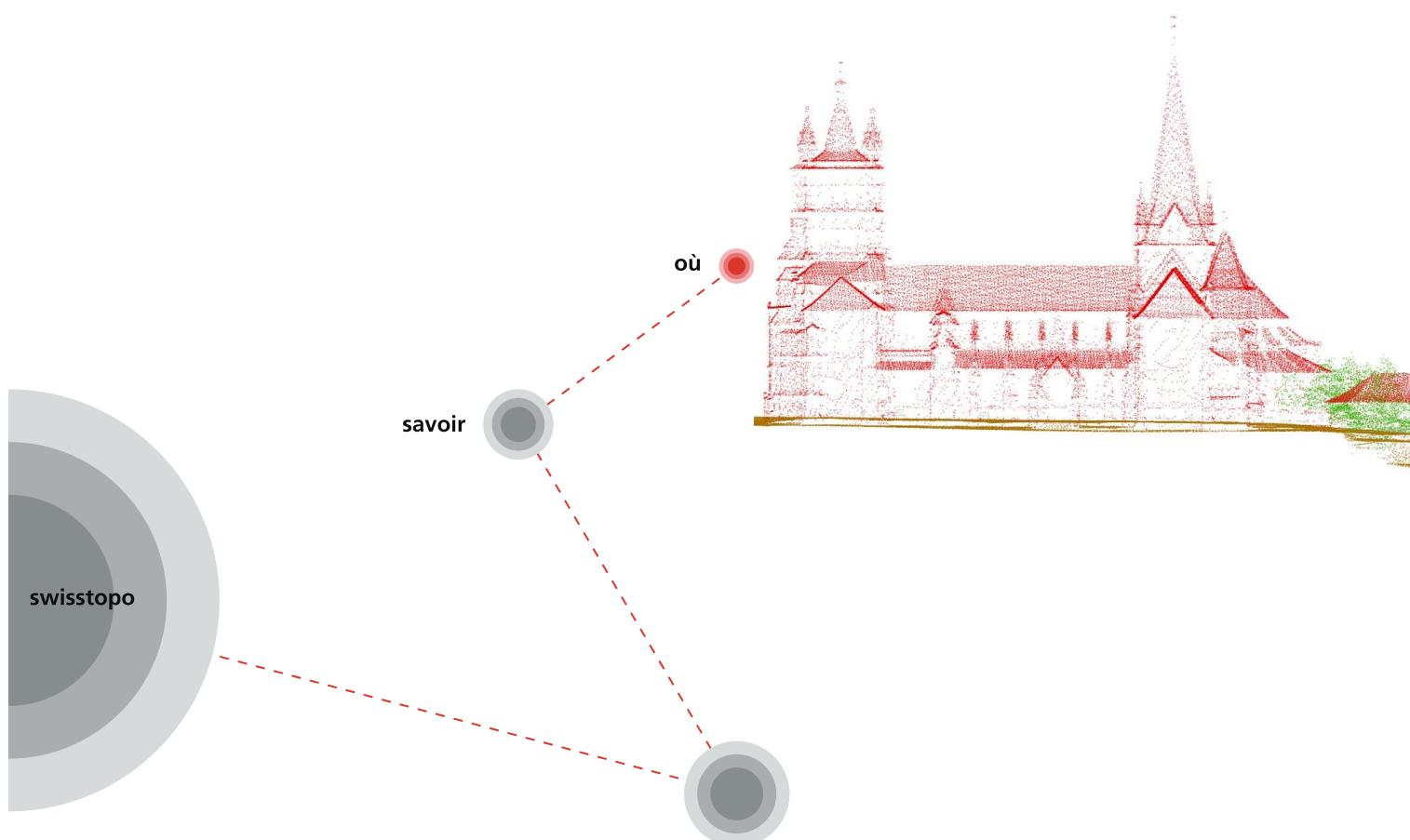


# swissSURFACE<sup>3D</sup>



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Bundesamt für Landestopografie swisstopo**  
**Office fédéral de topographie swisstopo**  
**Ufficio federale di topografia swisstopo**  
**Uffizi federal da topografia swisstopo**

[www.swisstopo.ch](http://www.swisstopo.ch)

# Table des matières

|      |                                                                            |   |
|------|----------------------------------------------------------------------------|---|
| 1    | swissSURFACE <sup>3D</sup> .....                                           | 3 |
| 1.1  | Description succincte .....                                                | 3 |
| 1.2  | Contenu et modèle de données .....                                         | 3 |
| 1.3  | Périmètre .....                                                            | 3 |
| 1.4  | Planification .....                                                        | 4 |
| 1.5  | Qualité et précision .....                                                 | 4 |
| 1.6  | Classification .....                                                       | 5 |
| 1.7  | Formats de données .....                                                   | 5 |
| 1.8  | Densité spatiale et volume de données .....                                | 6 |
| 1.9  | Système de coordonnées .....                                               | 6 |
| 1.10 | Métadonnées .....                                                          | 6 |
| 1.11 | Champs d'application .....                                                 | 7 |
| 2    | Obtention des données .....                                                | 7 |
| 2.1  | Renseignement et commande .....                                            | 7 |
| 2.2  | Prix .....                                                                 | 7 |
| 2.3  | Conditions d'utilisation .....                                             | 7 |
| 2.4  | Livraison .....                                                            | 7 |
| 3    | Production .....                                                           | 7 |
| 3.1  | Contexte .....                                                             | 7 |
| 3.2  | Acquisition des données LiDAR .....                                        | 8 |
| 3.3  | Contrôle qualité .....                                                     | 8 |
| 3.4  | Mise à jour .....                                                          | 9 |
| 3.5  | Limites rencontrées dans la production de swissSURFACE <sup>3D</sup> ..... | 9 |

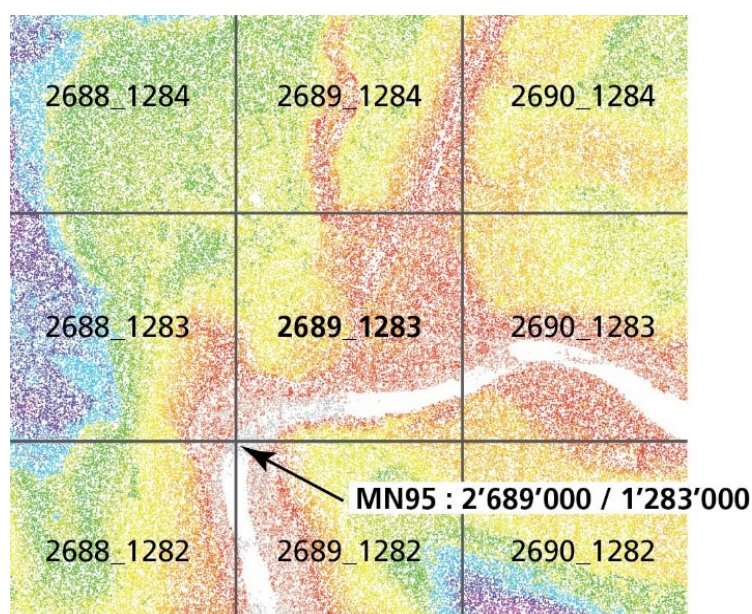
# 1 swissSURFACE<sup>3D</sup>

## 1.1 Description succincte

swissSURFACE<sup>3D</sup> décrit tous les éléments naturels et construits de la surface de la Suisse et du Liechtenstein sous forme d'un nuage de points classifiés. Acquis par LiDAR aéroporté, ces données bénéficient d'une densité spatiale et d'une précision élevées.

## 1.2 Contenu et modèle de données

swissSURFACE<sup>3D</sup> présente des données acquises par LiDAR aéroporté qui contiennent plusieurs millions de points par km<sup>2</sup>. Ces points, répartis de manière irrégulière dans l'espace, modélisent le territoire en 3D avec une densité spatiale élevée. Chaque mesure possède des coordonnées X, Y, Z très précises et est mise en classe selon une classification prédéfinie qui renseigne sur la nature des objets mesurés. Toutes ces mesures forment un « nuage de points » et sont découpées en tuiles de 1 km<sup>2</sup>. Chaque tuile possède un identifiant qui correspond aux coordonnées kilométriques dans le système de référence MN95 de son angle sud-ouest.



Les tuiles de swissSURFACE3D et leur identifiant

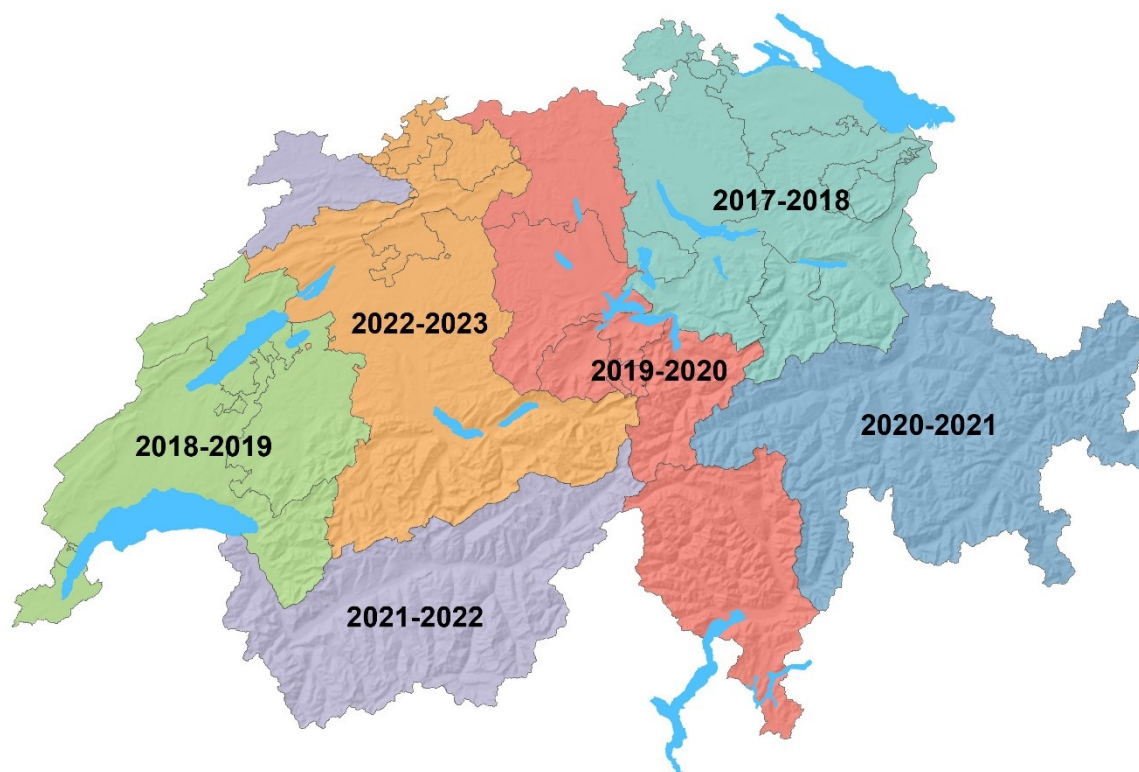
## 1.3 Périmètre

L'acquisition complète de swissSURFACE<sup>3D</sup> est planifiée pour la fin 2023. Il couvrira l'ensemble du territoire de la Suisse et du Liechtenstein. Les tuiles qui se trouvent entièrement dans un lac ne contiennent pas de données.

La **disponibilité actuelle** des données peut être consultée grâce à la couche « [Découpage swissSURFACE<sup>3D</sup>](#) » sur [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch).

## 1.4 Planification

L'acquisition de swissSURFACE<sup>3D</sup> est planifiée en 6 étapes sur une période allant de 2017 à 2023. Pour chaque étape, les données sont disponibles à la distribution environ un an plus tard.



**Planification pour l'acquisition des données LiDAR (sous réserve de modifications)**

## 1.5 Qualité et précision

La technologie LiDAR permet une précision élevée des mesures dans les 3 dimensions.

**Précision planimétrique :** +/- 20 cm (1 sigma)

**Précision altimétrique :** +/- 10 cm (1 sigma)

L'acquisition des données se fait de préférence durant les périodes où la végétation est peu développée et où la neige est absente. Ainsi, la mesure du sol est favorisée.

La qualité de la classification est difficile à mesurer mais est estimée à 98%. C'est-à-dire que 98% des mesures sont classifiées correctement.

## 1.6 Classification

swissSURFACE<sup>3D</sup> utilise 6 classes différentes pour décrire le type d'objet mesuré.

Tableau 1: Classification du nuage de points

| N° Classe | Type d'objet                         | Nomenclature ASPRS* |
|-----------|--------------------------------------|---------------------|
| 1         | Non classifiés et objets temporaires | « unclassified »    |
| 2         | Sol                                  | « ground »          |
| 3         | Végétation (basse – moyenne – haute) | « Low Vegetation »  |
| 6         | Bâtiments                            | « Building »        |
| 9         | Eau de surface                       | « Water »           |
| 17        | Ponts, passerelles, viaducs          | « Bridge Deck »     |

\*Association américaine de photogrammétrie et télédétection

La **classe 1** regroupe toutes les mesures qui n'appartiennent pas à une classe prédéfinie. Les constructions hors sol qui ne sont pas des bâtiments, telles que les murs, les poteaux, les lampadaires ou les lignes aériennes en font partie. Cette classe regroupe également les objets temporaires tels que les véhicules ou les grues. Il est important de ne pas confondre cette classe avec le bruit. Le bruit provient des imprécisions dans les mesures et ne modélise pas des objets existants. De telles erreurs ont été effacées du produit swissSURFACE<sup>3D</sup>.

La **classe 2** regroupe tous les points qui mesurent le sol nu sans végétation ni bâtiment. Les surfaces construites qui ne dépassent pas du sol telles que les routes, les parkings (extérieurs et non couverts) ou les places appartiennent également à cette classe. Les blocs rocheux appartiennent également à cette classe.

La **classe 3** contient tous les étages de la végétation (basse, moyenne, haute). La végétation basse (jusqu'à env. 2 m au-dessus du sol) est difficile à classer et peut par conséquent contenir des objets mal classifiés des autres classes.

La **classe 6** contient les toits et les façades des bâtiments. La densité de points sur les façades est néanmoins limitée en raison de l'acquisition aéroportée des données.

La **classe 9** regroupe toutes les mesures des eaux de surface (lacs et rivières). La réflexion du signal utilisé par le LiDAR sur l'eau étant très faible, ce type d'objet n'est malheureusement pas bien modélisé.

La **classe 17** regroupe tous les points qui mesurent les tabliers de ponts, les passerelles et les viaducs.

## 1.7 Formats de données

swissSURFACE<sup>3D</sup> est disponible en standard dans deux formats de données. Pour tous les formats, les données sont livrées en tuiles de 1 km<sup>2</sup>. Chaque tuile est contenue dans un fichier compressé ZIP.

### LAS 1.2

Le LAS est le format le plus répandu et le plus approprié pour ces données. Développé par l'association américaine de photogrammétrie et télédétection (ASPRS) en format ouvert, il est très efficace pour gérer des données volumineuses et conserve les informations propres aux points LiDAR.

Grâce à une gestion binaire des données, le format LAS offre une vitesse de lecture/écriture extrêmement rapide. Les coordonnées XYZ des points sont réduites au minimum en utilisant un vecteur de translation et des coefficients de mise à l'échelle pour minimiser la taille des fichiers.

En plus de la position des points, le format LAS enregistre toutes les informations importantes propres au LiDAR. La classification est par exemple disponible et prédéfinie avec plusieurs classes et leur code associé.

#### **CSV - ASCII X\_Coordinates;Y\_Coordinates;Z\_Coordinates;Class;MJD\_Time**

Le format ASCII est livré sous forme de fichiers CSV. Néanmoins, il ne comprend pas autant d'information que le format LAS et est plus lent en lecture/écriture. Seules les coordonnées X, Y et Z ainsi que le numéro de classe et la date d'acquisition au format « Modified Julian Day (MJD) » sont enregistrés.

Les fichiers textes contiennent un entête (1<sup>ère</sup> ligne) pour nommer les différents champs d'information. Chaque ligne (après l'entête) correspond à une mesure. Les champs sont séparés par un point-virgule.

```
X_Coordinates;Y_Coordinates;Z_Coordinates;Class; MJD_Time
2732044.81;1279979.34;395.59;9;58079.50455
2732010.79;1279985.67;395.63;9;58079.50455
2732017.42;1279983.99;395.67;9;58079.50455
2732042.05;1279977.79;395.64;9;58079.50455
2732022.22;1279981.60;395.68;9;58079.50455
2732055.06;1279972.24;395.65;9;58079.50456
2732024.98;1279979.24;395.64;9;58079.50456
2732037.57;1279976.06;395.61;9;58079.50456
2732061.40;1279969.50;395.67;9;58079.50456
2732000.50;1279983.70;395.63;9;58079.50456
2732024.03;1279977.18;395.69;9;58079.50456
2732000.32;1279981.41;395.62;9;58079.50456
```

#### **Structure des données d'un fichier au format CSV**

### **1.8 Densité spatiale et volume de données**

La densité spatiale minimale des données est de 5 pts/m<sup>2</sup>. Bien que les mesures soient très hétérogènes dans l'espace, la densité spatiale moyenne évolue entre 15 et 20 pts/m<sup>2</sup>.

Pour une densité spatiale de 17 pts/m<sup>2</sup>, le volume de données au format LAS s'élève à env. 450 Mo par km<sup>2</sup> et à env. 750 Mo pour le format CSV.

### **1.9 Système de coordonnées**

swissSURFACE<sup>3D</sup> est distribué en standard dans le seul système de coordonnées MN95 – NF02. La mise à disposition dans d'autres systèmes de référence est examinée sur demande.

### **1.10 Métadonnées**

Bien que toutes les métadonnées par tuile soient disponibles dans les fichiers au format LAS, les plus importantes (nombre de points, densité spatiale, nombre de points par classe, date d'acquisition, etc.) sont également disponibles et distribuées sous forme de shapefile (avec la géométrie de l'empreinte spatiale des tuiles).

## 1.11 Champs d'application

Avec une densité de plusieurs points par mètre carré, une précision altimétrique de 10 cm et une vitesse d'acquisition élevée, le LiDAR aéroporté s'impose comme l'une des techniques les plus performantes pour déterminer la topographie de notre environnement. Ces données sont notamment utilisées pour les applications suivantes :

- Modélisation automatique 3D des bâtiments et autres objets du paysage.
- Etude de la forêt : hauteur, largeur et inclinaison des arbres, carte des coupes, calcul de biomasse, planification des coupes, modèles numériques de canopée.
- Modélisation 3D d'éléments au sol sous couverture végétale tels que les routes forestières ou les cours d'eau.
- Monitoring des lignes aériennes (câbles, lignes à haute tension).
- Création de modèles numériques de terrain.
- Création de modèles numériques de surface.
- Analyse de visibilité.

## 2 Obtention des données

### 2.1 Renseignement et commande

swissSURFACE<sup>3D</sup> peut être commandé de manière facile en ligne [swissSURFACE3D \(admin.ch\)](https://www.swissSURFACE3D.admin.ch). La variante souhaitée est définie en saisissant différents paramètres (périmètre, la résolution, le format)). Pour tout renseignement, l'équipe du service de la diffusion des géodonnées ([geodata@swisstopo.ch](mailto:geodata@swisstopo.ch)) se tient à votre entière disposition.

### 2.2 Prix

swissSURFACE<sup>3D</sup> étant un jeu de géodonnées de base de la Confédération, est mis gratuitement à la disposition des utilisateurs, pour autant qu'ils le téléchargent eux-mêmes dans les variantes proposées en ligne. Des variantes spéciales peuvent également être mises à disposition sur demande, mais dans ce cas, des frais de service seront facturés.

### 2.3 Conditions d'utilisation

Les géodonnées de swisstopo sont remises avec des conditions d'utilisation qui correspondent aux bases légales. Les conditions d'utilisation permettent une utilisation libre de swissSURFACE<sup>3D</sup> à toutes fins et n'obligent les utilisateurs qu'à indiquer la source "Source : Office fédéral de topographie swisstopo" ou "© swisstopo". Vous trouverez plus d'informations sur [le site web](https://www.swisstopo.ch/fr/conditions) de swisstopo.

### 2.4 Livraison

Les données peuvent être obtenues directement par le client, via un téléchargement (en ligne), ou commandées en vue d'être livrées sur un support de données. Dans ce dernier cas, des frais de préparation sont facturés.

Selon la quantité de données, celles-ci sont livrées par FTP ou par envoi postal sur un support de données (clé USB ou disque dur).

## 3 Production

### 3.1 Contexte

swisstopo mandate des entreprises privées pour l'acquisition et la classification des données LiDAR. L'acquisition de swissSURFACE<sup>3D</sup> est ainsi séparée en 6 mandats couvrant 6 régions différentes qui sont attribués à l'issue d'une procédure d'appel d'offres OMC.

Lorsque swisstopo reçoit les données des parties tierces, un contrôle de qualité rigoureux est effectué. Lorsque la qualité est conforme aux exigences, elles sont intégrées à swissSURFACE<sup>3D</sup>.

Les données LiDAR acquises par des autorités cantonales sont par endroits également intégrées à swissSURFACE<sup>3D</sup>.

### 3.2 Acquisition des données LiDAR

Bien que les entreprises mandatées peuvent produire des données LiDAR de manière légèrement différente, les principales étapes nécessaires à leur production sont décrites ci-dessous.

#### Technologie LiDAR

Le LiDAR, de l'anglais *Light Detection And Ranging* (détection et télémétrie par ondes lumineuses), embarque à la fois un émetteur et un capteur de source lumineuse qui effectue des mesures de distances. Les longueurs d'onde utilisées sont dans le spectre invisible et sont sans conséquence pour l'œil humain. Les pulsations laser émises sont réfléchies par l'environnement et sont à nouveau captées par le système. La distance est calculée en fonction du temps que mettent les pulsations à faire l'aller-retour.

#### Acquisition

L'acquisition de données lidar est aéroportée, la scanner laser balaye le territoire perpendiculairement à la direction de vol pour couvrir une certaine fauchée. Le trajet de l'avion permet de mesurer une certaine bande du territoire. Plusieurs lignes permettent de couvrir une certaine surface. Un recouvrement entre celles-ci est nécessaire pour éviter les manques et pour atteindre la densité de mesures voulue.

#### Géoréférencement direct

Seule la position du système LiDAR en vol est utilisée. La position dans l'espace (XYZ) est mesurée par GNSS et la position angulaire (roulis, tangage et lacet) est donnée par une unité de mesure inertielle. Le géoréférencement est alors dit « direct » car il ne nécessite pas de points de calage au sol et rend la production plus rapide.

#### Classification

Chaque point est attribué à une classe prédéfinie qui renseigne sur le type d'objet mesuré. Cette étape permet également de détecter le bruit et de le supprimer. Une grande partie de cette classification est automatique grâce à des algorithmes qui analysent la géométrie du nuage de points et l'intensité des retours laser. Le reste de la classification ainsi qu'un contrôle des processus automatiques sont faits manuellement, notamment en se basant sur des images aériennes et d'autres géodonnées vectorielles.

### 3.3 Contrôle qualité

#### Couverture et intégrité des données

Contrôle que les données couvrent l'entier de la surface mentionnée dans le mandat et qu'aucun fichier n'est corrompu.

#### Densité de points

Contrôle que la densité de points par mètre carré soit respectée. La densité de points avec la classe 2 (sol) est aussi étudiée séparément puisque l'une des principales applications de ces données en interne est la création de modèles de terrain.

#### Précision altimétrique

Contrôle que la précision sur la coordonnée Z soit respectée. Les points de calage pour l'aérotriangulation des images aériennes de swisstopo sont utilisés.

### **Précision planimétrique**

Contrôle que la précision sur les coordonnées X et Y soit respectée. Le faîitage des toits des données vectorielles 3D du produit swissBUILDINGS<sup>3D</sup> 2.0 de swisstopo est utilisé.

### **Calibration, cohérence altimétrique interligne**

Contrôle de la calibration du système de mesure. Ce contrôle est fait en mesurant les différences altimétriques sur les toits entre les données provenant de lignes de vol différentes.

### **Trous**

Contrôle de l'absence de trou dans les données. Ce contrôle est fait sur toutes les données ainsi que sur celles de la classe 2 (sol), notamment sous couverture végétale.

### **Classification**

Contrôle que la classification des points soit correcte. Les données vectorielles 3D du produit swissTLM<sup>3D</sup> et swissBUILDINGS<sup>3D</sup> 2.0 de swisstopo sont utilisées.

### **MNT**

Contrôle général de l'aspect du MNT en relief ombré. Un modèle de terrain en relief ombré est calculé sur la base des points de la classe 2 (sol).

### **MNS**

Contrôle général de l'aspect du MNS en relief ombré. Un modèle de surface en relief ombré est calculé sur la base des classes 2 (sol), 3 (végétation), 6 (bâtiments), 9 (eau) et 17 (ponts).

## **3.4 Mise à jour**

Après l'acquisition complète (planifiée pour la fin 2023), aucune mise à jour de swissSURFACE<sup>3D</sup> n'est prévue.

## **3.5 Limites rencontrées dans la production de swissSURFACE<sup>3D</sup>**

### **Hétérogénéité des données**

Par définition, les données LiDAR de swissSURFACE<sup>3D</sup> sont irrégulières dans l'espace. Certaines tuiles peuvent par exemple contenir beaucoup plus de points que d'autres suivant la configuration du territoire. Cette hétérogénéité est renforcée par le fait que swissSURFACE<sup>3D</sup> est acquis par plusieurs entreprises externes qui peuvent avoir des processus de production légèrement différents.

### **Dates d'acquisition différentes**

Des dates d'acquisition différentes peuvent provoquer des écarts (du nombre de points, de leur géométrie et de leur classification) dans les données de swissSURFACE<sup>3D</sup>. Entre deux acquisitions, l'état de la végétation (normalement la moins développée possible) ou la couverture neigeuse (normalement la moins présente possible) peuvent par exemple changer. Des changements naturels (développement de la forêt, déforestation naturelle, glissements de terrain, etc.) ou artificiels (constructions, destructions, déforestation artificielle, etc.) sont également possibles entre deux acquisitions.

### **Classification**

Bien que la qualité de la classification de swissSURFACE<sup>3D</sup> soit très haute, il est impossible de contrôler tous les points. Par conséquent, certains points peuvent ne pas appartenir à la bonne classe et certains objets peuvent être mal classifiés.